

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Lorena Esteves Silveira

**AVALIAÇÃO DOS FILTROS REDUTORES DE ARTEFATOS METÁLICOS NO
DIAGNÓSTICO TOMOGRÁFICO DE LESÃO CARIOSA E NO USO DE
MATERIAIS FORRADORES**

Belo Horizonte

2024

Lorena Esteves Silveira

**AVALIAÇÃO DOS FILTROS REDUTORES DE ARTEFATOS METÁLICOS NO
DIAGNÓSTICO TOMOGRÁFICO DE LESÃO CARIOSA E NO USO DE
MATERIAIS FORRADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas.

Linha de Pesquisa: Métodos de diagnóstico por imagem, radiobiologia e radioproteção.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi

Coorientador: Prof. Dr. Diogo de Azevedo
Miranda

Belo Horizonte

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S587a Silveira, Lorena Esteves
Avaliação dos filtros redutores de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cáriosa e no uso de materiais forradores / Lorena Esteves Silveira. Belo Horizonte, 2024.
68 f. : il.

Orientador: Flávio Ricardo Manzi
Coorientador: Diogo de Azevedo Miranda
Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Dentes - Radiografia. 2. Cáries dentárias - Diagnóstico. 3. Artefatos. 4. Algoritmos. 5. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 6. Processamento de imagem assistida por computador. 7. Interpretação de imagem assistida por computador. I. Manzi, Flávio Ricardo. II. Miranda, Diogo de Azevedo. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314-073

Lorena Esteves Silveira

**AVALIAÇÃO DOS FILTROS REDUTORES DE ARTEFATOS METÁLICOS NO
DIAGNÓSTICO TOMOGRÁFICO DE LESÃO CARIOSA E NO USO DE
MATERIAIS FORRADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Micena Roberta Miranda Alves e Silva – UFMG
- 2- Prof. Dr. Amaro Ilídio Vespasiano Silva – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 29 de fevereiro de 2024

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

Dedico este trabalho a todos que diretamente ou indiretamente participaram da construção e finalização do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jesus e Maria que sempre me guiaram nesse processo, abrindo portas e iluminando meus caminhos...

Ao meu orientador, Flávio Ricardo Manzi, que me acolheu desde a graduação, fazendo com que o curso se torne mais leve e prazeroso. Obrigada por tanto, sem você não seria possível!

Ao meu coorientador Diogo de Azevedo Miranda pela presteza em todo esse trabalho.

Ao professor Amaro Ilídio Vespasiano Silva por transmitir o aprendizado de forma clara e pelo auxílio nesses anos juntos.

Aos meus pais, que sempre me ampararam e nunca pouparam esforços para que eu pudesse realizar meus sonhos. Gratidão eterna!

A minha irmã Fernanda, que sempre esteve ao meu lado, me ajudando a ser forte em todos os momentos. Te amo!

A Thaygla e Isabella pelo apoio e interesse na participação de todo esse projeto. Obrigada pelo companheirismo e disponibilidade todo esse tempo!

Ao meu avô Pericles, meu anjo vovó Nilce, meus tios, tias, primos e primas, agradeço por serem meu alicerce e em especial, aos meus afilhados Isis, Rafael e Enrico, por serem minha calma e a alegria de viver.

A Renata do Banco de Dentes da Puc Minas, pela disponibilidade e auxílio em nos atender.

A Prof. Cláudia, Talita e Raquel por todo apoio e disponibilidade na aquisição das imagens na Clínica Radius.

A minhas amigas Naiane, Isabela, Bárbara Viana, Bárbara Daphini, Helaine, Rachel, Raphaela, Sirlene, Cristiane, Hamana e Tatiane pelo companheirismo e horas de ouvidos.

A minhas amigas do mestrado Marcella, Mariana, Ananda, Vitória e Camille, que possamos sempre sonhar juntas e levar essa amizade. Sentirei saudades!

A Maria Isabel, Lizandra pelo auxílio no decorrer do trabalho.

Gratidão a todos os amigos e familiares que sempre torceram por mim e que sempre estiveram ao meu lado. Sem vocês nada teria sentido!

Não pare até se orgulhar...
(MAYARA BENATTI)

RESUMO

A visualização de lesões cariosas, principalmente as que acometem as faces proximais, é uma tarefa desafiadora uma vez que estas são lesões com baixo contraste radiográfico, forma irregular e cercadas por estruturas altamente densas. Métodos inovadores em tomografias computadorizadas de feixe cônico, vieram com intuito de melhoria da imagem pré e pós processamento, como o aumento da quilovoltagem (kV) e a utilização de algoritmos de reconstrução de imagem para diminuição de artefatos (Metal Artefact Reduction- MAR). Assim, o objetivo da realização deste trabalho é avaliar os filtros redutores de artefatos disponíveis em TCFC da área da Odontologia, como meio de otimizar, além de fidelizar o diagnóstico de lesões cariosas em sua aplicabilidade clínica. Foram utilizados 50 dentes molares, disponibilizados pelo Banco de Dentes Humanos da PUC Minas. Os dentes foram divididos em: G1 - Dentes Hígidos; G2 - Dentes Cariados; G3 - dentes com preparo cavitário classe II com restaurações de resina (Filtel Bulk Fill – A2); G4 - mesmo procedimento do grupo G3 com a utilização de material forrador hiperdenso (Adesivo Universal Plus Scotch bond 3M) e G5 - mesmo procedimento do grupo G3 com a utilização material forrador hipodenso Ionômero de Vidro F (Vitre Bond). O equipamento utilizado foi o tomógrafo 9600 da Carestream Dental e foi aplicado o filtro pós processamento - MAR. Três examinadores pontuaram de acordo com a Escala de Likert. Para avaliação estatística foi realizado a análise de concordância intra e inter avaliador de acordo com o Teste Kappa, além do teste Q de Cochran, com nível de significância de 5%. Ao se comparar as simulações dos modelos experimentais em cada quilovoltagem, *voxel* e filtro MAR, observa-se que todos apresentaram altíssima acurácia. Como nenhum grupo teve diferença estatística com o outro ($p < 0,05$), todas as modalidades de quilovoltagem, *voxel* e filtros MAR testadas, promovem diagnóstico compatível com o real na grande maioria das vezes. Sendo 99% de acerto quando o modelo não apresenta objetos metálicos adjacentes, e 95% de acerto quando o modelo apresentar tais objetos, como restauração metálica, implantes e retentores intracanaais metálicos. Os artefatos originados especialmente pelo endurecimento do feixe, ocasionam na degradação e redução da qualidade das imagens Tomográficas Computadorizadas de Feixe Cônico, prejudicando o potencial diagnóstico de lesões dentárias. O uso dos filtros de otimização para redução de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cariada, traz uma perspectiva positiva para a área de avaliação, mesmo quando a tomografia não é solicitada para tal finalidade, com a possibilidade de agregar e fidelizar o diagnóstico dessas lesões. Por conseguinte, este exame vem se tornando o padrão ouro em diagnóstico, melhorando a previsibilidade e a tomada de decisão clínica impactando em melhores resultados para o profissional e paciente.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada. Cárie dentária. Radiologia odontológica.

ABSTRACT

Visualizing early carious lesions, especially those affecting the proximal surfaces, is a challenging task since these are lesions with low contrast, irregular shape and surrounded by highly dense structures. Innovative methods in cone beam computed tomography came with the aim of improving the pre- and post-processing image, such as increasing kilovoltage (kV) and the use of image reconstruction algorithms to reduce artifacts (Metal Artefact Reduction-MAR). Thus, the objective of carrying out this work is to evaluate the artifact-reducing filters available in CBCT in the area of dentistry, as a means of optimizing, in addition to ensuring reliability in the diagnosis of carious lesions in their clinical applicability. 50 molar teeth were used, made available by the PUC Minas Human Teeth Bank. The teeth were divided into: G1 - Sound Teeth; G2 - Decayed Teeth; G3 - teeth with class II cavity preparation with resin restorations (Filtel Bulk Fill – A2); G4 - same procedure as group G3 with the use of hyperdense lining material (3M Universal Plus Scotch Bond Adhesive) and G5 - same procedure as group G3 with the use of hypodense lining material Glass Ionomer F (Vitre Bond). The equipment used was the Carestream Dental 9600 CT scanner and the post-processing filter - MAR was applied. Three examiners scored according to the Likert Scale. For statistical evaluation, intra- and inter-rater agreement analysis was performed according to the Kappa test, in addition to the Cochran's Q test, with a significance level of 5%. When comparing the patient simulations at each kilovoltage, voxel and MAR filter, it is observed that they all showed very high accuracy. As no group had a statistical difference with the other ($p < 0.05$), all kilovoltage, voxel and MAR filter modalities tested provide a diagnosis compatible with the real one in the vast majority of cases. 99% accuracy when the patient does not have adjacent metallic objects, and 95% accuracy when the patient has such objects, such as metallic restorations, implants and metallic intracanal retainers. Artifacts caused especially by the hardening of the beam, cause degradation and reduction in the quality of Cone Beam Computed Tomographic images, compromising the potential diagnosis of dental lesions. The use of optimization filters to reduce metallic artifacts in the tomographic diagnosis of carious lesions brings a positive perspective to the evaluation area, even when tomography is not requested for this purpose. Therefore, this exam has become our standard in diagnosis, improving predictability and clinical decision-making, resulting in better results for professionals and patients.

