

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

SÁVIO GONÇALVES VIEIRA

**ESTUDO DOS ARTEFATOS PRODUZIDOS POR APARELHOS DE TOMOGRAFIA
DE FEIXE CÔNICO E SUA INFLUÊNCIA NO DIAGNÓSTICO EM
ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA.**

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2019

SÁVIO GONÇALVES VIEIRA

**ESTUDO DOS ARTEFATOS PRODUZIDOS POR APARELHOS DE TOMOGRAFIA
DE FEIXE CÔNICO E SUA INFLUÊNCIA NO DIAGNÓSTICO EM
ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão
Sampaio, como pré-requisito para obtenção do grau
de Bacharel.

Orientador(a): Esp. Vilson Rocha Cortez Teles de
Alencar.

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2019

SÁVIO GONÇALVES VIEIRA

**ESTUDO DOS ARTEFATOS PRODUZIDOS POR APARELHOS DE TOMOGRAFIA
DE FEIXE CÔNICO E SUA INFLUÊNCIA NO DIAGNÓSTICO EM
ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão
Sampaio, como pré-requisito para obtenção do grau
de Bacharel.

Orientador(a): Esp. Vilson Rocha Cortez Teles de
Alencar.

Aprovado em 28/06/2019

BANCA EXAMINADORA

PROFESSOR ESPECIALISTA VILSON ROCHA CORTEZ TELES DE ALENCAR
ORIENTADOR

PROFESSOR MESTRE NIRALDO MUNIZ DE SOUSA
MEMBRO EFETIVO

PROFESSORA DOUTORA VANESSA DE CARVALHO NILO BITU
MEMBRO EFETIVO

DEDICATÓRIA

É chegado ao fim um ciclo de muitas risadas, choro, felicidade e frustrações. Sendo assim, dedico este trabalho a todos que fizeram parte desta etapa da minha vida. Agradeço a Deus por ter iluminado o meu caminho, aos meus pais por terem propiciado a realização deste sonho, aos meus professores por todo o ensinamento e a todos os meus amigos que me apoiaram nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, irmãos e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Ao Curso de odontologia, e às pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos. A experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram a melhor experiência da minha formação acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Esp. Vilson Rocha Cortez Teles de Alencar por todo apoio, orientação e paciência ao longo da elaboração do meu projeto final. Também gostaria de deixar um agradecimento especial a instituição de ensino Unileão por possibilitar a execução deste trabalho científico.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do meu trabalho.

Ao Prof. Me. Augusto Henrique Alves de Oliveira

Ao Prof. Esp. Wellery Bezerra

RESUMO

Na área da Odontologia, a tomografia computadorizada vem ganhando bastante espaço devido às suas vantagens tridimensionais sobre as radiografias convencionais de rotina, porém uma das poucas desvantagens desse exame de imagem é a produção de artefatos. Artefatos apresentam-se como distorções, sombras ou listras que não correspondem à realidade da anatomia local, prejudicando ou até mesmo impossibilitando o profissional de fazer um correto diagnóstico e plano de tratamento. O objetivo deste presente trabalho foi produzir um estudo atualizado sobre a presença e produção de artefatos de imagem produzidas por aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico e sua influência no diagnóstico e planejamento em Odontologia. Este trabalho foi realizado em forma de revisão de literatura integrativa, como método de analisar e interpretar pesquisas disponíveis e compatíveis com o tema, pesquisadas no período de setembro de 2018 a abril de 2019. Esse trabalho contribui com a comunidade científica de forma positiva para os profissionais da área da Odontologia, estudando e analisando a relevância dos artefatos e suas influências num adequado diagnóstico, planejamento pré-cirúrgico e acompanhamento, auxiliando e favorecendo um bom prognóstico e sucesso do tratamento. Disso pode-se concluir que o principal foco-problema foi a produção de artefatos de imagens presentes nas tomografias de feixe cônico, sendo necessário que novos estudos sejam feitos com o intuito de indicar o desenvolvimento de algoritmos capazes de reduzir os efeitos visíveis destes artefatos, contribuindo de maneira positiva para o avanço da ciência, cooperando com o trabalho do profissional no momento do diagnóstico e o norteando para uma correta resolução no tratamento.

Palavras-chave: Artefatos; Implante; Odontologia; Tomografia computadorizada.

ABSTRACT

In the area of dentistry, computerized tomography has been gaining ground because of its three-dimensional advantages over conventional routine radiography, one of the most recent of the imaging examination being the production of artifacts. Artifacts present themselves as distortions, shadows or eyes that are not of the reality of the local anatomy, harming or even making it impossible for the professional to make an accurate diagnosis and treatment plan. This article has produced an updated study on the production of graphic and image products for computerized beam devices and their influence on diagnosis and planning in dentistry. This work was constructed in a literature review from April 2018 to 2019. This work was carried out with a scientific community in a positive way for the authors. The doctors of the area of dentistry, studying and analyzing the history of the artifacts and their influences in the diagnosis, pre-surgical planning and follow-up, aiding and favoring a good prognosis and treatment success. From this it can be concluded that the main problem-focus was the production of image artifacts present in conical beam tomographies, being necessary that the new studies be done with the intention of indicating our algorithm at the same time as the other artifacts, contributing positively to the advancement of science, cooperating with the professional's work at the time of diagnosis and resolution to correct resolution without treatment.

Keyword: Artifacts; Implants; Dentistry; Computed tomography.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Protocolo de miliamperagem na aceitabilidade da imagem	pág 19
TABELA 2 – Avaliação do artefato por endurecimento do feixe (<i>Beam hardning</i>).....	pág 22
TABELA 3 – Avaliação do artefato por artefato de movimento.....	pág 24

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Vantagens da escolha do protocolo com menor tamanho do voxel.....	pág 20
FIGURA 2 – Relação do protocolo: tamanho do campo de visão (FOV) e suas vantagens.....	pág 21
FIGURA 3 – Exemplo de artefato de imagem beam hardning.....	pág 23
FIGURA 4 – Exemplo de artefato de imagem beam hardning.....	pág 23
FIGURA 5 – Exemplo de artefato de movimento.....	pág 24
FIGURA 6 – Exemplo de artefato de movimento.....	pág 25

LISTA DE SIGLAS

FOV: Field of view – campo de visão

TC: Tomografia computadorizada.

