Métodos de avaliação de densidade mineral óssea maxilomandibular por meio de tomografia Cone Beam: revisão de literatura

Bone mineral density assessment in maxillomandibular region using Cone Beam computed tomography: a review of the literature

BRUNA DI PROFIO¹
BRUNA DE OLIVEIRA RECH¹
MARIANA MURAI CHAGAS¹
OTÁVIO HENRIQUE PINHATA BAPTISTA¹
VINICIUS TEIXEIRA SILVA¹
LUCIANA MUNHOZ¹
EMIKO SAITO ARITA¹

RESUMO

Objetivo: O objetivo desta revisão bibliográfica foi descrever estudos que utilizaram métodos de análise qualitativos e quantitativos em tomografia computadorizada cone beam (TCFC) na análise da densidade mineral óssea (DMO) da região maxilomandibular. Foram incluídos nesta revisão artigos referentes ao uso da TCFC na análise da DMO da região maxilo-mandibular de 2009 até 2020, publicados nas bases de dados: PUBMED, EMBASE e Scopus. As palavras em inglês “osteoporosis”, “bone mineral density” e “bone content” foram combinadas com “CBCT” e “pixel values”, usando-se o operador booleano “AND”. “Osteoporosis” AND “CBCT”, “bone mineral density” AND “CBCT”, “bone content” AND “CBCT” AND “CBCT” AND “osteoporosis”, “pixel values” AND “CBCT” AND “bone mineral density”, “pixel values” AND “CBCT” AND “bone content”.

Resultados: Foram selecionados 17 artigos que investigaram o uso da TCFC no estudo da DMO maxilo-mandibular. Muitos pesquisadores utilizaram a microtomografia, tomografia computadorizada multislice e análise histomorfométrica para realizar comparações com a TCFC.

Conclusões: As evidências bibliográficas sugerem que a TCFC, tanto por meio dos seus valores de escala de cinza quanto pelos seus parâmetros 3D estruturais, se apresenta como um método de relevância clínica, confiável e fácil acesso, de análise proporcional da densidade óssea da região maxilomandibular.

Palavras-chave: Osteoporose. Densidade Óssea. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

ABSTRACT

Aim: The objective of this literature review was to describe studies that evaluated qualitatively and quantitatively the bone mineral density (BMD) using cone beam computed tomography (CBCT) of the maxillomandibular region. This review included articles referring to the use of CBCT in the BMD assessment in the maxillomandibular region from 2009 to 2020, published in the databases: PUBMED, EMBASE and Scopus. The words: “osteoporosis”, “bone mineral density” and “bone content” were combined with “CBCT” and “pixel values”, using the Boolean operator “AND”. “Osteoporosis” AND “CBCT”, “bone mineral density” AND “CBCT”, “bone content” AND “CBCT” AND “CBCT” AND “osteoporosis”, “pixel values” AND “CBCT” AND “bone mineral density”, “pixel values” AND “CBCT” AND “bone content”.

Results: 17 articles were selected. Many researchers used micro-tomography, multislice computed tomography and histomorphometric analysis to make comparisons with the TCFC.

Conclusions: The literature evidences suggest that CBCT, both through its gray scale values and its 3D structural parameters, presents itself as a method of clinical relevance, reliable and easy, of proportional analysis of the bone density of the maxillomandibular region.

Keywords: Osteoporosis. Bone Density. Cone-Beam Computed Tomography.

¹ Departamento de Estomatologia, Universidade de São Paulo.

INTRODUÇÃO

A osteoporose é uma doença que afeta mais de 200 milhões de pessoas no mundo, causada pelo desequilíbrio entre a reabsorção e a neoformação óssea, que pode estar associado a diversos fatores, resultando em um padrão ósseo com menor densidade mineral e mais suscetível a fratura.¹ A redução da densidade mineral óssea pode ser averiguada por meio de técnicas imaginológicas de conhecimento do cirurgião-dentista, por exemplo, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC).