Keywords: Computed tomography. Dental caries. Dental Radiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Radiografia Periapical dos dentes do Grupo G2- Dentes Cariados	32
Figura 2: Radiografia Periapical dos dentes do Grupo G3- Dentes Restaurados	33
Figura 3: Radiografia Periapical dos dentes do Grupo G4- Dentes com material forrador hiperdenso	33
Figura 4: Montagem do manequim de modelo experimental 1 - Imagem 3D, reconstruções coronal e axial.....	34
Figura 5: Montagem do manequim de modelo experimental 2 - Imagem 3D, corte coronal e corte axial	35
Figura 6: Simulação de modelo experimental nos manequins 1 e 2.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Divisão dos dentes em 5 grupos	31
Quadro 2: Pontuação da Escala de Likert usada pelos avaliadores	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico- Reconstruções coronais modelo experimental 1	37
Tabela 2: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico- Reconstruções coronais modelo experimental 2	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Imagens Tridimensionais
FOV	Field of view – campo de visão
Kv	Quilovoltagem
MAR	Metal Artefact Reduction
PPI	Pixels por polegada
PUC Minas	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
TCCB	Tomografia Computadorizada Cone Beam
TCFB	Tomografia computadorizada Fan Beam
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	OBJETIVOS	29
2.1	Objetivo geral.....	29
2.2	Objetivos específicos.....	29
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1	Aprovação do projeto.....	31
3.2	Caracterização da amostra	31
3.3	Dentes desmineralizados.....	32
3.4	Confecção dos preparos cavitários e restaurações.....	32
3.5	Confecção do manequim 1 (Simulação de modelo experimental com dentes adjacentes hígidos).....	34
3.6	Confecção do manequim 2 (Simulação de modelo experimental com implante e retentor intracanal)	35
3.7	Aquisição das tomografias computadorizadas	36
3.8	Aplicação dos filtros pós processamento.....	36
3.9	Avaliação das imagens	37
3.10	Análise estatística	38
4	ARTIGO CIENTÍFICO.....	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS	61
	ANEXO A - Parecer Consubstanciado do CEP PUC Minas.....	63
	ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido entregue aos Avaliadores	67

1 INTRODUÇÃO

As lesões cariosas podem ser definidas como desmineralização do elemento dentário, ou seja, uma perda de composto mineral (envolvendo esmalte, dentina e/ou cimento). Por ser um processo multifatorial, complexo, contínuo e dinâmico, o diagnóstico e tratamento das lesões de cárie está diretamente na dependência de um diagnóstico preciso. A depender do estágio de progressão dessa desmineralização, é possível a visualização clínica da área afetada, que pode variar desde uma discreta alteração de coloração a cavidades de extensões e profundidades variadas. Na presença de material restaurador, a visualização de possíveis áreas desmineralizadas é extremamente prejudicada, pois normalmente não é possível observar a condição da estrutura dentária subjacente à restauração (Belém *et al.*, 2013).

A visualização de lesões de cárie, especialmente cáries proximais, é uma tarefa desafiadora uma vez que estas são lesões por vezes de pequeno porte, com baixo contraste, forma irregular e justapostas por estruturas altamente densas, como o esmalte adjacente do próprio elemento dentário, bem como do dente adjacente. Esse diagnóstico é especialmente mais difícil na região posterior, em virtude da morfologia desses dentes, além do difícil acesso à região posterior da cavidade oral por visão direta e iluminada. Sabe-se que é fundamental a associação do exame clínico com o exame radiográfico interproximal, uma vez que o processo de desmineralização das lesões cariosas proporciona uma diminuição da absorção dos raios X, formando uma radioluscência no esmalte e/ou dentina das faces proximais e oclusais. Desta forma, os exames radiográficos são uma importante ferramenta para o diagnóstico de cárie e elaboração de planos de tratamento, além de ser um método altamente eficaz para avaliar a qualidade do tratamento e seus resultados ao longo do acompanhamento, evitando intervenções restauradoras desnecessárias. Vale ressaltar que grande parte dos materiais restauradores estéticos utilizados na atualidade proporcionam radiopacidade semelhantes às estruturas dentárias mineralizadas (Salzedas; Louzada; Oliveira Filho, 2006).

O desenvolvimento da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (*Cone Beam* - TCCB), em 1997-1998, proporcionou um grande avanço no diagnóstico por imagem na Odontologia, oferecendo maior segurança no diagnóstico das diversas afecções do complexo-mandibular, além de facilitar o planejamento de diversos tratamentos, por meio das reconstruções multiplanares e em terceira dimensão. As

imagens tomográficas são indicadas em diversas áreas da Odontologia, principalmente para o planejamento de implantes osteointegrados, planejamento ortodôntico, endodontia e cirurgias bucomaxilofaciais (Ballrick *et al.*, 2008; Tyndall; Rathore, 2008). Vários trabalhos apontam que a utilização desta tecnologia pode oferecer excelentes imagens para a detecção de lesões cariosas proximais (Belém *et al.*, 2013, Kamburoğlu *et al.*, 2011; Wenzel *et al.*, 2013).

Existem diversos estudos sobre diagnóstico de lesões de cárie em TCFC, porém a sua indicação para avaliação dessas lesões ainda é bastante questionada na literatura, não só por sua capacidade de diagnóstico, como também devido à alta dose de radiação empregada no exame, quando comparada aos exames bidimensionais. O que observamos é o crescente uso das tomografias nas diversas áreas da odontologia e muitas vezes pode-se realizar o diagnóstico concomitante de lesões cariosas, o que poderia agregar às diversas solicitações (Park *et al.*, 2011).

Apesar da grande utilização desta tecnologia na Odontologia Moderna, sabe-se que durante a aquisição das imagens tomográficas, tanto nos tomógrafos com a tecnologia *fan beam* e *cone beam*, pode haver a produção de artefatos que podem prejudicar na formação da imagem final, sendo este mais evidente nos tomógrafos *cone beam*. Na maioria dos casos, a formação destes artefatos é devido a presença de metal e/ou de outros materiais densos que podem estar presente no complexo maxilo-mandibular (como implantes dentários, placas cirúrgicas, aparelho ortodôntico, retentores intracanaís, materiais endodônticos, restaurações metálicas, entre outros) que promovem o feixe de raios X de maior energia provocando a formação de linhas hipodensas e hiperdensas de forma radial sobrepostas às estruturas ósseas e dentárias (Santarella, 2019).

Outros diferentes tipos de artefatos podem ser observados nas imagens de TCFC, como a ausência de sinal, feixe de raios X de maior energia, efeito do volume parcial, em anel e os de movimento (Barrett; Keat, 2004; Schulze *et al.*, 2011). Os artefatos podem ser divididos de acordo com os fatores responsáveis pela sua origem. Quando causados pelo paciente, estão relacionados à presença de materiais metálicos na área de exame e à movimentação do paciente durante a aquisição da imagem. Os artefatos de reconstrução, ao contrário, resultam de erros na reconstrução dos cortes adquiridos.

Com o objetivo de diminuir a produção destes artefatos, os fabricantes dos tomógrafos e *softwares*, estão desenvolvendo métodos inovadores tanto no que diz

respeito da qualidade dos raios X formados dentro da ampola do aparelho, como no desenvolvimento de algoritmos matemáticos que são aplicados após a formação das imagens tomográficas, na fase pós processamento.

Dentro desses métodos inovadores pode-se citar o desenvolvimento de filtros de evidenciação/otimização pós processamentos, melhoramento das ferramentas digitais de brilho/contraste, aumento da quilovoltagem (kV) e a utilização de algoritmos matemáticos de reconstrução de imagem para diminuição destes artefatos (*Metal Artefact Reduction* - MAR). O algoritmo MAR tem como objetivo revelar detalhes anatômicos obscurecidos por artefatos metálicos, ajudando a utilizar exames de TC e a diagnosticar doenças e alvos de contorno com maior confiança (Feldhaus *et al.*, 2019).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo da realização deste trabalho é avaliar os filtros redutores de artefatos, *voxel* e a variação de quilovoltagem (kV) disponíveis em TCFC da área da Odontologia, como meio de otimizar, além de fidelizar o diagnóstico de lesões cariosas e materiais forradores dos sistemas adesivos em sua aplicabilidade clínica.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar se o tamanho do voxel influencia na produção de artefatos metálicos das imagens tomográficas no diagnóstico de lesões cariosas simuladas, no tomógrafo CS 9600 da Carestream, em duas diferentes situações clínicas (dentes hígidos e não hígidos);
- b) avaliar o algoritmo matemático de reconstrução de imagem para diminuição de artefatos metálicos (*Metal Artefact Reduction - MAR*) nas imagens tomográficas no diagnóstico de lesões cariosas simuladas, no tomógrafo CS 9600 da Carestream, em duas diferentes situações clínicas (dentes hígidos e não hígidos);
- c) avaliar a variação de quilovoltagem (kV) para diminuição de artefatos metálicos nas imagens tomográficas no diagnóstico de lesões cariosas simuladas, no tomógrafo CS 9600 da Carestream, em duas diferentes situações clínicas (dentes hígidos e não hígidos).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aprovação do projeto

Este projeto foi submetido ao Comitê de ética em Pesquisa da PUC MINAS (CAAE: 62446522.8.0000.5137) para apreciação e, após aprovação, em 22 de novembro de 2022, foi conduzido de acordo com as normas vigentes (ANEXO A).

3.2 Caracterização da amostra

Para calcular o tamanho usando análise de variância, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$n = 2 \left[s \left(\frac{z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta}}{d} \right) \right]^2$$

Adotando-se um nível de 5% de significância, poder mínimo de 80% e considerando o desvio padrão igual a 1 e os resultados da hipótese, baseados em um estudo piloto com 5 pacientes, o tamanho da amostra obtido foi de 42.