TCFC: Tomografia computadorizada de feixe cônico.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	pág 12
2 METODOLOGIA.....	pág 14
2.1 coleta de dados.....	pág 14
2.2 critérios de inclusão e exclusão.....	pág 14
2.3 critérios de extração de dados.....	pág 14
2.4 fluxograma.....	pág 15
3 REVISÃO DE LITERATURA	pág 16
3.1 histórico.....	pág 16
3.2 aparelhos.....	pág 16
3.3 ferramentas do exame.....	pág 16
3.4 artefatos.....	pág 17
3.5 qualidade das imagens.....	pág 18
4 RESULTADOS	pág 19
5 DISCUSSÃO.....	pág 26
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	pág 28
REFERÊNCIAS.....	pág 29

1. INTRODUÇÃO

Até meados do século XIX as formas de estudar o interior do corpo humano eram bastante limitadas, dificultando o planejamento prévio aos atos cirúrgicos, pela falta de certeza ou mesmo a impossibilidade de diferenciar o interior de estruturas patológicas. Com a descoberta dos raios-X em 1895, pelo físico Röntgen W. C. seu uso para fins medicinais se difundiu entre diversos países da Europa e países vizinhos, sendo reconhecido como ferramenta de grande auxílio para a medicina geral (NAVARRO, M. V. T., 2009).

A tomografia computadorizada de feixe cônico evoluiu nos últimos anos pelo uso de aparelhos menores e de baixo custo, com precisão na reprodução de imagens tridimensionais de estruturas anatômicas craniofaciais, incluindo tecidos moles, apresenta vantagens reais em relação a tomografia computadorizada de feixe em leque expondo o paciente à doses menores de radiação e menor tempo de exame (BENIC, ELMASRY E HÄMMERLE, 2015; SIMÕES E CAMPOS, 2014).

O exame de TCFC tem como principal finalidade a reprodução tridimensional de estruturas anatômicas da maxila e mandíbula. São observadas especificamente algumas estruturas nobres como o canal mandibular, seio maxilar e forame mental, estruturas de grande valor e importância para o planejamento correto de tratamentos invasivos como cirurgias e implantes. Estas estruturas uma vez lesionadas podem causar problemas irreversíveis para o paciente. Neste planejamento são verificadas a espessura e altura do remanescente ósseo no rebordo do paciente (PAUWELS et al., 2013; SIMÕES E CAMPOS, 2014).

A TCFC vem sendo usada amplamente na área da implantodontia devido a sua capacidade eficaz e efetiva na avaliação do pré-operatório e no acompanhamento da osseointegração ao decorrer dos meses, porém, esta técnica apresenta algumas limitações. A pedra no sapato desta técnica é a produção de artefatos apresentados na imagem, eles podem ser causados por diversos fatores como a presença de materiais metálicos na cavidade e também por movimentos do paciente durante o exame (KAMBUROĞLU et al., 2013; NAGARAJAPPA, DWIVEDI E TIWARI, 2015; SPIN-NETO E WENZEL, 2016).

Artefatos apresentam-se como falhas na imagem que não tem relação com a área anatômica, podem aparecer em forma de listras ou como áreas escurecidas ao redor do objeto, afetando a qualidade geral da imagem. Uns dos artefatos mais comuns de serem encontrados são aqueles causados pelo fenômeno chamado “*beam hardning*”, isto é, fótons de raios-X de

baixa densidade são absorvidos a medida que atravessam o material de alta densidade, gerando áreas escuras ao redor da área anatômica podendo ser confundido com alguma patologia. Artefatos produzidos por materiais de preenchimento do canal radicular assemelham-se a fratura de raiz. Os produzidos pelo material metálico do implante produzem efeitos semelhantes ao de perda da osseointegração (BRITO-JÚNIOR et al., 2014; CAMILO et al., 2013; KAMBUROĞLU et al., 2013; NAGARAJAPPA, DWIVEDI E TIWARI, 2015).

O objetivo deste presente trabalho foi fazer um estudo sob a forma de revisão de literatura a respeito da presença e formação de artefatos de imagem produzidas por aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico e a influência desses artefatos no diagnóstico e planejamento em Odontologia.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado em forma de revisão de literatura integrativa, como método de analisar e interpretar pesquisas disponíveis e compatíveis com o tema, coletando-se os dados no período de setembro de 2018 a abril de 2019, com objetivo de analisar estudos mais recentes sobre a produção de artefatos em tomografias computadorizadas de feixe cônico.

2.1 COLETA DE DADOS

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados Pubmed Central Journals, Biblioteca Virtual em Saúde (Bireme), Lilacs e Scientific Electronic Library Online, envolvendo todos os estudos incluídos de 2009 até o ano de 2017, nos idiomas inglês e português. Foram utilizadas as palavras-chaves: “Artefatos”. “Implantes”. “Odontologia”. “Tomografia computadorizada”.

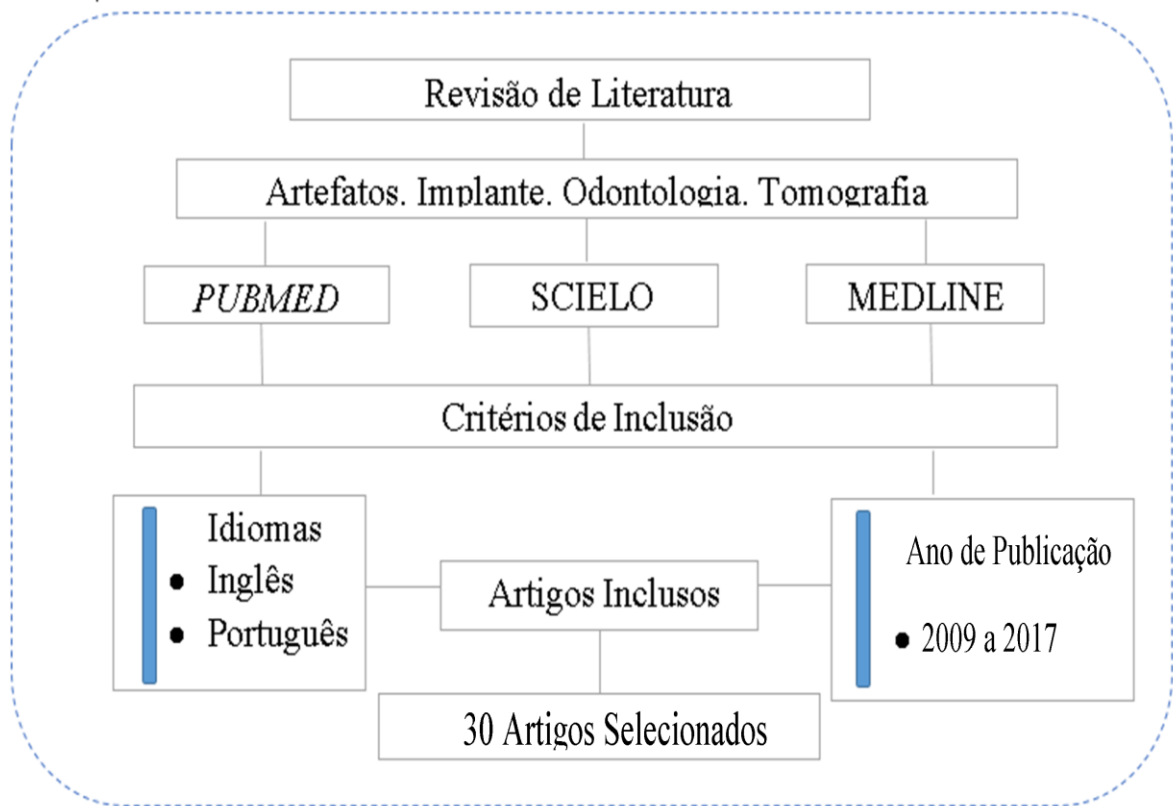
2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO/EXCLUSÃO

Os artigos foram selecionados pelo título, resumos e sendo considerados critérios de inclusão, os estudos do tipo ensaio clínico randomizado controlado, estudo de coorte, caso-controle, estudo transversal, caso clínico, séries de casos, e que puderam ser acessados na íntegra. Artigos de opinião não foram incluídos no estudo. Os critérios de exclusão foram artigos sobre o tema, porém que não puderam ser acessados na íntegra, e artigos com o título, resumo e temas diferentes do exposto.