A TCFC é um método de diagnóstico por imagem da região do complexo maxilomandibular com frequência utilizada na prática clínica, principalmente para as áreas de implantodontia, patologias ósseas e ortodontia, que possibilita a avaliação da estrutura trabecular óssea, qualitativa e quantitativamente.²

As tomografias computadorizadas são exames confiáveis no auxílio diagnóstico da qualidade óssea, pois geram imagens em três dimensões com alta resolução, com boa acurácia e mínima distorção. A TCFC possui vantagens ao cirurgião-dentista como reduzido tempo de escaneamento do paciente para obtenção das imagens, baixa dose de radiação e custo, possibilitando maior acessibilidade para a realização desse exame pelo paciente e um maior detalhamento de imagem quando comparado com radiografias panorâmicas e periapicais.³

Assim, o objetivo da presente revisão literária foi reportar e discutir estudos que utilizam a TCFC no estudo da densidade mineral óssea (DMO), possibilitando fornecer ao cirurgião-dentista um panorama dos principais estudos qualitativos e quantitativos sobre o assunto.

MATERIAIS E MÉTODOS

Fontes de informação

Foi realizada uma busca na base de dados busca eletrônica em três bases de dados: Pubmed, Scopus e Embase. A pesquisa foi

feita no dia 24 de março de 2020, utilizando combinações das seguintes palavras-chave: "Osteoporosis" AND "CBCT", "bone mineral density" AND "CBCT"; "bone content" AND "CBCT" "pixel values" AND "CBCT" AND "osteoporosis"; "pixel values" AND "CBCT" AND "bone mineral density;" pixel values" AND "CBCT" AND "bone content".

Seleção de estudos

A seleção de estudos foi realizada da seguinte forma: inicialmente, com a ajuda de um software gerenciador de referência (EndNote® X7 Thomson Reuters, Filadélfia, PA, EUA) utilizado para coletar as referências e excluir as duplicadas. Na sequência, dois revisores revisaram de forma independente os títulos e resumos dos artigos selecionados na busca. Foram excluídos artigos que claramente não se encaixavam nos critérios de inclusão ou que se enquadravam em algum dos critérios de exclusão. Por fim, os artigos remanescentes foram lidos na íntegra e avaliados com base nos mesmos critérios de elegibilidade.

Critério de elegibilidade:

Para essa revisão foram selecionados artigos de 2009 até 2020 que consideraram métodos de avaliação de densidade mineral óssea maxilomandibular por meio de TCFC.

Foram excluídos trabalhos de revisão, carta, opiniões pessoais, capítulos de livro, relatos de caso, resumos de congressos, estudos realizados fora da região maxilomandibular, estudos nos quais os participantes apresentavam relato de osteonecrose ou osteoradionecrose.

2. RESULTADOS

Durante a pesquisa inicial, 1.500 citações foram identificadas em três bases de dados eletrônicas (PubMed, Scopus e Embase). Após a eliminação de trabalhos duplicados, restaram 1.100 artigos. Em seguida, após uma leitura de títulos, 119 artigos tiveram seus resumos lidos. Por serem considerados

potencialmente úteis, foram selecionados para a avaliação. Dos 119 estudos remanescentes, 43 foram subsequentemente excluídos por não se enquadrarem nos critérios de inclusão, 10 por áreas ou assuntos diferentes ao interesse da revisão e 10 por não avaliarem densidade óssea. Foram lidos na íntegra 56 estudos. Um estudo foi excluído por se tratar de capítulo de livro e mais 41 estudos foram excluídos

por serem pôsteres ou revisões da literatura. Foram selecionados 14 artigos e três novas referências foram adicionadas manualmente, oriundas da leitura de referências de artigos selecionados. Portanto, 17 artigos foram incluídos para coleta de dados. A Figura 1 ilustra o processo de identificação e seleção dos estudos. Os artigos selecionados sumarizados encontram-se na Tabela 1.

Figura 1: Fluxograma contendo as etapas da revisão de literatura deste estudo.

Tabela 1: Artigos selecionados: autor e ano, objetivo geral do estudo, metodologia, principais resultados e conclusão.