Foram utilizados 50 dentes molares (primeiro e segundo molares), superiores e inferiores dentro dos padrões anatômicos normais, disponibilizados pelo Banco de Dentes Humanos da PUC Minas. Os dentes foram divididos de maneira aleatória em cinco grupos de dez dentes:

Quadro 1: Divisão dos dentes em 5 grupos

G1. Dentes Hígidos
G2. Dentes Cariados
G3. Dentes Restaurados
G4. Dentes Restaurados Com Material Forrador Hiperdenso
G5. Dentes Restaurados Com Material Forrador Hipodenso

Fonte: Elaborado pela autora

3.3 Dentes desmineralizados

Foram selecionados dez dentes molares para o grupo G2 da amostra. Esses dentes foram avaliados com aspecto clínico para dentes cariados, porém sem cavitação visível, e após foram radiografados para melhor acuidade visual, comprovando a imagem radiográfica para desmineralização dentinária na face oclusal.

Figura 1: Radiografia Periapical dos dentes do Grupo G2- Dentes Cariados



Fonte: Elaborado pela autora

3.4 Confeção dos preparos cavitários e restaurações

Os preparos cavitários foram confeccionados nos dentes molares selecionados para os grupos G3, G4 e G5 da amostra, pelo mesmo operador.

Os dentes dos grupos G3, G4 e G5 foram limpos, individualmente fixados na base. Então, cavidades classe I foram preparadas no terço médio da face oclusal, usando Broca de ponta Diamantada FG 3131 (KG Sorensen, Barueri, Brasil) em alta rotação, sob resfriamento ar/água. As pontas diamantadas foram descartadas a cada cinco preparos. Todos os preparos foram confeccionados 3 mm aquém da junção amelocementária, com a seguinte dimensão: profundidade de 4 mm (comprimento total da parte ativa da broca 3131), mantendo todas as margens superficiais da cavidade em substrato de esmalte.

Foram confeccionadas para o grupo G3 cavidades classe I no terço médio da face oclusal, usando Broca de ponta Diamantada FG 3131 (KG Sorensen, Barueri, Brasil), ataque ácido e adesivo, em seguida foram selados com Restaurações em resina composta (Filtek™ One Resina Bulk Fill– A2 ©).

Para o Grupo G4, foram confeccionadas cavidades classe I no terço médio da face oclusal, usando Broca de ponta Diamantada FG 3131 (KG Sorensen, Barueri, Brasil). Utilizou-se o material forrador hiperdenso (Adesivo Scotchbond Universal Plus©) e selou-se com Restaurações em resina composta (Filtek Bulk Fill, cor A2).

No Grupo G5, também foram confeccionadas cavidades classe I no terço médio da face oclusal, usando Broca de ponta Diamantada FG 3131 (KG Sorensen, Barueri, Brasil). Utilizou-se o material forrador hipodenso – Cimento de Ionômero de Vidro F (Vitre Bond) e selou-se com Restaurações em resina composta (Filtek Bulk Fill, cor A2).

Os dentes foram radiografados após os preparos, como mostram as imagens a seguir:

Figura 2: Radiografia Periapical dos dentes do Grupo G3- Dentes Restaurados



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 3: Radiografia Periapical dos dentes do Grupo G4- Dentes com material forrador hiperdenso

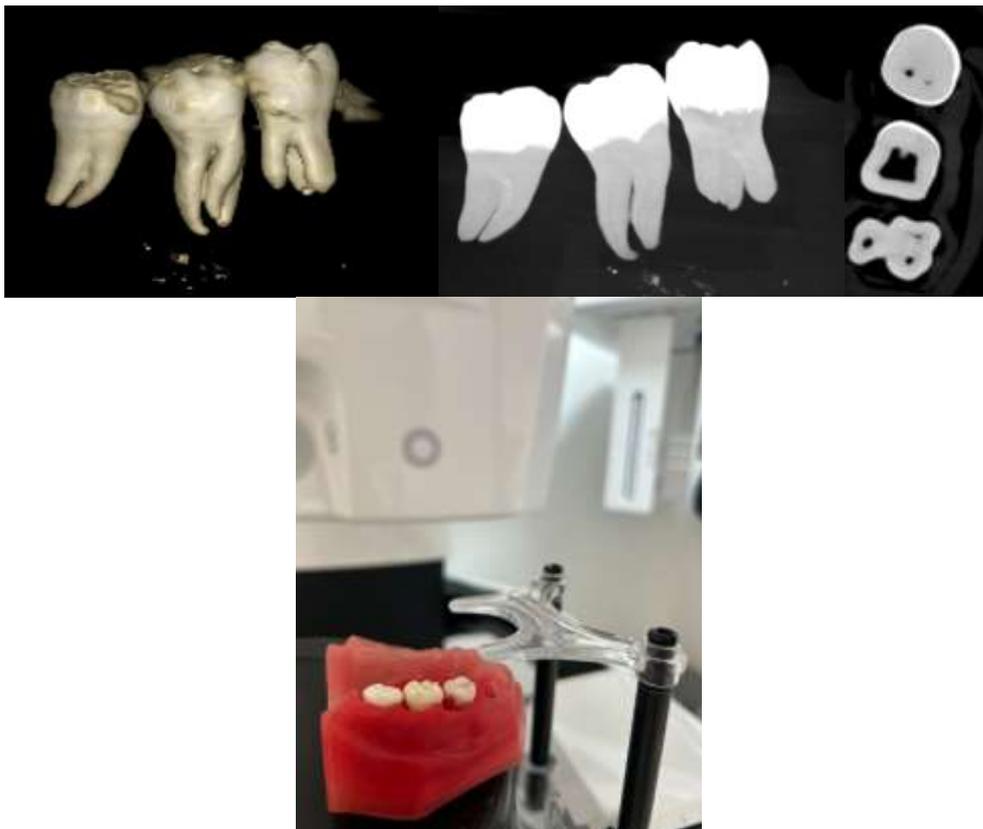


Fonte: Elaborado pela autora

3.5 Confeção do manequim 1 (Simulação de modelo experimental com dentes adjacentes hígidos)

Para o grupo controle, nos locais dos primeiros e terceiros molares, foram colocados dentes hígidos, ou seja, com ausência de qualquer material restaurador, tanto estético como metálico. No lugar dos segundos molares os dentes dos grupos G1-G5 foram trocados e montados nos manequins Prodens Top® Articulado (Prodens). Para fixação dos elementos dentários foi confeccionado uma base composta de cera utilidade (Lysanda) com a finalidade de que os dentes fossem fixados para o experimento.

Figura 4: Montagem do manequim de modelo experimental 1 - Imagem 3D, reconstruções coronal e axial

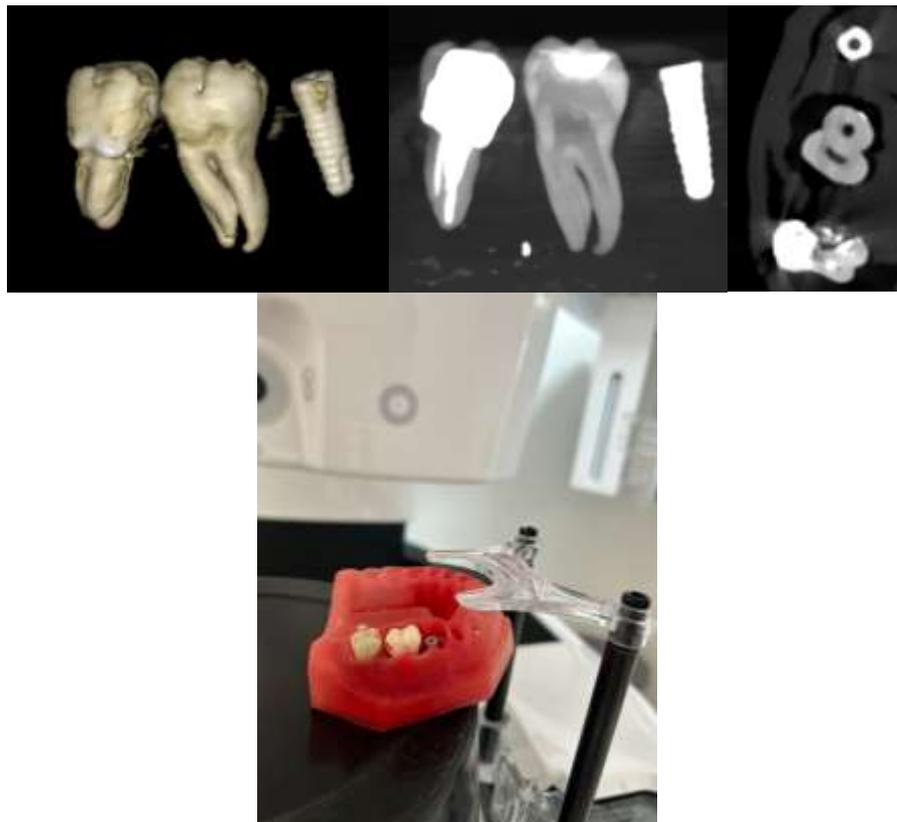


Fonte: Elaborado pela autora

3.6 Confeção do manequim 2 (Simulação de modelo experimental com implante e retentor intracanal)

Para o grupo teste, no local dos primeiros molares, foram colocados um dente molar tratado endodonticamente e com a presença de retentor intracanal metálico e no local do terceiro molar, foi utilizado um implante dentário (Neodent ®- Grupo Straumann, Suíça). No lugar dos segundos molares os dentes dos grupos G1-G5 foram montados e trocados no manequim Prodens Top® Articulado (Prodens). Para fixação dos elementos dentários foi confeccionado, assim como no modelo experimental 1, uma base composta de cera utilidade (Lysanda) com a finalidade de que os dentes fossem fixados para o experimento.