2.3 CRITÉRIOS DE EXTRAÇÃO DE DADOS

Dois pesquisadores realizaram a busca bibliográfica de forma livre e independente, e em seguida compararam os resultados. Foram eliminadas as publicações irrelevantes pelo título. Logo após, analisaram os resumos das publicações selecionadas e aqueles que se tratavam de ensaio clínico randomizado controlado, estudo de coorte, caso-controle, estudo transversal, revisão de literatura, caso clínico, séries de casos, foram incluídos. Por fim, acessaram na íntegra e sua inclusão sendo determinada por trabalhos que continham em seus temas a produção de artefatos em tomografias computadorizadas de feixe cônico.

2.4 FLUXOGRAMA



3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTÓRICO

Atualmente, na odontologia temos disponíveis exames de imagem que proporcionam maior segurança no planejamento dos tratamentos em geral. Os exames radiográficos intra-orais apresentam limitação pela sua formação de imagens bidimensionais (2D), trazendo muitas vezes uma sobreposição de estruturas anatômicas e/ou distorções de tamanho. Em comparação com exames radiográficos convencionais, os exames tridimensionais (3D) são capazes de fornecer informações complementares adicionais, pois são uma aquisição volumétrica da imagem. Na odontologia, é utilizado em casos e áreas específicas para fornecimento de imagens da região anatômica a ser examinada (ALSUFYANI et al., 2013; CELIKTEN et al., 2017; CAVALCANTI et al., 2012).

3.2 APARELHOS

A tomografia computadorizada de feixe cônico emite raios-x em formato especial de cone, sendo possível obter algumas tomadas radiográficas que somadas formam imagens em vários planos e num plano tridimensional. Quando comparadas à tomografia computadorizada de feixe em leque, utilizada na medicina, apresenta algumas vantagens como menor custo, menor tempo de exposição e consequentemente menor dose de radiação ao paciente (BENIC et al., 2013; COUCEIRO E VILELLA, 2010; KAMBUROĞLU et al., 2013; NAGARAJAPPA, DWIVEDI E TIWARI, 2015; PAUWELS et al., 2013; SIMÕES E CAMPOS, 2014; SPIN-NETO et al., 2013; PARIROKH, ARDJOMAND E MANOCHEHRIFAR, 2012; CAVALCANTI et al., 2012).

Os aparelhos de TCFC encontram-se atualmente disponíveis como grande, médio e pequeno volume em relação a seus feixes. Os de pequeno volume são utilizados geralmente para pequenas áreas de dentes ou uma arcada, já os considerados de médio e grande volume são utilizados para cobrir toda região maxilofacial. Também são definidas pelo número de cortes, como a *singleslice* que produz um corte por segundo e *multislice* produz múltiplos cortes por 0,5 segundos (BRITO-JÚNIOR et al., 2014; SIMÕES E CAMPOS, 2014; VEDPATHAK, 2016; CAVALCANTI et al., 2012).

3.3 FERRAMENTAS DO EXAME

Para a realização do exame é necessário entender algumas variáveis no protocolo que poderão gerar uma má qualidade da imagem: O campo de visão (FOV – *field of view*), tempo de varredura, kilovoltagem, miliamperagem e o voxel são ferramentas passíveis de alteração

do protocolo afim de obter imagens satisfatórias (NAGARAJAPPA, DWIVEDI E TIWARI, 2015; SIMÕES, SERGIO E CAMPOS, 2013).

MILIAMPERAGEM

A miliamperagem é responsável por determinar a quantidade de sinal-ruído, valores acima da média acabam aumentando o ruído, resultando em uma melhor qualidade de imagem. A kilovoltagem é responsável pela qualidade dos feixes emitidos do raio x, um tipo de artefato de imagem atinge frequentemente os implantes dentários devido ao seu alto valor atômico, absorvendo os fótons emitidos do raio x com baixa energia (GAMBA et al., 2014; GIUSEPPINA BOZZUTO E PAOLA RUGGIERI, 2010; OLIVEIRA et al., 2014).

VOXEL

O voxel é a menor unidade em espessura nas tomográficas computadorizadas. O seu valor é definido antes da realização do exame, podendo sofrer alterações. Geralmente uma tomografia computadorizada contém aproximadamente 100 milhões de voxels. Na tomografia *fan beam*, os voxels apresentam-se em formatos de cubos irregulares, já na tomografia *cone beam* os cubos são uniformes em todas as três dimensões (SIMÕES, SERGIO E CAMPOS, 2013).

FOV (*field of view* ou campo de visão)

Área do campo a ser colimada de acordo com sua escolha. Corresponde ao campo visual da imagem que em média nas TCFC da face correspondem a uma área de quatorze centímetros (CAVALCANTI et al., 2012).

3.4 ARTEFATOS

Os exames de imagem de tomografia computadorizada de feixe cônico são susceptíveis a alguns tipos de distorções na imagem como sombras e listras que correspondem à anatomia local, as possíveis causas são variáveis. Os artefatos entram nesse contexto e geram alguns defeitos de imagem se houver presença de materiais radiopacos como o material obturador no canal radicular. Estes artefatos apresentam-se como estrias e faixas escuras ao redor do dente, sendo confundido facilmente com uma linha de fratura radicular. A aparência desses artefatos é afetada pela exibição do nível de cinza (BRITO-JÚNIOR et al., 2014; NAGARAJAPPA, DWIVEDI E TIWARI, 2015).

3.5 QUALIDADE DAS IMAGENS

Para uma imagem aceitável, é necessário que alguns fatores estejam envolvidos, desde o olhar crítico e clínico do profissional até características da imagem como contraste, nitidez, brilho e resolução e protocolos de exposição, FOV, tamanho do voxel e miliamperagem. Essa soma multifatorial contribui de forma positiva para que o profissional tenha em mãos um exame capaz de atender suas necessidades diante do tratamento a ser realizado (SIMÕES E CAMPOS, 2014).