Autor e ano	Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusão
Hohlweg-Majert et al., 2011 ⁴	Determinar a quantidade e qualidade óssea em TCFC em comparação à TCMS e μ TC.	Cilindros de osso esponjoso de mandíbula de amostra de metades de crânio de porco.	Há correlação das HU com a morfologia óssea. É possível avaliar a DMO usando TCFC. Os resultados numéricos da medida da TCFC não são comparáveis aos resultados da TCMS.	A TCFC é uma opção adequada para analisar a massa óssea, mas não fornece informações sobre a qualidade óssea com a mesma acurácia da μ TC.
González-García & Monje, 2013 ⁵	Analisar a relação entre a RBD avaliada pelos valores de densidade obtidos pela TCFC e a microestrutura histomorfométrica em μ TC dos ossos maxilares no local dos implantes dentários	Avaliações em biópsias ósseas dos ossos maxilares extraídas de sítios para instalação de implantes dentários.	A TCFC é confiável à análise microestrutural dos ossos maxilares no momento pré-operatório. Constatou-se alta correlação positiva entre RBD avaliada por TCFC.	A RBD avaliada pela TCFC tem forte correlação positiva com a BV / TV avaliada por μ TC no local dos implantes dentários nos ossos maxilares.
Taylor et al., 2013 ⁶	Examinar a capacidade da TCFC no diagnóstico da diferença relativa do grau de parâmetros de mineralização óssea em uma mandíbula humana quando comparada a μ TC.	Cortes mandibulares de cadáveres. Um histograma do GL, equivalente ao grau de mineralização óssea, foi obtido em cada região das imagens da TCFC.	As médias das diferenças percentuais de todos os parâmetros de GL entre as regiões de osso medular e osso cortical basal não foram significativamente diferentes entre a μ TC e a TCFC.	A TCFC pode detectar as diferenças relativas na distribuição mineral do tecido entre as regiões medulares e corticais basais no osso da mandíbula, fornecendo resultados compatíveis aos da μ TC.
Van Dessel et al., 2013 ⁷	Determinar a precisão da TCFC para mensurar a microestrutura do osso trabecular em comparação com μ CT.	Amostras de osso humano mandibular edentulos foram digitalizados usando uma máquina TCFC de alta resolução (80 μ m). A segmentação e morfometria foram realizadas e quantificadas dentro dos volumes de interesse.	Alta correlação entre a TCFC e protocolos de μ TC para todos os índices morfométricos testados, exceto para a espessura trabecular.	Observou-se um bom potencial da imagem de alta resolução por TCFC para aplicações <i>in vivo</i> da morfometria óssea quantitativa e da avaliação da qualidade óssea.
Soardi et al., 2014 ⁸	Comparar a TCFC e a μ TC em cirurgias de levantamento de seio maxilar, para verificar o potencial diagnóstico da TCFC na avaliação da regeneração óssea.	Pacientes submetidos à cirurgia de levantamento de seio maxilar com partículas de aloenxerto ósseo TCFC: antes da cirurgia, após aumento do seio e imediatamente após a inserção do implante.	Não se observaram diferenças significativas na densidade do tecido ósseo após o procedimento de levantamento de seio e instalação de implante, por meio da TCFC.	O resultado preliminar demonstrou claramente a previsibilidade da análise da TCFC.