Figura 5: Montagem do manequim de modelo experimental 2 - Imagem 3D, corte coronal e corte axial



Fonte: Elaborado pela autora

3.7 Aquisição das tomografias computadorizadas

O equipamento tomográfico utilizado foi o Carestream 9600 © (Carestream Dental LLC; Cumberland Blvd. Atlanta), seguindo o protocolo recomendado pelo fabricante, utilizando o menor FOV possível e as quilovoltagem disponíveis: 100kV e 120 kV. O tempo de exposição é fixo do aparelho e foi utilizado de acordo com o fabricante. Com um total de 50 dentes divididos em 5 grupos, cada dente foi irradiado 8 vezes (100kV HR/ 100Kv STD, 120Kv HR e 120Kv STD- todos com filtro MAR e sem MAR), totalizando 400 tomografias. Vale ressaltar que neste aparelho HR equivalem a 75 µm e STD 105 µm.

Figura 6: Simulação de modelo experimental nos manequins 1 e 2



Fonte: Elaborado pela autora

3.8 Aplicação dos filtros pós processamento

Foi aplicado o filtro pós processamento MAR nas imagens obtidas do tomógrafo Carestream 9600, uma vez que o tomógrafo da pesquisa apresenta esta tecnologia. O filtro de evidenciação/otimização foi aplicado de forma livre para os avaliadores em três formas: 0%, 50% e 100%.

3.9 Avaliação das imagens

Três cirurgiões-dentistas, radiologistas, com experiência em interpretação de imagens, atuaram como avaliadores das imagens obtidas. Vale ressaltar que os avaliadores eram duplamente cegos e os grupos foram embaralhados para que o avaliador não soubesse qual grupo estava pontuando.

As imagens foram avaliadas em grupos de 15 por sessão, para evitar que os examinadores cometessem erros nas avaliações em virtude de possível fadiga visual. Os examinadores pontuaram de acordo com a *Escala de Likert* (1932):

Quadro 2: Pontuação da Escala de Likert usada pelos avaliadores

1- Certeza da ausência de cárie;
2- Provavelmente não há cárie;
3- Incerteza;
4- Provavelmente há cárie;
5- Certeza da presença de cárie.

Fonte: Likert (1932)

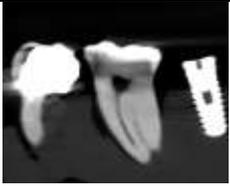
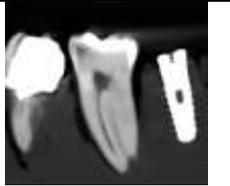
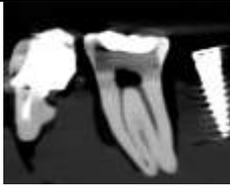
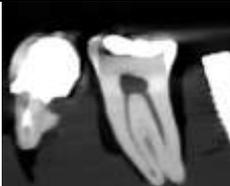
Foi realizado a análise de concordância intra e inter avaliador de acordo com o *Teste Kappa*.

Tabela 1: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico- Reconstruções coronais modelo experimental 1

	100 STD S/ MAR	100 STD C/ MAR	100 HR S/ MAR	100 HR C/ MAR
Paciente 1				
	120 STD S/ MAR	120 STD C/ MAR	120 HR S/ MAR	120 HR C/ MAR
				

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 2: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico- Reconstruções coronais modelo experimental 2

	100 STD S/ MAR	100 STD C/ MAR	100 HR S/ MAR	100 HR C/ MAR
Paciente 2				
	120 STD S/ MAR	120 STD C/ MAR	120 HR S/ MAR	120 HR C/ MAR
				

Fonte: Elaborado pela autora

3.10 Análise estatística

Os dados foram adquiridos por meio da comparação dos resultados dados pelos examinadores com o resultado real (considerado como padrão ouro) e submetidos à análise no software R Core Team (*A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019*). O Teste de Kappa não ponderado foi empregado, com um intervalo de confiança de 95%, para avaliar a concordância intra e interobservadores, classificada da seguinte maneira: ausência de concordância (<0), concordância fraca (0 a 0,20), concordância regular (0,21 a 0,40), concordância aceitável (0,41 a 0,60), concordância boa (0,61 a 0,80) e concordância excelente (0,81 a 1).

O teste Q de Cochran foi utilizado para avaliar se os parâmetros quilovoltagem, tamanho do voxel e utilização de filtro redutor de artefato metálico das imagens tomográficas, influencia no diagnóstico de lesões cáries simuladas, em dois diferentes simulações de paciente. O nível de significância para a análise dos resultados foi fixado em 5% e o intervalo de confiança (IC) foi de 95%.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Avaliação dos filtros redutores de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cariosa

Artigo a ser submetido no periódico **Imaging Science in Dentistry (Qualis A3)**.

As normas para submissão encontram-se no link <https://isdent.org/index.php?body=instructions>

Avaliação dos filtros redutores de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cariosa

Lorena Esteves Silveira¹, Isabella Caroline Fonseca Tavares¹, Thaygla Cristhina de Araújo Gandra¹, Lizandra Gonzaga Rodrigues¹, Mariana Carvalho¹, Diogo de Azevedo Miranda¹, Flávio Ricardo Manzi ¹

¹ Departamento de odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

Correspondência ao autor:

Dr. Flávio Ricardo Manzi, Programa de Pós-graduação em Odontologia – PUC Minas, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46/Sala 101 – Coração Eucarístico, CEP 30535-901 – Belo Horizonte/MG – Brasil

Telefone: +55 31 3319-4414 - E-mail: manzi@pucminas.br

RESUMO

Objetivos: Métodos inovadores em TCFC, vieram com intuito de melhoria da imagem pré e pós processamento, como o aumento da quilovoltagem (kV) e a utilização de algoritmos de reconstrução de imagem para diminuição de artefatos (Metal Artefact Reduction-MAR). Assim, o objetivo da realização deste trabalho é avaliar os filtros redutores de artefatos disponíveis em TCFC da área da odontologia, como meio de otimizar o diagnóstico de lesões cariosas.

Materiais e Métodos: Foram utilizados 50 dentes molares, disponibilizados pelo Banco de Dentes Humanos da PUC-Minas. Os dentes foram divididos em: G1 - Dentes Hígidos; G2 - Dentes Cariados; G3 - dentes com preparo cavitário classe II com restaurações de resina (Filtel Bulk Fill – A2); G4 - mesmo procedimento do grupo G3 com a utilização de material forrador hiperdenso (Adesivo Universal Plus Scotch bond 3M) e G5 - mesmo procedimento do grupo G3 com a utilização material forrador hipodenso Ionômero de Vidro F (Vitre Bond). O equipamento utilizado foi o tomógrafo 9600 da Carestream Dental e foi aplicado o filtro pós processamento-MAR. Três examinadores pontuaram de acordo com a Escala de Likert. Para avaliação estatística foi realizado a análise de concordância intra e inter avaliador de acordo com o Teste Kappa, além do teste Q de Cochran, com nível de significância de 5%.

Resultados: Ao se comparar as simulações dos pacientes em cada quilovoltagem, *voxel* e filtro MAR, observa-se que todos apresentaram altíssima acurácia. Como nenhum grupo teve diferença estatística com o outro ($p < 0,05$), todas as modalidades de quilovoltagem, *voxel* e filtros MAR testadas, promovem diagnóstico compatível com o real na grande maioria das vezes. Sendo 99% de acerto quando o paciente não apresenta objetos metálicos adjacentes, e 95% de acerto quando o paciente apresentar tais objetos, como implantes, restauração e retentores intracanaís metálicos.

Conclusão: O uso dos filtros de otimização para redução de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cariada, traz uma perspectiva positiva para a área de avaliação, mesmo quando a tomografia não é solicitada para tal finalidade.

PALAVRAS-CHAVE: Tomografia computadorizada; Cárie dentária; Radiologia odontológica.

Introdução

As lesões cariosas podem ser definidas como desmineralização do elemento dentário, ou seja, uma perda de composto mineral, (esmalte, dentina e/ou cimento). Por ser um processo multifatorial, complexo, contínuo e dinâmico, o diagnóstico e tratamento das lesões de cárie está diretamente na dependência de um diagnóstico preciso. Na presença de material restaurador, a visualização de possíveis áreas desmineralizadas é extremamente prejudicada, pois normalmente não é possível observar a condição da estrutura dentária subjacente à restauração.¹ O desenvolvimento da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (*Cone Beam - TCCB*), proporcionou um grande avanço no diagnóstico por imagem na Odontologia.

O que observamos é o crescente uso das tomografias nas diversas áreas da odontologia e muitas vezes pode-se realizar o diagnóstico concomitante de lesões cariosas, que poderia agregar as diversas solicitações.²

Apesar da grande utilização desta tecnologia na Odontologia Moderna, sabe-se que durante a aquisição das imagens tomográficas, pode haver a produção de artefatos que podem prejudicar na formação da imagem final. Os artefatos podem ser divididos de acordo com os fatores responsáveis pela sua origem. Quando causados pelo paciente, estão relacionados à presença de materiais metálicos na área de exame e à movimentação do paciente durante a aquisição da imagem.³ Os artefatos de reconstrução, ao contrário, resultam de erros na reconstrução dos cortes adquiridos.

Com o objetivo de diminuir a produção destes artefatos, os fabricantes dos tomógrafos e *softwares*, estão desenvolvendo métodos inovadores tanto no que diz respeito da qualidade dos raios X formados dentro da ampola do aparelho, como no desenvolvimento de algoritmos matemáticos que são aplicados após a formação das

imagens tomográficas, na fase pós processamento. Dentro desses métodos inovadores pode-se citar o desenvolvimento de filtros de evidenciação/otimização pós processamentos, melhoramento das ferramentas digitais de brilho/contraste, aumento da quilovoltagem (kV) e a utilização de algoritmos matemáticos de reconstrução de imagem para diminuição destes artefatos (*Metal Artefact Reduction* - MAR). O algoritmo MAR tem como objetivo revelar detalhes anatômicos obscurecidos por artefatos metálicos, ajudando a utilizar exames de TC e a diagnosticar doenças e alvos de contorno com maior confiança.⁴

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o tamanho de *voxel*, filtros redutores de artefatos e a variação de quilovoltagem (kV) nas imagens tomográficas no diagnóstico de lesões cariosas.