4. RESULTADOS

A TOMOGRAFIA NA IMPLANTODONTIA

Mandíbulas humanas com alguns implantes inseridos foram utilizadas para avaliar a produção de artefatos por endurecimento do feixe e a capacidade de um algoritmo que reconhece áreas metálicas corrigindo-as por interpolação, para que não houvesse nenhuma alteração dimensional na aquisição volumétrica da imagem. Os resultados do estudo não mostraram diferenças significativas nas imagens tiradas com parâmetro padrão na detecção de defeitos de implantes. A TCFC oferece dose efetiva superior às técnicas radiográficas tradicionais (KAMBUROGLU et al., 2013).

A qualidade da imagem da TCFC está relacionada diretamente com a presença ou ausência de artefatos de imagem, os quais, tem uma relação direta de dependência com o tamanho do voxel, tamanho do FOV, tipo de sistema de imagens, tipo de detectores, presença de matérias radiopacos como o metal, espessura da fatia e etc (SAFI et al., 2015).

MILIAMPERAGEM

Em um estudo recente, foram selecionadas três hemi-mandíbulas submetidas à 3 processamentos diferentes, alterando a miliamperagem em mínima, média e máxima potência. A avaliação da qualidade das imagens foi feita por três profissionais da área respondendo apenas “sim” ou “não” se as imagens estavam aptas para serem usadas no planejamento de implantes. Os resultados obtidos demonstraram que a miliamperagem no valor médio apresentou 100% de aceitabilidade das imagens em relação aos valores mínimo e máximo para mensuração do tratamento em questão, mostrando que os protocolos de miliamperagem tem maior êxito quando adotado valores médios (SIMÕES E CAMPOS, 2014).

TABELA 1. Protocolo de miliamperagem na aceitabilidade da imagem.

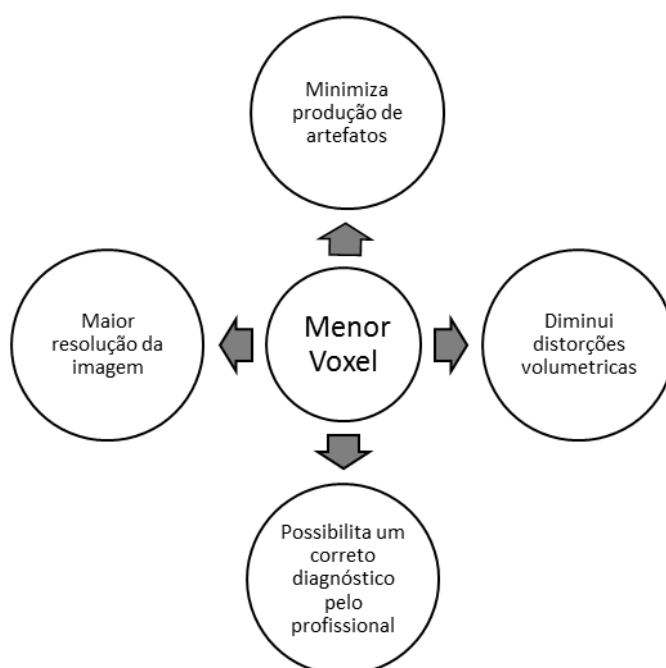
Protocolo de miliamperagem	Valor médio de potência.
Imagem	100% aceitável em relação aos valores de protocolos em potência máxima e mínima.
Autor	(SIMÕES E CAMPOS, 2014).

VOXEL

Os materiais usados no interior da raiz e o tamanho do voxel podem contribuir para a formação de artefatos de imagem. O tamanho do voxel está relacionado diretamente com o nível de detalhes da imagem, com o contraste e resolução das imagens de TCFC (BRITO-JÚNIOR et al., 2014; SIMÕES, SERGIO E CAMPOS, 2013).

Pesquisa avaliando exames de imagens com diferentes tamanhos de voxel, concluem que o voxel de tamanho menor deve ser escolhido com finalidade de minimizar a produção de artefatos e distorções volumétricas, aumentar a resolução da imagem e facilitar um correto diagnóstico, possibilitando ao profissional a obtenção de uma imagem com maior qualidade para o tratamento a ser realizado. A figura.1 apresenta a relação do protocolo com suas vantagens. Logo a redução do tamanho do voxel deverá ser compensada pelo aumento da miliamperagem e tempo de exposição (BRITO-JÚNIOR et al., 2014; SIMÕES, C. C.; CAMPOS, P. S. F., 2013).

FIGURA 1. Vantagens da escolha do protocolo com menor tamanho do voxel.

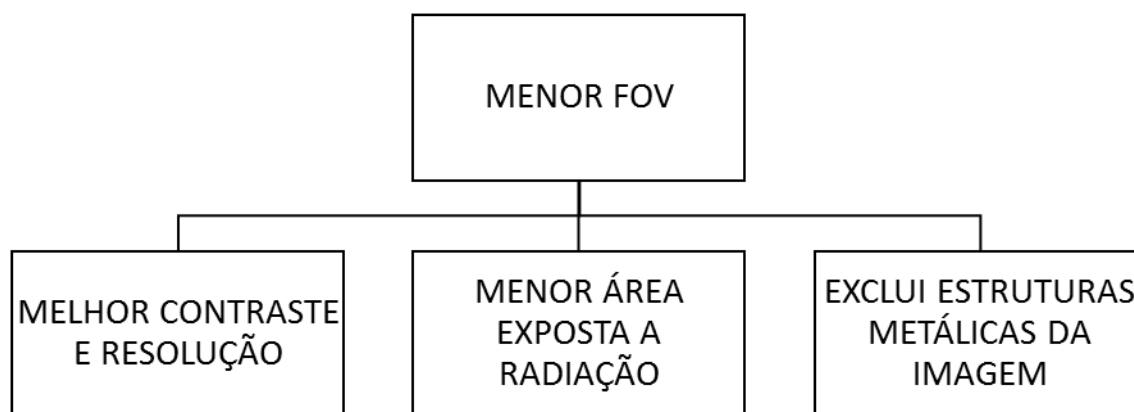


FIELD OF VIEW (CAMPO DE VISÃO)

Em outro estudo, a presença de artefatos de materiais metálicos atrapalhou de forma acentuada todos os protocolos de maneira similar. Existem diversas possibilidades de protocolo para obtenção de imagens em uma mesmo aparelho de TCFC. Para seleção do campo de visão (FOV) o tamanho do voxel encontra-se diretamente ligado, influenciando na resolução e contraste da imagem. Um FOV menor oferece mais resolução e contraste em

relação a um FOV maior, pois um menor FOV abrange uma menor área de exame, dessa maneira pode excluir estruturas metálicas presentes, evitando a produção dos artefatos por endurecimento do feixe (*beam hardning*), além de expor uma menor área de tecido à radiação. Já o voxel em tamanho maior produz menor resolução e não é indicado para examinar detalhes finos. Protocolos com o maior FOV e maior voxel, tendem a apresentar mais artefatos de imagem por endurecimento do feixe, pela grande área a ser examinada, menor resolução consequente pelo grande tamanho do voxel e exposição a radiação de áreas desnecessárias (SALINEIRO et al., 2015).