Autor e ano	Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusão
Klintstrom et al., 2014 ²	Avaliar como os parâmetros de imagem de TCFC odontológico afeta a precisão na quantificação de estruturas ósseas trabeculares.	Amostras ósseas (fragmentos de tecido ósseo do rádio) foram examinadas utilizando protocolos de imagem, diferindo em corrente, voltagem, grau de rotação, tamanho do voxel, área de imagem e tempo de rotação.	Volume ósseo e espessura trabecular não foram afetados pelas alterações nos parâmetros de imagem. A dose de radiação variou entre 269 e 1153 mGy cm2	A estrutura óssea trabecular pode ser quantificada com precisão pela TCFC odontológica <i>in vitro</i> , e os parâmetros estruturais obtidos estão fortemente relacionados aos obtidos pelo μ TC.
Cortes et al., 2015 ⁹	Identificar características ósseas quantitativas que influenciam o torque de inserção do implante.	Sítios de implantes, radiografias panorâmicas e TCFC pré-operatórias compuseram o planejamento cirúrgico. As amostras ósseas obtidas nas cirurgias foram avaliadas com DXA absorptometria de raios-X dupla, μ CT e histologia.	Espessura cortical de crista > 0,75 mm e espessura normal do córtex inferior da mandíbula foram as variáveis mais significativas.	O córtex inferior da mandíbula é confiável para a análise da qualidade do tecido ósseo para pacientes que necessitam realizar cirurgias de implantes.
Kim et al., 2015 ¹⁰	Avaliar a viabilidade da TCFC na avaliação da microarquitetura óssea trabecular.	Espécimes de mandíbulas humanas analisadas usando μ TC e TCFC. A correlação de parâmetros tridimensionais entre TCFC e μ TC foi avaliada.	Todos os parâmetros, exceto a superfície específica do osso e a espessura trabecular, apresentaram correlações positivas. Entre os parâmetros, o volume ósseo, o percentual de volume ósseo, a separação trabecular e o grau de anisotropia das imagens de TCFC mostraram fortes correlações com as das imagens de μ TC.	A maioria dos parâmetros microarquiteturais da TCFC foi correlacionada com os da μ TC. Alguns parâmetros microarquiteturais, especialmente DA, podem ser usados como fortes preditores da qualidade óssea na mandíbula humana.
Parsa et al., 2015 ¹¹	Analisar a correlação entre a fração do volume ósseo (BV / TV) e as unidades de Hounsfield da densidade óssea em mandíbulas humanas, por meio da μ TC e TCMS. Avaliar a precisão da TCFC na avaliação da densidade e microestrutura óssea trabecular usando TCMS e μ TC como padrão-ouro de referência.	Mandíbulas de cadáveres humanos parcialmente desdentados. As varreduras de TCMS, TCFC e μ TC de cada mandíbula foram comparadas para selecionar a região exata de ROI.	Observaram-se fortes correlações entre a densidade de TCFC e TCMS e entre as medidas de TCFC e μ TC. Foi observada excelente correlação entre TCMS (expressa em HU) e μ TC (expressa em BV / TV).	Foi constatada correlação positiva entre volume, qualidade e densidade óssea, na comparação TCFC e μ TC. Isso sugere que as medições da densidade óssea poderiam ser usadas para estimar parâmetros microestruturais ósseos, evidenciado pela correlação entre GL da TCFC e BV/TV da μ TC.
Soardi et al., 2016 ³	Analisar a DXA após cirurgia de enxerto ósseo alógeno para elevação de soalho de seio maxilar através de TCFC e avaliar os espécimes obtidos durante biópsia em μ CT.	Pacientes que realizaram cirurgias de seio maxilar e biópsias ósseas com TCFC em momentos diferentes: antes da cirurgia, no pós-operatório imediato da cirurgia, após 06, 10 e 18 meses respectivamente.	O conteúdo mineral enxertado desapareceu completamente entre 10 e 11 meses.	TCFC pode ser considerada uma ferramenta útil para a avaliação óssea nos casos de cirurgia de reconstruções ósseas.

Autor e ano	Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusão
Van Dessel et al., 2016 ¹²	Comparar a precisão da TCFC de diferentes aparelhos em comparação com a TCMS e a μ TC para avaliar objetivamente a qualidade óssea trabecular e cortical antes da colocação de implantes.	Mandíbulas humanas tomografadas em 7 diferentes aparelhos de TCFC, 1 aparelho de TCMS, com duas resoluções no aparelho (alta resolução e resolução padrão) e 1 aparelho para μ TC.	Fração de volume trabecular, espessura trabecular e fração de volume cortical foram superestimados em todas as máquinas TCMS e TCFC comparados aos valores obtidos a partir da μ TC.	TCFC de baixa dose possui potencial similar ao da μ TC para a avaliação estrutural 3D quantitativa do osso cortical e trabecular antes da instalação de implantes. Entretanto, nem todas as máquinas de TCFC são igualmente confiáveis na exibição da estrutura do osso trabecular e cortical. A TCMS de resolução padrão deixa a desejar a esse respeito.
Van Dessel et al., 2017 ¹³	Verificar clinicamente se a TCFC pode ser usada de forma confiável na avaliação da qualidade óssea alveolar em comparação com a TCMS e o a μ TC (padrão-ouro).	Amostras de mandíbulas dentadas de cadáveres	Os índices de TCFC e TCMS mostraram uma rede de trabéculas alveolares significativamente mais espessas, associado a uma superestimação significativa do volume ósseo e poros mais próximos em comparação a μ TC.	As medidas morfométricas obtidas pela maioria das máquinas TCFC e pelas TCMS de alta resolução são confiáveis, apesar de superestimarem a quantidade de osso em comparação à μ TC. A análise do padrão estrutural do osso alveolar, permanece semelhante para as máquinas TCFC de mais alta resolução.
Wang et al., 2017 ¹⁴	Verificar a confiabilidade da TCFC na avaliação da densidade óssea através da análise da escala de contraste, comparando-a com os dados obtidos na μ CT.	Biópsias ósseas e análises morfométricas realizadas com as imagens obtidas em amostras selecionadas de osso mandibular.	Das amostras, 80% tiveram os valores entre 350 e 550 na escala de contraste das TCFC. Foi encontrada correlação diretamente proporcional para a densidade média e correlação inversamente proporcional para o espaço trabecular.	Existe correlação entre o padrão do tecido ósseo avaliado por TCFC e a densidade óssea analisada por μ TC na região posterior de mandíbula.
Nishimura et al., 2018 ¹⁵	Correlacionar e comparar os valores em pixel através de TCFC em seios maxilares enxertados com estruturas ósseas adjacentes.	TCFC em pacientes que passaram por cirurgia de elevação de seio maxila com enxerto de fosfato de cálcio bifásico.	Correlações positivas foram encontradas entre a área enxertada e a área óssea adjacente	Os valores em pixel de seios maxilares enxertados estão diretamente associados à extensão da área enxertada.
Tanaka et al., 2018 ¹⁶	Avaliar a microestrutura do trabeculado ósseo após exodontias.	Biópsias ósseas foram avaliadas de alvéolos pós-exodontias através de μ CT e análise histológica.	No período entre o 7°. e o 12°. mês pós exodontia há atividades de remodelação óssea no alvéolo e após o 12°. mês ocorreu uma estabilidade no processo de maturação óssea.	A remodelação do trabeculado ósseo em humanos após exodontias possui um período de estabilização.
Brehler et al., 2018 ¹⁷	Investigar o desempenho da TCFC na análise quantitativa do osso trabecular.	Biópsias ósseas de pacientes com tolerância prejudicada à glicose e com diabetes mellitus tipo 2.	De acordo com as medições da μ TC, as 35 amostras transilíacas cobriram uma ampla faixa de valores de BV / TV, de 7,5% a 50,5%; A comparação à segmentação global da linha de base usando o método de Otsu melhorou a correlação TCFC e μ TC; a melhora foi de: ~ 22% para BV / TV, ~ 27% para espessura do trabeculado, ~ 56% para espaço trabecular e ~ 31% para número trabecular.	A TCFC pode ter utilidade na detecção de alterações na microestrutura óssea induzida por doença ou intervenção terapêutica.