Materiais e Métodos

Este projeto foi submetido ao Comitê de ética em Pesquisa da PUC Minas (CAAE: 62446522.8.0000.5137) para apreciação e, após aprovação, em 22 de novembro de 2022, foi conduzido de acordo com as normas vigentes. Foram utilizados 50 dentes molares (primeiro e segundo molares), superiores e inferiores dentro dos padrões anatômicos normais, disponibilizados pelo Banco de Dentes Humanos da PUC Minas. Os dentes foram divididos de maneira aleatória em cinco grupos de dez dentes.

Foram selecionados dez dentes molares para o grupo G2 da amostra. Esses dentes foram avaliados com aspecto clínico para dentes cariados, porém sem cavitação visível, e após foram radiografados para melhor acuidade visual, comprovando a imagem radiográfica para desmineralização dentinária na face oclusal.

Os preparos cavitários foram confeccionados nos dentes molares selecionados para os grupos G3, G4 e G5 da amostra, pelo mesmo operador. Os dentes dos grupos G3, G4 e G5 foram limpos, individualmente fixados na base. Então, cavidades classe I foram preparadas no terço médio da face oclusal, usando Broca de ponta Diamantada FG 3131 (KG Sorensen, Barueri, Brasil) em alta rotação, sob resfriamento ar/água. As pontas diamantadas foram descartadas a cada cinco preparos. Todos os preparos foram confeccionados 3 mm aquém da junção amelocementária, com a seguinte dimensão: profundidade de 4 mm (comprimento total da parte ativa da broca 3131), mantendo todas as margens superficiais da cavidade em substrato de esmalte.

Foram confeccionadas para o grupo G3 cavidades classe I no terço médio da face oclusal, usando Broca de ponta Diamantada FG 3131 (KG Sorensen, Barueri, Brasil), ataque ácido e adesivo, em seguida foram selados com Restaurações em resina composta (Filtek™ One Resina Bulk Fill– A2 ©).

Para o Grupo G4, foram confeccionadas cavidades classe I no terço médio da face oclusal, usando Broca de ponta Diamantada FG 3131 (KG Sorensen, Barueri, Brasil). Utilizou-se o material forrador hiperdenso (Adesivo Scotchbond Universal Plus©) e selou-se com Restaurações em resina composta (Filtek Bulk Fill, cor A2).

No Grupo G5, também foram confeccionadas cavidades classe I no terço médio da face oclusal, usando Broca de ponta Diamantada FG 3131 (KG Sorensen, Barueri, Brasil). Utilizou-se o material forrador hipodenso – Cimento de Ionômero de Vidro F (Vitre Bond) e selou-se com Restaurações em resina composta (Filtek Bulk Fill, cor A2).

Para o grupo controle, nos locais dos primeiros e terceiros molares, foram colocados dentes hígidos, ou seja, com ausência de qualquer material restaurador, tanto estético como metálico. No lugar dos segundos molares os dentes dos grupos

G1-G5 foram trocados e montados nos manequins Prodens Top® Articulado (Prodens). Para fixação dos elementos dentários foi confeccionado uma base composta de cera utilidade (Lysanda) com a finalidade de que os dentes fossem fixados para o experimento.

Para o grupo teste, no local dos primeiros molares, foram colocados um dente molar tratado endodonticamente e com a presença de retentor intracanal metálico e no local do terceiro molar, foi utilizado um implante dentário (Neodent ®- Grupo Straumann, Suíça). No lugar dos segundos molares os dentes dos grupos G1-G5 foram montados e trocados no manequim Prodens Top® Articulado (Prodens). Para fixação dos elementos dentários foi confeccionado, assim como no modelo experimental 1, uma base composta de cera utilidade (Lysanda) com a finalidade de que os dentes fossem fixados para o experimento.

O equipamento tomográfico utilizado foi o Carestream 9600 © (Carestream Dental LLC; Cumberland Blvd. Atlanta), seguindo o protocolo recomendado pelo fabricante, utilizando o menor FOV possível e as quilovoltagem disponíveis: 100kV e 120kV. O tempo de exposição é fixo do aparelho e foi utilizado de acordo com o fabricante. Com um total de 50 dentes divididos em 5 grupos, cada dente foi irradiado 8 vezes (100kV HR/ 100Kv STD, 120Kv HR e 120Kv STD- todos com filtro MAR e sem MAR), totalizando 400 tomografias. Vale ressaltar que neste aparelho HR equivalem a 75 µm e STD 105 µm.

Foi aplicado o filtro pós processamento MAR nas imagens obtidas do tomógrafo Carestream 9600, uma vez que o tomógrafo da pesquisa apresenta esta tecnologia. O filtro de evidenciação/otimização foi aplicado de forma livre para os avaliadores em três formas: 0%, 50% e 100%.

Três cirurgiões-dentistas, radiologistas, com experiência em interpretação de imagens, atuaram como avaliadores das imagens obtidas. Vale ressaltar que os avaliadores eram duplamente cegos e os grupos foram embaralhados para que o avaliador não soubesse qual grupo estava pontuando. As imagens foram avaliadas em grupos de 15 por sessão, para evitar que os examinadores cometessem erros nas avaliações em virtude de possível fadiga visual. Os examinadores pontuaram de acordo com a Escala de Likert (1932). Foi realizado a análise de concordância intra e inter avaliador de acordo com o Teste Kappa.

Resultados

Os dados foram adquiridos por meio da comparação dos resultados dados pelos examinadores com o resultado real (considerado como padrão ouro) e submetidos à análise no software R Core Team (A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019). O Teste de Kappa não ponderado foi empregado, com um intervalo de confiança de 95%, para avaliar a concordância intra e interobservadores, classificada da seguinte maneira: ausência de concordância (<0), concordância fraca (0 a 0,20), concordância regular (0,21 a 0,40), concordância aceitável (0,41 a 0,60), concordância boa (0,61 a 0,80) e concordância excelente (0,81 a 1).

O teste Q de Cochran foi utilizado para avaliar se os parâmetros quilovoltagem, tamanho do voxel e utilização de filtro redutor de artefato metálico das imagens tomográficas, influencia no diagnóstico de lesões cariosas simuladas, em dois diferentes simulações do modelo experimental. O nível de significância para a análise dos resultados foi fixado em 5% e o intervalo de confiança (IC) foi de 95%.

De acordo com o teste Kappa não ponderado (Tabela 1), os valores interobservador, tanto para a simulação do Modelo Experimental 1 (0,96; 0,97; 0,96; 0,96; 0,95, respectivamente) como para o Modelo Experimental 2 (0,94; 0,94; 0,95; 0,91; 0,90, respectivamente) foram excelentes para todos os grupos G1 a G5. Na análise intraobservador, os resultados também obtiveram concordância excelentes para a simulação de ambos os Modelos Experimentais: Modelo Experimental 1 (0,95; 0,97; 0,92; 0,92; 0,93, respectivamente); e Modelo Experimental 2 (0,93; 0,93; 0,92; 0,91; 0,89, respectivamente).

A precisão de diagnóstico, expressa pelos valores de acurácia (Az), sensibilidade e especificidade, são mostrados na tabela 2. Ao se comparar as simulações dos Modelos Experimentais em cada quilovoltagem, *voxel* e filtro MAR, observa-se que todos apresentaram altíssima acurácia, conseqüentemente os valores de sensibilidade e especificidade também. Como nenhum grupo teve diferença estatística com o outro ($p < 0,05$), todas as modalidades de quilovoltagem, *voxel* e filtros MAR testadas, promovem diagnóstico compatível com o real na grande maioria das vezes. Sendo 99% de acerto quando o paciente não apresenta objetos metálicos adjacentes, e 95% de acerto quando o paciente apresentar tais objetos, como restauração metálica, implantes e retentores intracanaís metálicos.

Na simulação do Modelo Experimental 1, onde o dente de cada grupo avaliado não apresentava estruturas metálicas adjacente, verificou-se que não houve diferença estatística em todos os Grupos avaliados (dentes hígidos, dentes cariados, dentes restaurados, dentes restaurados com material forrador hiperdenso e dentes restaurados com material hiperdenso), conforme a *tabela 3*.

Já nas simulações do Modelo Experimental 2 (Tabela 4), onde adjacente ao dente avaliado havia estruturas metálicas, note que utilizando 100kV, tanto utilizando

o voxel de 75 ou 150 μm e ausência do filtro redutor de artefato metálico, obteve modas correspondente com presença de lesão cariosa em dentes restaurados com forrador hipodenso, como também utilizando 120kV com voxel de 150 μm sem a utilização do filtro MAR. O grupo de dentes que receberam modas diferente do diagnóstico real foi os restaurados com material forrador hiperdenso quando as imagens foram adquiridas utilizando 100kV, tanto utilizando o voxel de 75 ou 150 μm e ausência do filtro redutor de artefato metálico.