FIGURA 2. Relação do protocolo: tamanho do campo de visão (FOV) e suas vantagens.



ARTEFATOS

Em uma pesquisa, foram analisados vinte e dois modelos de gesso dentário e tomografias computadorizada de feixe cônico, onde todos os pacientes com dentição hígida não apresentaram diferenças significativas entre os modelos e as imagens. Os pacientes com restaurações, principalmente metálicas, tiveram distorções volumétricas significativas para a maioria das medições do arco por imagem, onde foram influenciadas pela produção do artefato *beam hardning* endurecimento do feixe. (GAMBA et al., 2014)

Pesquisas tentaram evidenciar a formação dos famosos artefatos por meio de várias abordagens, foram utilizados 13 aparelhos tomográficos, incluindo o *sirona dental* e o *i-cat next generation*, usando diferentes tipos de protocolo de exposição, envolvendo o tamanho do FOV, tempo de exposição e voxel. Para o tomógrafo *i-cat*, o FOV de maior valor apresentou melhor qualidade, embora as diferenças fossem pequenas. Os resultados mostram que existem

possibilidades para redução destes artefatos: Diminuição do voxel e redução da miliamperagem, porém, não se justifica tentar reduzir os artefatos aumentando a dose de radiação, pois o efeito sobre eles é muito limitado. Não há evidências de que alguns desses dispositivos sejam inaceitáveis para uso clínico (PAUWELS et al., 2013).

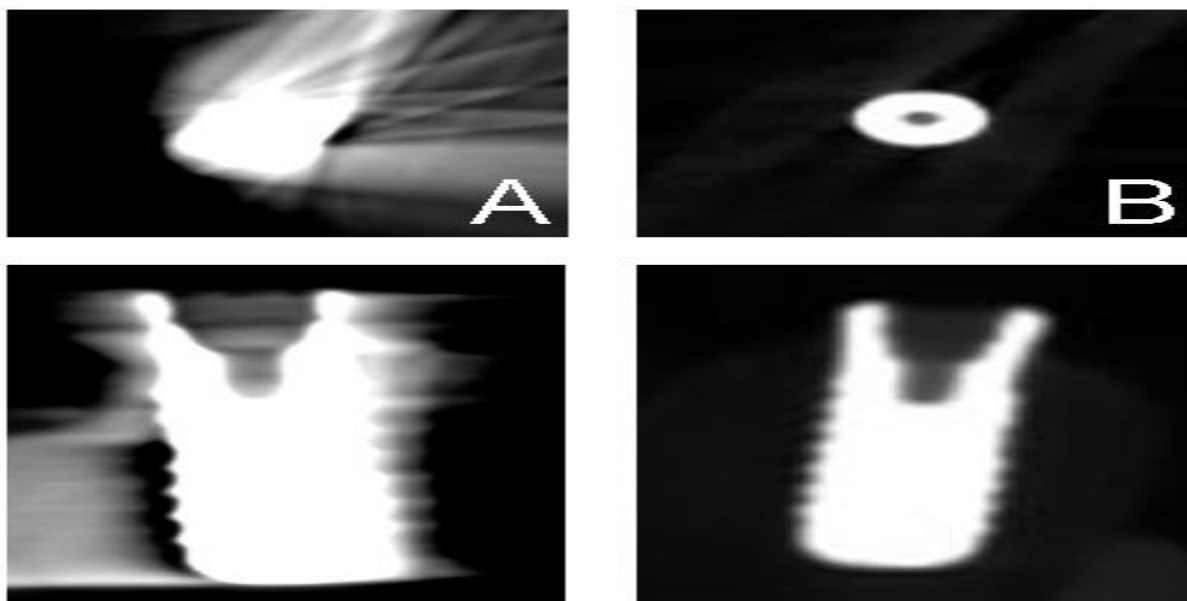
ARTEFATO *BEAM HARDNING*

Vários trabalhos recentes testaram alguns algoritmos e métodos para a redução de artefatos de imagem, em um deles, pacientes com materiais metálicos presentes na cavidade oral foram examinados usando um algoritmo de redução de artefatos metálicos na qual as imagens obtidas resultaram em uma melhor qualidade. Os resultados desse estudo apontaram que o algoritmo aumenta o contraste consideravelmente quando há presença de metal. Com isso, eles descobriram que o nível de cinza das estruturas ao redor do implante vem diminuindo fortemente. O baixo valor de cinza gera uma área escura na imagem, representando o *beam hardning* (BECHARA et al., 2012, 2013).

TABELA 2. Avaliação do artefato por endurecimento do feixe (*Beam hardning*).

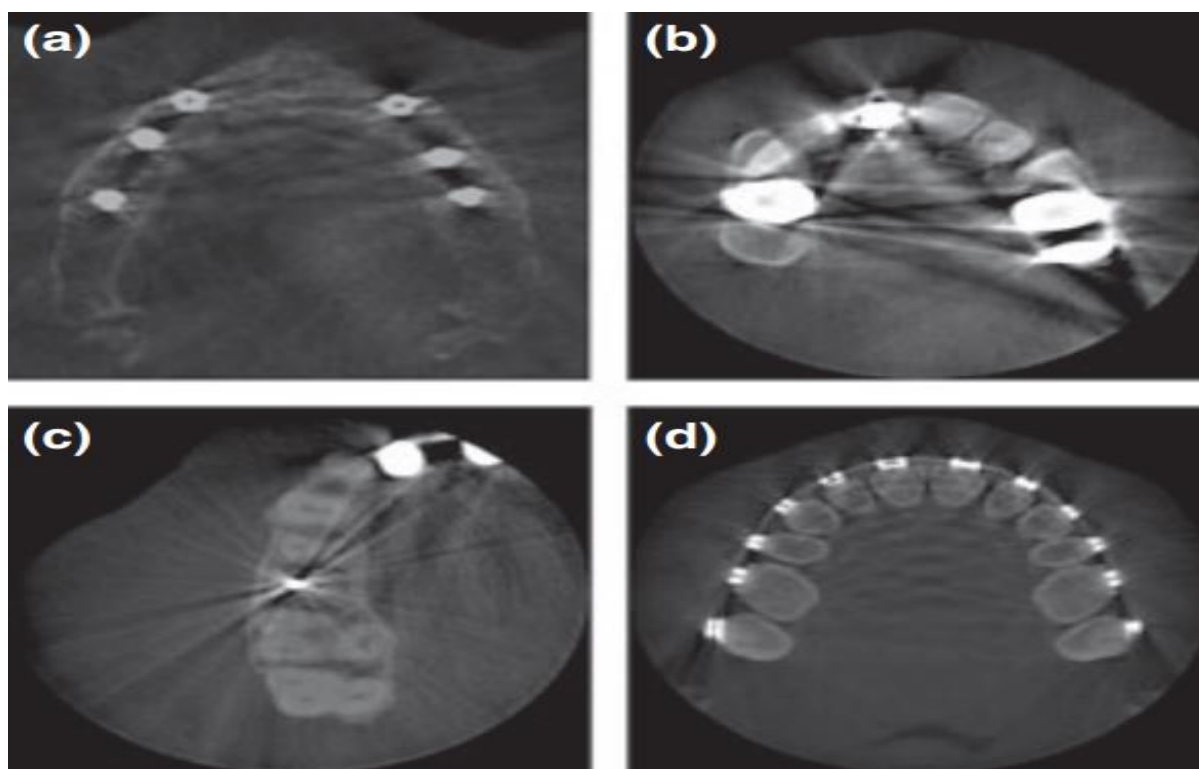
Artefato	<i>Beam hardning</i> : artefatos decorrentes de objetos de alta densidade, ex: materiais metálicos.
Produção dos artefatos	Fotóns de baixa densidade disparados pelo aparelho são absorvidos por materiais de alta densidade presentes no campo examinado.
Fatores que determinam a presença do <i>Beam hardning</i>	Implantes, coroas metálicas, braquetes ortodônticos, restaurações em amálgama dental.
Apresentação nas imagens	Sombras, estrias e faixas escuras.
Autores	(BENIC, ELMASRY e HÄMMERLE, 2015; BRITO-JÚNIOR et al., 2014; CAMILO et al., 2013; ESMAEILI et al., 2012; MURPHY et al., 2012; PAUWELS et al., 2013).