Autor e ano	Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusão
Kulah et al., 2019 ¹⁸	Avaliar a microarquitetura trabecular da maxila usando 2 imagens de TCFC diferentes, obtidas com diferentes configurações em comparação com imagens de μ TC <i>ex vivo</i> .	Aparelhos: (TCFC) 3-D Planmeca Promax Max e 3-D Accuitomo 170; (μ CT): SkyScan 1.174. Foram avaliadas 17 amostras de maxilas posteriores de cadáveres por 2 tipos de aparelhos diferentes de TCFC e por um μ TC.	A relação BV / TV e os parâmetros DA mostraram concordância significativa entre dispositivos de μ CT e TCFC. Imagens de TCFC obtidas com o menor tamanho de voxel fornecem informações mais precisas para a avaliação da microestrutura óssea maxilar.	A relação BV / TV e os parâmetros DA medidos na TCFC obtida no menor tamanho de voxel, mostrou-se útil para a avaliação da microestrutura trabecular da maxila.

Abreviações: TCMS tomografia computadorizada multislice; TCFC tomografia computadorizada de feixe cônico; μ TC micro tomografia computadorizada; HU unidades de Hounsfield; RBD radiographic bone density (densidade radiográfica óssea); BV bone volume; TV tissue; BV/TV fração óssea volumétrica; GL gray level (escala de cinza); ROI region of interest (região de interesse); DMO: densidade mineral óssea; DXA: densitometria óssea; GSD: grayscale density (densidade da escala de cinza).

Dezessete artigos preencheram os critérios de inclusão e exclusão.²⁻¹⁸ Os artigos avaliaram assuntos diversos, com comparações da TCFC à análises de microtomografia (μ CT); análises histológicas; comparações entre TCFC e TCMS; comparação entre aparelhos de TCFC; e a influência dos parâmetros de imagem na análise da densidade mineral óssea.

3. Discussão

A presente revisão da literatura sumarizou os estudos disponíveis sobre a confiabilidade diagnóstica da TCFC na avaliação da densidade mineral óssea maxilomandibular. Para tanto, entre uma vasta quantidade de trabalhos encontrados na literatura, 17 artigos foram utilizados,²⁻¹⁸ nos quais o exame de TCFC foi comparado de diversas formas com outras técnicas de imagem ou mesmo análises histomorfométricas.