Discussão

Exames bidimensionais (2D), sejam extra ou intra orais, não possuem informações completas de algumas regiões, especialmente regiões em que há muita sobreposição de estruturas ou com proporções muito diferentes das reais⁵; em contrapartida o exame de TCFC atualmente é indicado somente para casos específicos que necessitam de uma visualização tridimensional das estruturas, uma vez que sua dose de radiação é mais alta comparado a uma simples radiografia periapical ou interproximal.⁶

O detector e a fonte de raios X giram ao entorno do objeto, fornecendo centenas de projeções de imagens bidimensionais (2D) que irão através de um algoritmo disponibilizar o volume 3D. A avaliação tridimensional (3D) da região de interesse com um volume de dados em diferentes planos, a TCFC tem sido um exame complementar fundamental em odontologia, útil quando utilizado com cautela e conhecimento e por isso tem sido foco em inúmeros estudos científicos.⁷

Ainda considerando a dose de radiação, a TCFC possui a característica de doses mais baixas, quando comparada as tomografias Fan Beam, que operam com maior quilovoltagem (kV) e miliamperagem (mA), porém o nível de ruído comparado

é alto em TCFC e a resolução de contraste melhor interferindo na qualidade da imagem.⁸ Com o aumento das pesquisas e avanços tecnológicos dos aparelhos tomográficos, podem acarretar melhorias como menores doses de radiação, imagens mais nítidas, melhores ferramentas de diagnóstico, filtros de otimização, filtros redutores de artefatos, entre outras. Por conseguinte, este exame vem se tornando o padrão ouro em diagnóstico, melhorando a previsibilidade e a tomada de decisão clínica impactando em melhores resultados para o profissional e paciente.

Vale ressaltar que a radiografia intra oral interproximal é o exame por imagem indicado para pesquisa de lesões cariosas, entretanto, com o aumento das solicitações dos exames tomográficos, para diversas finalidades como implantodontia, ortodontia, cirurgia odontológica, endodontia, entre outros; a avaliação minuciosa de todas as estruturas avaliadas no exame deve ocorrer de forma precisa, implicando na possibilidade de evitar novos exames radiológicos, consequentemente maior dose de radiação necessária.

Para seleção dos dentes, houve uma padronização em relação as dimensões e formas da câmara pulpar (dentes molares) e também do operador nos preparos cavitários de forma que somente a avaliação da imagem pudesse interferir no resultado.⁹ Os avaliadores foram duplos cegos, os exames foram dispostos de forma aleatória durante a avaliação. Na análise intraobservador, os resultados também obtiveram concordância excelentes para a simulação de ambos os pacientes. Esse resultado mostra que o método testado pode ser confiável, mesmo que cada um dos três avaliadores tenha utilizado critérios individuais para o diagnóstico de cárie. Logicamente, a concordância entre os avaliadores pode estar relacionada com a experiência de cada um deles, com a qualidade da imagem e com as condições de avaliação.¹⁰

Diversos estudos demonstraram o potencial da TCFC como também exame diagnóstico da região coronária¹¹, porém ainda pouco verificados em situações mais rotineiras, principalmente considerando obter diagnósticos precoces. No grupo dos dentes cariados (G2), os dentes selecionados apresentavam desmineralizações naturais para simular condições clínicas, e nem todas as lesões se manifestavam da mesma maneira, dificultando o diagnóstico clínico-imagiológico. Em razão de os dentes apresentarem diferentes padrões de desmineralização, algumas lesões foram mais facilmente reconhecidas do que outras, entretanto mesmo com as diferenças o resultado final não foi alterado. As lesões avaliadas apresentavam desmineralização na face oclusal, essa localização pode ter contribuído para que a concordância interavaliadores apresentasse resultados próximos.

Foram desenvolvidos diferentes algoritmos de redução de artefatos, entre eles o MAR que foi utilizado no presente estudo. Coelho-Silva et al.¹² avaliaram a influência dos ajustes de janelas e algoritmos MAR na distorção volumétrica de diferentes materiais de alta densidade por segmentação de volume. A eficácia desses algoritmos tem sido tema de muitas investigações, relatando resultados controversos. Quanto maior o número atômico do material, ou seja, quanto maior a sua densidade, uma maior expressão de artefatos estará presente.

Cebe et al.¹³ concluíram que o uso do algoritmo MAR aumentou significativamente a precisão do diagnóstico para a detecção de cárie proximal quando a superfície cariada estava em contato com restaurações de compósito ou amálgama. Ao se comparar as simulações dos pacientes em cada kilovoltagem, *voxel* e filtro MAR, observou-se que todos apresentaram altíssima acurácia, conseqüentemente os valores de sensibilidade e especificidade também.

Queiroz et al.¹⁴ em concordância, ao utilizarem um algoritmo na redução de artefatos de metal (MAR) em imagens TCFC de diferentes materiais dentários (amálgama dentário ou liga de cobre e alumínio), em diferentes tamanhos de FOV e voxel obtiveram resultados semelhantes para os diferentes parâmetros de FOV e voxel. Os protocolos de imagens adotados e o uso do MAR devem ser selecionados caso a caso e baseados nos critérios de seleção. No presente estudo, note que utilizando 100kV, tanto utilizando o *voxel* de 75 ou 150µm e ausência do filtro reductor de artefato metálico, observa-se modas correspondente com presença de lesão cariiosa em dentes restaurados com forrador hipodenso, como também utilizando 120kV com *voxel* de 150 µm sem a utilização do filtro MAR.

Quanto as imagens, sabe-se que características do sistema de TCFC, densidade do objeto, protocolo de aquisição, algoritmo, são alguns fatores que influenciam na sua aquisição e reconstrução. O voxel, presente na matriz, irá representar de forma numérica o valor de cinza correspondente ao grau de atenuação linear dos fótons que chegaram ao receptor de imagem, após serem filtrados pelo objeto de estudo na região de interesse, e após sofrerem a influência de todos esses fatores podendo apresentar uma grande variabilidade de valores⁸ com uma imagem final que muitas vezes não possui informações suficientes para auxiliar o diagnóstico em certas condições. Sendo assim, mesmo diante das progressões atuais em TCFC, e a possibilidade de obter imagens de alta resolução¹⁵ existem limitações da técnica. Fatores, que durante a aquisição da imagem, interagem e podem influenciar na formação dos artefatos que são expressos em diversos graus.^{8,16}

Na busca de oportunidades ligadas a esta melhoria, em alguns sistemas de TCFC, existe a possibilidade da ativação dos algoritmos de redução de artefato metálico (MAR) que variam de acordo com o fabricante, podendo ser acionados antes

da aquisição da imagem ou mesmo depois. Estes parecem contribuir para a redução do ruído da imagem¹⁷, em alguns estudos encontramos controvérsia, quanto a capacidade de auxiliar o diagnóstico clínico¹⁸ assim sua indicação e eficácia ainda não demonstraram nível suficiente de evidência, necessitando de estudos complementares a esse.

Uma das ferramentas de melhoramento das imagens digitais é a utilização dos filtros de imagem.¹⁹ Os filtros de imagem podem ser de dois tipos, realce ou suavização. Com a finalidade de melhorar a diferenciação dos tecidos, os softwares presentes nos aparelhos de TCFC apresentam uma função de aumentar o contraste, isto é, diminuir os valores da escala de cinza, conseqüentemente aumentando os tons de branco. Entretanto, como observado neste estudo, o grupo de dentes que receberam modas diferentes do diagnóstico real foi os restaurados com material forrador hiperdenso, quando as imagens foram adquiridas utilizando 100 kV, tanto utilizando o *voxel* de 75 ou 150 μm , na ausência do filtro redutor de artefato metálico.

Os protocolos de imagens adotados e o uso do MAR devem ser selecionados caso a caso e baseados nos critérios de seleção. A redução de artefatos metálicos tem recebido destaque nas últimas pesquisas relacionadas ao desempenho da tomografia computadorizada de feixe cônico devido à sua repercussão e impacto nos parâmetros que afetam o sucesso do processo terapêutico.²⁰ Nesse contexto, têm sido desenvolvidos métodos para reduzir esses artefatos, seja de restaurações metálicas, materiais restauradores, material de obturação de canal radicular e retentores metálicos, com o objetivo de melhorar a visualização de estruturas anatômicas, fraturas e perfurações.

O uso de materiais hiperdensos tem sido adotado como forma de redução da possibilidade de erros de diagnóstico de conseqüentemente do planejamento

terapêutico. Assim, utilizar os recursos disponíveis podem fornecer uma imagem de melhor qualidade, com a redução de artefato, redução de doses de radiação para o paciente, visto a não necessidade de imagens radiográficas para complementação do diagnóstico, assim como o uso de ferramentas podem proporcionar a avaliação tridimensional e capacidade de ler arquivos DICOM de diferentes softwares. Mais estudos sobre seus benefícios, usos e aplicações devem ser realizados para melhor se adequar na prática clínica e conseqüentemente, apoiar a tomada de decisão, com objetivo de enriquecer a previsibilidade do diagnóstico, do tratamento e redução das doses de radiação.

Referências

1. Belém MD, Tabchoury CP, Ferreira-Santos RI, Groppo FC, Haiter-Neto F. Performance of a photostimulable storage phosphor digital system with or without the sharpen filter and cone beam CT for detecting approximal enamel subsurface demineralization. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013;42(5):20120313. doi: 10.1259/dmfr.20120313.
2. Park YS, Ahn JS, Kwon HB, Lee SP. Current status of dental caries diagnosis using cone beam computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2011 Jun;41(2):43-51. doi: 10.5624/isd.2011.41.2.43.
3. Akdeniz BG, Gröndahl HG, Magnusson B. Accuracy of proximal caries depth measurements: comparison between limited cone beam computed tomography, Storage. *Caries Res.* 2006;40(3):202-7. doi: 10.1159/000092226.
4. Feldhaus F, Böning G, Jonczyk M, Kahn J, Fehrenbach U, Maurer M, *et al.* Metallic dental artifact reduction in computed tomography (Smart MAR): Improvement of image quality and diagnostic confidence in patients with suspected

head and neck pathology and oral implants. *Eur J Radiol.* 2019 Sep;118:153-160. doi: 10.1016/j.ejrad.2019.07.015.