FIGURA 3 – Exemplo de artefato de imagem *beam hardning*.



Exemplos de imagens axiais e coronais da região de molar inferior, (a) imagem com artefatos beam hardening, (b) imagem de referência (ESMAEILI et al., 2012).

FIGURA 4 – Exemplo de artefato de imagem *beam hardning*.



Exemplos de artefatos por endurecimento do feixe (*Beam hardning*), na imagem (a) implantes dentários, (b) coroas metalo-cerâmicas, (c) material de obturação do canal radicular, (d) braquetes ortodônticos (PAUWELS et al., 2013).

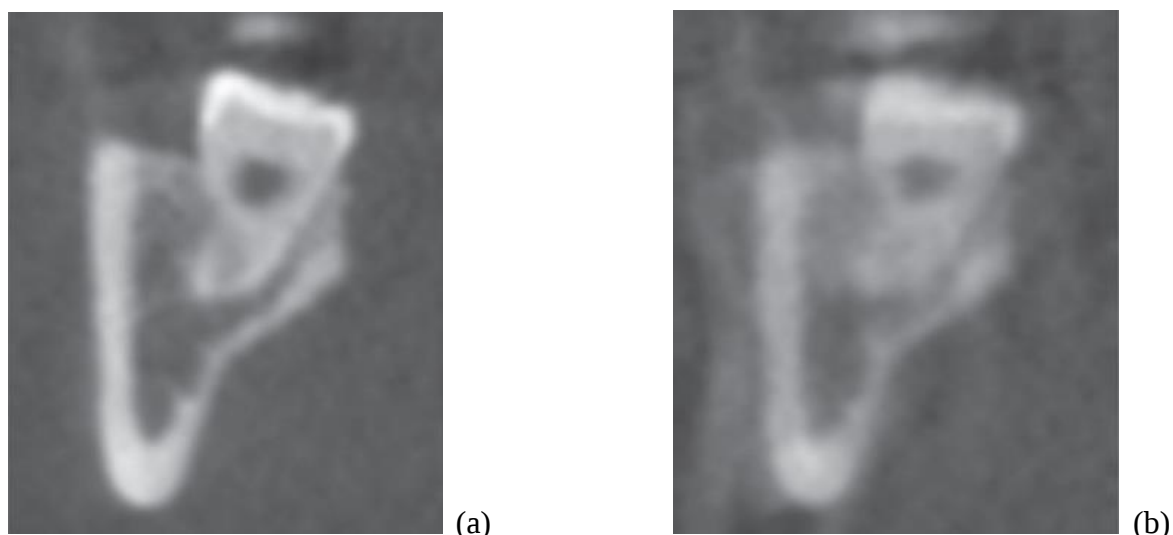
ARTEFATO DE MOVIMENTO

Alguns estudos foram feitos utilizando crânio humano acoplado a um robô que faz movimentos semelhantes aqueles produzidos pelo paciente. Observadores concordaram com a presença de pelo menos um artefato em 90% das imagens. Para todas as unidades e padrões de movimento, como artefatos de listras foram os mais comuns (SPIN-NETO et al., 2013; SPIN-NETO E WENZEL, 2016).

TABELA 3. Avaliação do artefato por artefato de movimento.

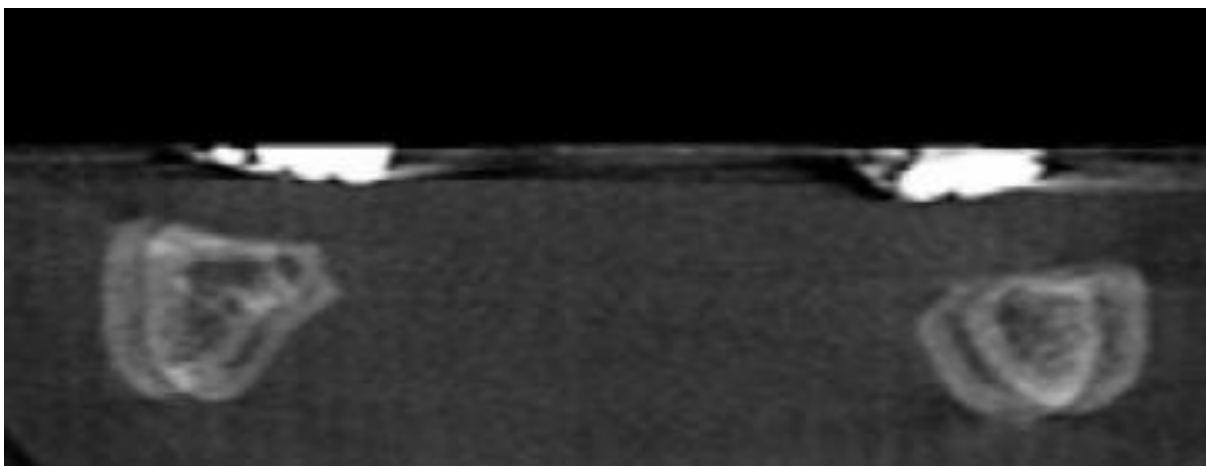
Artefato	Artefatos de movimento: Produção decorrente da movimentação dos pacientes.
Produção dos artefatos	Movimentos no momento da exposição ao exame.
Fatores que determinam a presença de artefatos de movimento	Movimentos fisiológicos, como respiração e batimentos cardíacos, espasmos musculares e alterações patológicas físicas e funcionais como doença de Parkinson, suas maiores prevalências são em crianças e idosos.
Apresentação nas imagens	Falta de nitidez, contorno duplo das margens ósseas e listras.
Autores	(SPIN-NETO et al., 2013; SPIN-NETO E WENZEL, 2016; DONALDSON, O'CONNOR e HEATH, 2013).