A TCFC é um exame atualmente muito utilizado na Odontologia devido ao baixo custo, baixa dose de radiação e maior rapidez de realização quando comparado à TCMS. Porém, sua eficácia e confiabilidade na avaliação da densidade óssea na região de maxila e mandíbula ainda é um assunto controverso,^{9,14}

uma vez que os sistemas de TCFC possuem a desvantagem, quando comparados às TCMS, de ausência correlação da intensidade de pixel provida pela TCFC com as unidades Hounsfield (HU),¹⁸ que possuem comprovada correlação com a densidade mineral do tecido ósseo,¹⁹⁻²¹ embora as unidades HU não devam ser usadas para fins de diagnóstico da redução da DMO.

A osteoporose é uma desordem no processo de redução da densidade mineral óssea (DMO) e deterioração microestrutural do tecido ósseo, levando ao enfraquecimento ósseo e consequentes fratura.²² A osteoporose apresenta forte associação idade, menopausa precoce, deficiência de vitamina D, hipertireoidismo, hiperparatireoidismo, diabetes mellitus tipo 1, doença de Cushing, sedentarismo, etnia (caucasiana), histórico familiar de fraturas, hábitos tóxicos tabagismo, etilismo, abuso de drogas e medicamentos, principalmente o uso de corticosteroides, baixa ingestão de cálcio (ainda que controverso) e desnutrição. Por se tratar de uma desordem que não apresenta sintomatologia dolorosa, é considerada “a epidemia silenciosa”. A morbidade decorre da complexidade e da importância das fraturas.²³ A alteração da

densidade mineral óssea (DMO) se manifesta tanto sistemicamente, quanto no complexo maxilo-mandibular.²⁴

As avaliações da DMO feitas através das TCFCs são realizadas por intermédio de softwares que, assim como nas TCMS, se baseiam na associação direta com os coeficientes de atenuação dos tecidos, onde os valores de pixels são mensurados, apresentando valores diretamente proporcionais à quantidade de mineralização do tecido. Os valores de pixels são correlacionados à escala de contraste formada pelos diversos tons de cinza da imagem tomográfica em questão (análise 2D), sendo que a extensão da escala de contraste da imagem depende da quantidade de bit do aparelho que a realizou.

Hohlweg-Majert *et al.* (2011)⁴ e Parsa *et al.* (2015)¹¹ demonstraram, que apesar dos resultados numéricos dos valores de pixels das TCFC não terem correlação com os valores de HU obtidos nas TCMS, a escala de contraste de uma imagem de TCFC é ferramenta capaz de aferir a densidade mineral de um tecido ósseo.⁶ A análise quantitativa dos valores de pixel mensurados na imagem em TCFC pode ser útil no rastreamento de pacientes sob risco de redução da DMO.

Para a verificação da eficácia da TCFC na avaliação da densidade óssea maxilomandibular, estudos têm utilizado como padrão ouro de referência, dados de amostras do mesmo indivíduo obtidos por meio da μ TC, que é um exame que não possui aplicação clínica, mas que, pela comparação, pode validar o uso clínico da TCFC para esse fim.^{5,}

6, 8-12, 15

Reforçando a validação da TCFC como ferramenta de análise da DMO, por meio da μ TC, podemos citar os trabalhos de Gozalez-Garcia *et al.* (2013),⁵ Soardi *et al.* (2014)⁸ e (2016)³ e Parsa *et al.* (2015),¹¹ que mostraram forte relação positiva entre o volume do tecido ósseo obtido por meio da μ TC com

as medidas da densidade óssea radiográfica obtidas através da TCFC. No entanto, Kim *et al.* (2015)¹⁰ mencionaram que é necessário levar em consideração a possibilidade de que alguns parâmetros morfométricos da μ TC podem apresentar valores aumentados quando avaliados em imagens de reconstrução 3D de TCFC e, dessa forma, medições precisas devem ser aprimoradas, diminuindo dessa maneira o tamanho do voxel e a quantidade de ruído dessas tomografias.