5. Lang NP, Berglundh T; Working Group 4 of Seventh European Workshop on Periodontology. Periimplant diseases: where are we now? – Consensus of the Seventh European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol.* 2011 Mar;38 Suppl 11:178-81. doi: 10.1111/j.1600-051X.2010.01674.x.
6. Sanz M, Chapple IL; Working Group 4 of the VIII European Workshop on Periodontology. Clinical Research on Peri-Implant Diseases: Consensus Report of Working Group 4. *J Clin Periodontol.* 2012 Feb;39 Suppl 12:202-6. doi: 10.1111/j.1600-051X.2011.01837.x.
7. Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, Stratis A, Hedesiu M, Salmon B, et al. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement *Pediatr Radiol.* 2018 Mar;48(3):308-316. doi: 10.1007/s00247-017-4012-9.
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.
9. Bueno PSK, Rubira CMF, Shinohara AL, Rubira-Bullen IRF. Tomografia computadorizada de feixe cônico na identificação das foraminas acessórias ao forame mandibular. *Brazilian Oral Research.* 2019 [citado 2024 maio 03].
10. Senel B, Kamburoglu K, Üçok Ö, Yüksel SP, Özen T, Avsever H. Diagnostic accuracy of different imaging modalities in detection of proximal caries. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010 Dec;39(8):501-11.
11. de-Azevedo-Vaz SL, Alencar PN, Rovaris K, Campos PS, Haiter-Neto F. Enhancement cone beam computed tomography filters improve in vitro periimplant

- dehiscence detection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013 Nov;116(5):633-9. doi: 10.1016/j.oooo.2013.06.029.
12. Coelho RA, Veloso Júnior GMM, Cardoso SJGP, Ferraz RA, Rosa AS, Conceição MFS, et al. Computed tomography of the chest as an auxiliary tool in the diagnosis of COVID-19. *Braz J Health Ver.* 2020;3(6):16749-62. doi: 10.34119/bjhrv3n6-090.
 13. Cebe F, Aktan AM, Ozsevik AS, Ciftci ME, Surmelioglu HD. The effects of different restorative materials on the detection of approximal caries in cone-beam computed tomography scans with and without metal artifact reduction mode. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2017 Mar;123(3):392-400. doi: 10.1016/j.oooo.2016.11.008.
 14. Queiroz PM, Santaella GM, Groppo FC, Freitas DQ. Metal artifact production and reduction in CBCT with different numbers of basis images. *Imaging Sci Dent.* 2018 Mar;48(1):41-44. doi: 10.5624/isd.2018.48.1.41.
 15. Gaêta-Araujo H, Alzoubi T, Vasconcelos KF, Orhan K, Pauwels R, Casselman JW, et al. Cone beam computed tomography in dentomaxillofacial radiology: a two-decade overview. *Dentomaxillofac Radiol.* 2020 Dec;49(8):20200145. doi: 10.1259/dmfr.20200145.
 16. Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011 Jul;40(5):265-73. doi: 10.1259/dmfr/30642039.
 17. Bechara B, McMahan CA, Geha H, Noujeim M. Evaluation of a cone beam CT artefact reduction algorithm. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012 Jul;41(5):422-8. doi: 10.1259/dmfr/43691321.

18. Kamburoğlu K, Murat S, Kolsuz E, Kurt H, Yüksel S, Paksoy C. Comparative assessment of subjective image quality of cross-sectional cone-beam computed tomography scan. *J Oral Sci.* 2011 Dec;53(4):501-8. doi: 10.2334/josnugd.53.501.
19. Nascimento MCC, Nejaim Y, de Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter-Neto F, Sobrinho LC, et al. Influence of cone beam CT enhancement filters on diagnosis ability of longitudinal root fractures. *Dentomaxillofac. Radiol.* 2014;43(3):20130374. doi: 10.1259/dmfr.20130374
20. Estrela C, Holland R, Estrela CRA, Alencar AHG, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Characterization of successful root canal treatment. *Braz Dent J.* 2014;25(1):3-11. doi: 10.1590/0103-6440201302356 .

Tabelas

Tabela 1. Teste de Kappa não ponderado (intervalo de confiança de 95%) para concordância intra e interobservadores para diferentes simulações de Modelos Experimentais

Simulações de Paciente	Grupos	Concordância interobservador		Concordância intraobservador	
		Média	IC	Média	IC
Paciente 1	1	0.96	(0.94 - 0.99)	0.95	(0.93 - 0.98)
	2	0.97	(0.93 - 0.99)	0.97	(0.95 - 0.98)
	3	0.96	(0.94 - 0.99)	0.92	(0.91 - 0.94)
	4	0.96	(0.94 - 0.98)	0.92	(0.90 - 0.93)
	5	0.95	(0.92 - 0.98)	0.93	(0.92 - 0.97)
Paciente 2	1	0.94	(0.91 - 0.96)	0.93	(0.91 - 0.96)
	2	0.94	(0.91 - 0.97)	0.93	(0.92 - 0.96)
	3	0.95	(0.92 - 0.96)	0.92	(0.90 - 0.95)
	4	0.91	(0.88 - 0.93)	0.91	(0.89 - 0.95)
	5	0.90	(0.88 - 0.94)	0.89	(0.87 - 0.93)

IC: Intervalo de confiança

Tabela 2. Valores médios (Intervalo de Confiança) da área sob a curva ROC. Acurácia (Az), sensibilidade e especificidade distribuídos de acordo com os diferentes modelos de tomógrafos e voxels e sensores radiográficos

Simulações de Paciente	Acurácia (Az)	Sensibilidade	Especificidade
Paciente 1	0.99(0.99- 1)	1.00	0.99(0.99- 1)
Paciente 2	0.95(0.92-0.97)	1.00	0.92(0.91-0.95)

ROC: Receiver Operating Characteristic // $p < 0,05$ no IC de 95%

Tabela 3. Valores das modas obtida na simulação Modelo Experimental 1, distribuídos de acordo com os diferentes quilovoltagens, *voxels* e filtros utilizados no tomógrafo

Paciente 1	100 STD S/ MAR	100 STD C/ MAR	100 HR S/ MAR	100 HR C/ MAR	120 STD S/ MAR	120 1TD C/ MAR	120 HR S/ MAR	120 HR C/ MAR
Hígidos	0	0	0	0	0	0	0	0
Cariados	1	1	1	1	1	1	1	1
Restaurados	0	0	0	0	0	0	0	0
Forrad hipo	0	0	0	0	0	0	0	0
Forrad hiper	0	0	0	0	0	0	0	0

Teste Q de Cochran // todos os grupos obtiveram $p < 0,001$

Moda 0: ausência de lesão cariosa // Moda 1: presença de lesão cariosa

100 ou 120: 100 ou 120kV // STD: *voxel* de 150 μ m // HR: *voxel* de 75 μ m

s/MAR: ausência do filtro redutor de metal // c/mar: utilizando o filtro redutor de artefato metálico

Tabela 4. Valores das modas obtida na simulação Modelo Experimental 2, distribuídos de acordo com os diferentes quilovoltagens, *voxels* e filtros utilizados no tomógrafo

Paciente 2	100 STD S/ MAR	100 STD C/ MAR	100 HR S/ MAR	100 HR C/ MAR	120 STD S/ MAR	120 1TD C/ MAR	120 HR S/ MAR	120 HR C/ MAR
Hígidos	0	0	0	0	0	0	0	0
Cariados	1	1	1	1	1	1	1	1
Restaurados	0	0	0	0	0	0	0	0
Forrad hipo	1*	0	1*	0	1*	0	0	0
Forrad hiper	1*	0	1*	0	0	0	0	0

Teste Q de Cochran // Todos os grupos obtiveram $p < 0,001$ Modas 0: ausência de lesão cariosa // Modas 1: presença de lesão cariosa

Modas seguidas com *, difere com o diagnóstico real

100 ou 120: 100 ou 120kV // STD: *voxel* de 150 μ m // HR: *voxel* de 75 μ m

s/MAR: ausência do filtro redutor de metal // c/mar: utilizando o filtro redutor de artefato metálico

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artefatos originados especialmente pelo endurecimento do feixe, ocasionam na degradação e redução da qualidade das imagens Tomográficas Computadorizadas de Feixe Cônico, prejudicando o potencial diagnóstico de lesões dentárias. O uso dos filtros de otimização para redução de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cariosa, traz uma perspectiva positiva para a área de avaliação, mesmo quando a tomografia não é solicitada para tal finalidade. Todas as modalidades de quilovoltagem, *voxel* e com a utilização do filtro MAR, promovem diagnóstico compatível com o real, quando dentes hígidos ou cariados. Entretanto, quando não se utiliza o filtro MAR com quilovoltagem de 100kV nos dois *voxels* utilizados e com a quilovoltagem de 120kV com o maior *voxel*, o diagnóstico pode se tornar duvidoso ou até mesmo equivocado, especialmente em dentes com material forrador hipodenso.

Assim, utilizar os recursos disponíveis podem fornecer uma imagem de melhor qualidade, com a redução de artefato, redução de doses de radiação para o paciente, visto a não necessidade de imagens radiográficas para complementação do diagnóstico, assim como o uso de ferramentas podem proporcionar a avaliação tridimensional e capacidade de ler arquivos DICOM de diferentes softwares. Mais estudos sobre seus benefícios, usos e aplicações devem ser realizados para melhor se adequar na prática clínica e conseqüentemente, apoiar a tomada de decisão, com objetivo de enriquecer a previsibilidade do diagnóstico, do tratamento e redução das doses de radiação.

REFERÊNCIAS

BALLRICK, J. W. *et al.* Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 134, n. 4, p. 573-582, 2008.