FIGURA 5 – Exemplo de artefato de movimento.



Exemplos de imagens transversais da região do terceiro molar inferior, (a) imagem de referência; (b) imagem com artefatos de movimento (SPIN-NETO et al., 2013).

FIGURA 6 – Exemplo de artefato de movimento.



Exemplo de artefato por movimentação do paciente (DONALDSON, O'CONNOR e HEATH, 2013).

Em um trabalho, os pacientes foram devidamente imobilizados na região da cabeça e nos pés, assim como passaram por um treinamento de respiração afim de torna-la lenta e também foram orientados a engolir a saliva antes da realização do exame, com a finalidade de minimizar o máximo possível os movimentos fisiológicos dos pacientes. Ao todo foram 200 pacientes analisados, dentre eles, apenas 0,5 tiveram a necessidade de uma nova tomada de imagens devido aos artefatos na imagem, esses pacientes que precisaram de retomadas foram identificados em duas faixas etárias diferentes: menores de 16 anos e acima de 65 anos de idade. Sendo 86% do sexo masculino e apresentaram patologias como disfagia, dor na coluna e doença de Parkinson. Concluindo que os artefatos de movimentos podem ser minimizados pelo aumento de atenção nos detalhes e sublimine execução da técnica radiográfica. Os autores definem artefatos de movimento como “falta de nitidez contornos duplos das margens ósseas” (DONALDSON, O'CONNOR E HEATH, 2013).

5. DISCUSSÃO

Para interpretação das imagens RITTER et al., (2014), concluiu que a direção dos raios-x emitidos pelo equipamento deve ser levada em consideração, pois a produção de artefatos pode variar dependendo desta posição. O lado ósseo vestibular pode aparecer de forma aumentada, enquanto a cortical óssea lingual encontra-se diminuída, esta distorção volumétrica se dá na presença de artefatos.

BRITO-JÚNIOR et al., (2014) observou que os artefatos aparecem diferentes para os dispositivos e protocolos realizados, evidenciando a importância dos protocolos adotados. Os exames de imagem de tomografia computadorizada de feixe cônico são susceptíveis a alguns tipos de distorções na imagem como sombras e listras que correspondem à anatomia local, as possíveis causas são variáveis. Os artefatos entram nesse contexto e geram alguns defeitos de imagem se houver presença de materiais radiopacos como o material obturador no canal radicular. Estes artefatos apresentam-se como estrias e faixas escuras ao redor do dente, sendo confundido facilmente com uma linha de fratura radicular. A aparência desses artefatos é afetada pela exibição do nível de cinza.

Tanto CAMILO et al., (2013) como PAUWELS et al., (2013), concordam que na região da face pode existir uma variedade de objetos metálicos presentes. Restaurações de amálgama, implantes, braquetes ortodônticos e coroas podem afetar diretamente a qualidade de imagem devido a produção de artefatos por um fenômeno chamado de *beam hardning* e acontece sempre que fótons com baixa densidade são absorvidos por matérias de alta densidade, como exemplo os metais.

Segundo SPIN-NETO et al., (2013), para tentar reduzir os efeitos dos artefatos de movimento, seria necessário a redução do tempo da tomada de imagens, aumento de atenção nos detalhes do protocolo e sublimar execução da técnica radiográfica, geralmente evidenciados em pacientes jovens pela movimentação produzida durante a tomada radiográfica, na qual leva alguns segundos para ser concluída, consequentemente o paciente executa alguns movimentos como o de respiração e até mesmo o batimento cardíaco poderá gerar artefatos indesejados.

GAMBA et al., (2014) aponta a TCFC como exame fundamental para a implantodontia, pois fornecem informações precisas sobre a altura e espessura óssea para um planejamento e tratamento correto. Na implantodontia, a tomografia computadorizada de feixe cônico vem ganhando amplo destaque devido a sua capacidade de fornecer informações essenciais para o planejamento, tratamento e acompanhamento na área da implantodontia, produzem imagens de alta qualidade e sem sobreposição de estruturas anatômicas adjacentes,

permitindo um correto diagnóstico. Um diagnóstico errado muitas vezes leva a procedimentos invasivos desnecessários, como procedimentos cirúrgicos e extrações dentárias.

KAMBUROGLU et al., (2013) relatou que na ausência de artefatos, que possam vir a alterar os padrões volumétricos, estas imagens fornecem informações confiáveis e precisas na detecção de lesões periodontais ao redor dos implantes.

Já RITTER et al., (2014); relata que a tomografia computadorizada de feixe cônico tem pouca relevância no monitoramento/acompanhamento de patologias peri-implantares devido à formação de artefatos de imagem causados pelo material metálico do implante.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho trouxe para o debate acadêmico uma revisão da literatura sobre um campo do conhecimento na área da Odontologia que busca integração com a área da Imagenologia, com foco especial nos aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico. Disso pode-se concluir que o principal foco-problema foi a produção de artefatos de imagens presentes nas tomografias. O entendimento dos conceitos e das teorias acima relatado pode permitir ao leitor uma melhor compreensão do problema analisado.

É necessário que novos estudos sejam feitos com o intuito de desenvolver algoritmos capazes de reduzir os efeitos visíveis destes artefatos, contribuindo de maneira positiva para o avanço da ciência, facilitando o trabalho do profissional no momento do diagnóstico e o norteando para uma correta resolução do tratamento. Embora o uso desse algoritmo prolongue o tempo de varredura, ainda é uma alternativa útil para redução de artefatos metálicos.

REFERÊNCIAS

BECHARA, B.; MCMAHAN, C. A.; GEHA, H.; NOUJEIM, M. Evaluation of a cone beam CT artefact reduction algorithm. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 41, n. 5, p. 422–428, 2012.

BECHARA, B.; MCMAHAN, C. A.; MOORE, W. S.; NOUJEIM, M.; TEIXEIRA, F.B.; GEHA, H. Cone beam CT scans with and without artefact reduction in root fracture detection of endodontically treated teeth. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 42, n. 5, 2013.

BENIC, G. I.; SANCHÓ-PUCHADES, M.; JUNG, R. E.; DEYHLE, H.; HAMMERLE, C. H. F. In vitro assessment of artifacts induced by titanium dental implants in cone beam computed tomography. **Clinical Oral Implants Research**, v. 24, n. 4, p. 378–383, 2013.

BENIC, G. I.; ELMASRY, M.; HÄMMERLE, C. H. F. Novel digital imaging techniques to assess the outcome in oral rehabilitation with dental implants: a narrative review. **Clinical Oral Implants Research**, v. 26, p. 86–96, 2015.

BRITO-JÚNIOR, M.; SANTOS, L. A. N.; FARIA-E-SILVA, A. L.; PEREIRA, R. D.; SOUSA-NETO M. D. Ex vivo evaluation of artifacts mimicking fracture lines on cone-beam computed tomography produced by different root canal sealers. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 1, p. 26–31, 2014.