Van Dessel *et al.* (2016)¹² demonstraram o potencial da TCFC em baixa dose na avaliação estrutural 3D quantitativa do osso cortical e trabecular, mas salientaram que nem todos os equipamentos de TCFC e TCMS de resolução padrão são igualmente confiáveis na exibição da estrutura trabecular e cortical do osso, o que é corroborado pelos estudos de Hohlweg-Majert *et al.* (2011).⁴

Cortes *et al.* (2015)⁹ avaliaram imagens de radiografias panorâmicas e de TCFC pré-operatórias para os implantes dentários, escaneamentos de μ -TC, exames histológicos e análises de densitometrias ósseas dessas mesmas amostras, e compararam esses achados com as características ósseas quantitativas que influenciam o torque de inserção dos implantes, e os achados observados, nesse trabalho, sugerem que as varreduras de TCFC realizadas podem ser consideradas para avaliar a densidade óssea alveolar, pois a densidade óssea radiográfica obtida com esse método estava fortemente correlacionada com as medidas morfométricas de ambos μ TC e histologia.

Taylor *et al.* (2013)⁶ encontraram uma distribuição significativa do nível do contraste de cinza, que são equivalentes aos parâmetros do grau de mineralização óssea, e esse achado sugere que as avaliações para os valores relativos do grau de mineralização óssea com base nas imagens obtidas por meio da TCFC são comparáveis àqueles baseados na μ TC de

alta resolução. Hohlweg-Majert et al. (2011)⁴ concordam que a densidade mineral óssea pode ser avaliada usando imagens de uma TCFC de uso clínico, mas que para a obtenção de informações relativas à força e estabilidade óssea, deve ser feita uma reconstrução 3D, e o volume de interesse deve ser então analisado.

Além da relevância clínica discutida sobre a avaliação da densidade do osso nativo na região maxilomandibular por meio da TCFC, Soardi et al. (2014)⁸ e (2016)³ e Nishimura et al. (2018),¹⁵ avaliando amostras ósseas removidas de áreas enxertadas, concluíram que os valores de pixel da TCFC foram descritos como adequados para avaliar indiretamente a densidade óssea, pois fortes correlações foram encontradas entre os valores de pixels e os achados histomorfométricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em conta os achados obtidos nesta revisão literária, podemos concluir que as evidências bibliográficas sugerem que a TCFC, tanto através dos seus valores de escala de cinza quanto pelos seus parâmetros 3D estruturais, se apresenta como um método de relevância clínica confiável e de fácil acesso, de análise proporcional da densidade óssea da região maxilomandibular.

REFERÊNCIAS

1. Munhoz L., Aoki EM, Cortes ARG, de Freitas CF, Arita ES. Osteoporotic alterations in a group of different ethnicity Brazilian postmenopausal women: An observational study. **Gerodontology**. 2018, jun.; 35: 101-9. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29380906/?from_single_result=Osteoporotic+alterations+in+a+group+of+different+ethnicity+Brazilian+postmenopausal+women%3A+An+observational+study&expanded_search_query=Osteoporotic+alterations+in+a+group+of+different+ethnicity+Brazilian+postmenopausal+women%3A+An+observational+study
2. Klintström E., Smedby O., Klintström B., Brismar TB, Moreno R. Trabecular bone histomorphometric measurements and contrast-to-noise ratio in CBCT. **Dentomaxillofac Radiol**. 2014, aug.; 43: 20140196. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25168811/?from_single_result=Trabecular+bone+histomorphometric+measurements+and+contrast-to-noise+ratio+in+CBCT&expanded_search_query=Trabecular+bone+histomorphometric+measurements+and+contrast-to-noise+ratio+in+CBCT
3. Soardi CM, Suárez-López del Amo F., Galindo-Moreno P., Catena A., Zaffe D., Wang HL. Reliability of Cone Beam Computed Tomography in Determining Mineralized Tissue in Augmented Sinuses. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 2016, mar./apr.; 31: 352-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27004281/>
4. Hohlweg-Majert B., Metzger MC, Kummer T., Schulze D. Morphometric analysis – Cone beam computed tomography to predict bone quality and quantity. **J Craniomaxillofac Surg**. 2011, jul.; 39: 330-4. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21030266/?from_single_result=Morphometric+analysis+-+Cone+beam+computed+tomography+to+predict+bone+quality+and+quantity&expanded_search_query=Morphometric+analysis+-+Cone+beam+computed+tomography+to+predict+bone+quality+and+quantity
5. González-García R., Monje F. The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: a histomorphometric analysis by micro-CT. **Clin Oral Implants Res**. 2013, aug.; 24: 871-879. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22250839/?from_single_result=he+reliability+of+cone-beam+computed+tomography+to+assess+bone+density+at+dental+implant+recipient+sites%3A+a+histomorphometric+analysis+by+micro-CT.&expanded_search_query=he+reliability+of+cone-beam+computed+tomography+to+assess+bone+density+at+dental+implant+recipient+sites%3A+a+histomorphometric+analysis+by+micro-CT