BARRETT, J. F.; KEAT, N. Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. **Radiographics**, v. 24, n. 6, p. 1679-1691, Nov./Dec. 2004.

BELÉM, M. D. F. *et al.* Performance of a photostimulable storage phosphor digital system with or without the sharpen filter and cone beam CT for detecting approximal enamel subsurface demineralization. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 42, n. 5, p. 201-203, Feb. 2013.

FELDHAUS, F. *et al.* Metallic dental artifact reduction in computed tomography (Smart MAR): Improvement of image quality and diagnostic confidence in patients with suspected head and neck pathology and oral implants. **European Journal of Radiology**, v. 118, p. 153-160, Sept. 2019.

KAMBUROĞLU, K. *et al.* Comparative assessment of subjective image quality of cross-sectional cone-beam computed tomography scan. **Journal of Oral Science**, v. 53, n. 4, p. 501-508, Dec. 2011.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes**. New York: The Science Press, New York, 1932. 55 p.

PARK, Y. S. *et al.* Current status of dental caries diagnosis using cone beam computed tomography. **Imaging Science in Dentistry**, v. 41, n. 2, p. 43-51, June 2011.

SALZEDAS, L. M. P.; LOUZADA, M. J. Q.; DE OLIVEIRA FILHO, A. B. Radiopacity of restorative materials using digital images. **Journal of Applied Oral Science**, v. 14, n. 2, p. 147-152, 2006.

SANTANELLA, G. M. **O impacto na qualidade de imagem e interpretabilidade com artefatos de movimento em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico adquiridos com geometria total e parcial de exposição**. 2019. 55 f. Tese (Doutorado em Radiologia Odontológica) – Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba.

SCHULZE, R. *et al.* Artefacts in CBCT: a review. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 40, n. 5, p. 265-273, July 2011.

TYNDALL, D. A.; RATHORE, S. Cone-Beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. **Dental Clinics of North America**, v. 52, n. 4, p. 825-841, Oct. 2008

WENZEL, A. *et al.* Detection of cavitated approximal surfaces using cone beam CT and intraoral receptors. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 42, n. 1, p. 39458105, 2013.

ANEXO A - Parecer Consubstanciado do CEP PUC Minas**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Avaliação dos filtros redutores de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cariosa simulada

Pesquisador: FLAVIO RICARDO MANZI

Versão: 1

CAAE: 62446522.8.0000.5137

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 094417/2022

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio
Financiamento Próprio
Financiamento Próprio

Informamos que o projeto Avaliação dos filtros redutores de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cariosa simulada que tem como pesquisador responsável FLAVIO RICARDO MANZI, foi recebido para análise ética no CEP Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG em 26/08/2022 às 09:28.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação dos filtros redutores de artefatos metálicos no diagnóstico tomográfico de lesão cáriosa simulada

Pesquisador: FLAVIO RICARDO MANZI

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 62448522.8.0000.5137

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.769.772

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto que pretende realizar um estudo laboratorial, envolvendo dentes humanos extraídos, para avaliar o uso de filtros redutores de artefatos disponíveis em TCFC da área da odontologia, como meio de otimizar o diagnóstico de lesões cárias. Serão utilizados 50 dentes molares (primeiro e segundo molares), superiores e inferiores dentro dos padrões anatômicos normais, disponibilizados pelo Banco de Dentes Humanos da PUC-Minas. Os dentes serão divididos de maneira aleatória em cinco grupos de dez dentes: G1. Dentes Hígidos; G2. Dentes Cariados; G3. Dentes Restaurados; G4. Dentes Restaurados Com Material Forrador Hipodenso; G5. Dentes Restaurados Com Material Forrador Hiperdenso.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Avaliar os filtros redutores de artefatos disponíveis em TCFC da área da odontologia, como meio de otimizar o diagnóstico de lesões cárias.

Objetivo Secundário:

- Utilizar os meios para melhorar a imagem- kV e filtros redutores de artefatos disponíveis em TCFC em três aparelhos da área da odontologia: Filtro de otimização, Filtro MAR, com o objetivo de ser um facilitador além de fidelizar o diagnóstico de lesões cárias em sua aplicabilidade

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
Bairro: Coração Eucarístico **CEP:** 30.535-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3319-4517 **Fax:** (31)3319-4517 **E-mail:** cep.proppg@puominas.br



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



Continuação do Parecer: 5.769.772

clínica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Serão usados 50 molares do banco de dentes da PUC Minas estéreis, onde serão realizadas tomadas tomográficas para avaliar os artefatos gerados.

Benefícios: Aplicabilidade da tomografia computadorizada do diagnóstico das lesões cariosas, mesmo com a presença de artefatos (utilização dos filtros redutores de artefatos). As tomografias computadorizadas de feixe cônico tem potencial de diagnóstico superior ou igual as radiografias intraorais (interproximais e periapicais), e quando já solicitadas para outra finalidade, devem ser também empregadas para o diagnóstico de lesões cariosas, fazendo com que o uso de ambos os modelos atendam a performance dos meios de trabalho odontológico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo utilizará dentes provenientes de banco de dentes, conforme Termo de Transferência de material biológico anexado, assinado pelo responsável pelo Biobanco da PUC Minas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão de acordo com as normas vigentes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e tendo em vista as Resoluções que norteiam a pesquisa envolvendo Seres Humanos consideramos o protocolo de pesquisa SEM PENDÊNCIAS, devendo o pesquisador acatar as orientações conforme o disposto no Parecer Consubstanciado.

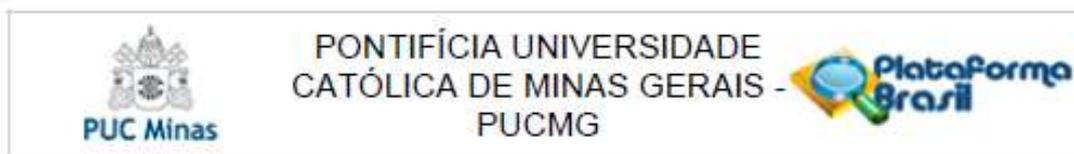
Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2000934.pdf	18/11/2022 11:40:03		Aceito
Parecer Anterior	Carta_Resposta.docx	18/11/2022 11:39:17	Lorena Esteves Silveira	Aceito

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
 Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517 E-mail: cep.propg@pucminas.br



Continuação do Parecer: 5.769.772

Outros	termo_anuencia_.pdf	18/10/2022 17:45:48	Lorena Esteves Silveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PESQUISADOR.docx	08/10/2022 10:49:09	Lorena Esteves Silveira	Aceito
Cronograma	cronograma.docx	08/10/2022 10:13:58	Lorena Esteves Silveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Lorena_Esteves_4.docx	08/10/2022 10:12:43	Lorena Esteves Silveira	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	23/08/2022 12:43:53	Lorena Esteves Silveira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 22 de Novembro de 2022

Assinado por:
CRISTIANA LEITE CARVALHO
(Coordenador(a))

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido entregue aos Avaliadores



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS
GERAIS
Pró-Reitoria de Pesquisa e de Pós-graduação Comitê de Ética em Pesquisa -

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

N.º Registro CEP: CAAE 62446522.8.0000.5137

Título do Projeto: **AVALIAÇÃO DOS FILTROS REDUTORES DE ARTEFATOS METÁLICOS NO DIAGNÓSTICO TOMOGRÁFICO DE LESÃO CARIOSA**

Prezado Sr(a), Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que **irá avaliar** o tamanho de *voxel*, filtros redutores de artefatos e a variação de quilovoltagem (kV) nas imagens tomográficas no diagnóstico de lesões cariosas simuladas.

A sua participação nesse estudo consiste em avaliar as imagens obtidas e pontuar de acordo com a Escala de Likert. Sua participação é muito importante e voluntária e, conseqüentemente, não haverá pagamento por participar desse estudo. Em contrapartida, você também não terá nenhum gasto. Não haverá riscos para os indivíduos. Sem nenhum ônus. As informações obtidas nesse estudo serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as fases da pesquisa, e quando da apresentação dos resultados em publicação científica ou educativa, uma vez que os resultados serão sempre apresentados como retrato de um grupo e não de uma pessoa. Você poderá se recusar a participar a qualquer momento, não havendo nenhum prejuízo pessoal se esta for a sua decisão. Os resultados dessa pesquisa servirão para ajudar o profissional a ser capaz de realizar a avaliação de lesão cariosa em tomografia computadorizada, podendo ter aplicação em várias áreas odontologia. Para todos os participantes, em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa, será observada, nos termos da lei, a responsabilidade civil. Você receberá uma via deste termo onde constam os dados de contato do pesquisador responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Pesquisador responsável: Flávio Ricardo Manzi/ manzi@pucminas.br/ (31)8895-7033. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, que poderá ser contatado em caso de questões éticas, pelo telefone (31)3319-4517 ou e-mail cep.proppg@pucminas.br O Comitê de Ética em Pesquisa é uma autoridade local e porta de entrada para os projetos de pesquisa que envolvem seres humanos, e tem como objetivo defender os direitos e interesses dos participantes em sua integridade e

dignidade, contribuindo também para o desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos. O presente termo será assinado em 02 (duas) vias de igual teor. Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo.

Nome do participante (em letra de forma): _____

Assinatura do participante ou representante legal: _____

Data ____/____/____

Eu, Flávio Ricardo Manzi, comprometo-me a cumprir todas as exigências e responsabilidades a mim conferidas neste termo e agradeço pela sua colaboração e sua confiança.



Prof. Dr Flávio R. Manzi

CRO – 35.101

Av. Dom José Gaspar, 500 - Fone: 3319-4517 - Fax: 3319-4517
CEP 30.535.610 - Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil
e-mail: cep.proppg@pucminas.br