CAMILO, C. C.; BRITO-JÚNIOR, M.; FARIA-E-SILVA, A. L.; QUINTINO, A. C.; PAULA, A. F.; CRUZ-FILHO, A. M.; SOUSA-NETO, M. D. Artefacts in Cone Beam CT Mimicking an Extracanal Canal of Root-Filled Maxillary Molar. **Case Reports in Dentistry**, v. 2013, p. 1–5, 2013.

CELIKTEK, B.; JACOBS, R.; VASCONCELOS, K. F.; HUANG, Y.; NICOLIELO, L. F. P.; ORBAN, K. Assessment of Volumetric Distortion Artifact in Filled Root Canals Using Different Cone-beam Computed Tomographic Devices. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 9, p. 1517–1521, 2017.

COUCEIRO, C. P.; VILELLA, O. D. V. Artigo online *. **Dental Press J Orthod**, v. 4015, n. 5, p. 40–1, 2010.

DONALDSON, K.; O’CONNOR, S.; HEATH, N. Dental cone beam CT image quality possibly reduced by patient movement. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 42, n. 2, p. 3–4, 2013.

ESMAEILI, F.; JOHARI, M.; HADDADI, P.; VATANKHAH, M. Beam Hardening Artifacts: Comparison between Two Cone Beam Computed Tomography Scanners. **Journal of dental research, dental clinics, dental prospects**, v. 6, n. 2, p. 49–53, 2012.

ALSUFYANI, N. A.; NOGA, M. L.; FINLAY W. H.; MAJOR, P. W.; **Topical contrast agents to improve soft-tissue contrast in the upper airway using cone beam CT : a pilot study**. p. 4–9, 2013.

CAVALCANTI, M. G. P.; MARQUES, A. P.; PERRELLA, A.; GAIA, B. F.; MOREIRA, C. R.; SANTOS, D. T.; UTUMI, E. R. **Diagnóstico por imagem da face**. p. 3–44, 2012.

GAMBA, T. O.; OLIVEIRA, M. L.; FLORES, I. L.; CRUZ A. D.; ALMEIDA, S. M.; HAITER-NETO, F.; LOPES, S. L. P. C. Influence of cone-beam computed tomography image artifacts on the determination of dental arch measurements. **Angle Orthodontist**, v. 84, n. 2, p. 274–278, 2014.

BOZZUTO, G.; RUGGIERI, P. A. M. Molecular aspects of tumor cell migration and invasion. **Ann Ist Super Sanità**, v. 46, n. 1, p. 66–80, 2010.

KAMBUROĞLU, K.; KOUSUZ, E.; MURAT, S.; EREN, H.; YUKSEL, S.; PAKSOY, C. S. Assessment of buccal marginal alveolar peri-implant and periodontal defects using a cone beam CT system with and without the application of metal artefact reduction mode. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 42, n. 8, p. 1–9, 2013.

MURPHY, M.; DRAGE, N.; CARABOTT, R.; ADAMS C. Accuracy and Reliability of Cone Beam Computed Tomography of the Jaws for Comparative Forensic Identification: A Preliminary Study. **Journal of Forensic Sciences**, v. 57, n. 4, p. 964–968, 2012.

NAGARAJAPPA, A.; DWIVEDI, N.; TIWARI R. Artifacts: The downturn of CBCT image. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, v. 5, n. 6, p. 440, 2015.

OLIVEIRA, M. L.; FREITAS, D. Q.; AMBROSANO G. M. B.; HAITER-NETO, F. Influence of exposure factors on the variability of CBCT voxel values: A phantom study. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 43, n. 6, p. 1–6, 2014.

PARIROKH, M.; ARDJOMAND, K.; MANOCHEHRIFAR, H. Artifacts in cone-beam computed tomography of a post and core restoration: a case report. **Iranian endodontic journal**, v. 7, n. 2, p. 98–101, 2012.

PAUWELS, R.; STAMATAKIS, H.; BOSMANS, H.; BOGAERTS, R.; JACOBS, R.; HORNER, K.; TSIKLAKIS, K. Quantification of metal artifacts on cone beam computed tomography images. **Clinical Oral Implants Research**, v. 24, n. A100, p. 94–99, 2013.

RITTER, L.; ELGER, M. C.; ROTHAMEL, D.; FIENITZ, T.; ZINSER, M.; SCHWARZ, F.; ZOLLER, J. E. Accuracy of peri-implant bone evaluation using cone beam CT, digital intra-oral radiographs and histology. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 43, n. 6, p. 1–10, 2014.

SAFI, Y.; AGHDASI, M. M.; EZODDINI-ARDAKANI, F.; BEIRAGHI, S.; VASEGH, Z. Effect of metal artifacts on detection of vertical root fractures using two cone-beam computed tomography systems. **Iranian Endodontic Journal**, v. 10, n. 3, p. 193–198, 2015.

SALINEIRO, F. C. S.; SANTOS-JUNIOR, L. R. P. O.; CAVALCANTI, M. G. P. Detection of horizontal root fracture using four different protocols of cone-beam computed tomography. **Brazilian Oral Research**, v. 29, n. 1, p. 1–6, 2015.

SIMÕES, C. C.; CAMPOS, P. S. F. Avaliação subjetiva da aceitabilidade das imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico para o planejamento de implantes osteointegrados. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 43, n. 3, p. 165–171, 2014.

SIMÕES, C. C.; CAMPOS, P. S. F. Influência do tamanho do voxel na qualidade de imagem tomográfica: revisão de literatura Influence of voxel size on the quality of tomography image: literature review. **RFO, Passo Fundo**, v. 18, n. 3, p. 361–364, 2013.

SPIN-NETO, R.; MUDRAK, J.; MATZEN, L. H.; CHRISTENSEN, J.; GOTFREDSEN, E.; WENZEL, A. Cone beam CT image artefacts related to head motion simulated by a robot skull: Visual characteristics and impact on image quality. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 42, n. 2, 2013.

SPIN-NETO, R.; WENZEL, A. Patient movement and motion artefacts in cone beam computed tomography of the dentomaxillofacial region: A systematic literature review. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 121, n. 4, p. 425–433, 2016.

VEDPATHAK, P. R.; GONDIVKAR, S. M.; BHOOSREDDY, A. R.; SHAH, K. R.; VERMA, G. R.; MEHROTRA, G. P.; NERKAR, A. C. Cone Beam Computed Tomography- An Effective Tool in Detecting Caries Under Fixed Dental Prostheses. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 10, n. 11, p. 11–14, 2016.

NAVARRO, Marcos Vinícius Teixeira. O radiodiagnóstico na saúde pública. In: *Risco, radiodiagnóstico e vigilância sanitária*. Salvador: **EDUFBA**, 2009, pp. 25-30. ISBN 978-85-232-0924-7.