6. Taylor TT, Gans SI, Jones EM, Firestone AR, Johnston WM, Kim DG. Comparison of micro-CT and cone beam CT-based assessments for relative difference of grey level distribution in a human mandible. **Dentomaxillofac Radiol.** 2013, sep.; 42: 25117764. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22996393/?from_single_result=Comparison+of+micro-CT+and+cone+beam+CT-based+assessments+for+relative+difference+of+grey+level+distribution+in+a+human+mandible.&expanded_search_query=Comparison+of+micro-CT+and+cone+beam+CT-based+assessments+for+relative+difference+of+grey+level+distribution+in+a+human+mandible.
7. Van Dessel J., Huang Y., Depypere M., Rubira-Bullen I., Maes F., Jacobs R. A comparative evaluation of cone beam CT and micro-CT on trabecular bone structures in the human mandible. **Dentomaxillofac Radiol.** 2013, jul.; 42: 20130145. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23833320/>
8. Soardi CM, Zaffe D., Motroni A., Wang HL. Quantitative comparison of cone beam computed tomography and microradiography in the evaluation of bone density after maxillary sinus augmentation: a preliminary study. **Clin Implant Dent Relat Res.** 2014, aug.; 16: 557-64. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23157713/?from_single_result=Quantitative+comparison+of+cone+beam+computed+tomography+and+microradiography+in+the+evaluation+of+bone+density+after+maxillary+sinus+augmentation%3A+a+preliminary+study&expanded_search_query=Quantitative+comparison+of+cone+beam+computed+tomography+and+microradiography+in+the+evaluation+of+bone+density+after+maxillary+sinus+augmentation%3A+a+preliminary+study
9. Cortes AR, Eimar H., Barbosa JeS, Costa C., Arita ES, Tamimi F. Sensitivity and specificity of radiographic methods for predicting insertion torque of dental implants. **J Periodontol.** 2015, jan.; 86: 646-65. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25594426/?from_term=Sensitivity+and+specificity+of+radiographic+methods+for+predicting+insertion+torque+of+dental+&from_pos=1
10. Kim JE, Yi WJ, Heo MS, Lee SS, Choi SC, Huh KH. Three-dimensional evaluation of human jaw bone microarchitecture: correlation between the microarchitectural parameters of cone beam computed tomography and micro-computer tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.** 2015, dec.; 120: 762-70. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26548728/?from_single_result=Three-dimensional+evaluation+of+human+jaw+bone+microarchitecture%3A+correlation+between+the+microarchitectural+parameters+of+cone+beam+computed+tomography+and+micro-computer+tomography.&expanded_search_query=Three-dimensional+evaluation+of+human+jaw+bone+microarchitecture%3A+correlation+between+the+microarchitectural+parameters+of+cone+beam+computed+tomography+and+micro-computer+tomography.
11. Parsa A., Ibrahim N., Hassan B., van der Stelt P., Wismeijer D. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. **Clin Oral Implants Res.** 2015, dec.; 26: e1-7. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24325572/?from_single_result=Bone+quality+evaluation+at+dental+implant+site+using+multislice+CT%2C+micro-CT%2C+and+cone+beam+CT.&expanded_search_query=Bone+quality+evaluation+at+dental+implant+site+using+multislice+CT%2C+micro-CT%2C+and+cone+beam+CT.
12. Van Dessel J., Nicolielo LF, Huang Y., et al. Quantification of bone quality using different cone beam computed tomography devices: Accuracy assessment for edentulous human mandibles. **Eur J Oral Implantol.** 2016; 9: 411-24. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27990508/?from_single_result=Quantification+of+bone+quality+using+different+cone+beam+computed+tomography+devices%3A+Accuracy+assessment+for+edentulous+human+mandibles.&expanded_search_query=Quantification+of+bone+quality+using+different+cone+beam+computed+tomography+devices%3A+Accuracy+assessment+for+edentulous+human+mandibles.

13. Van Dessel J., Nicolielo LF, Huang Y., et al. Accuracy and reliability of different cone beam computed tomography (CBCT) devices for structural analysis of alveolar bone in comparison with multislice CT and micro-CT. **Eur J Oral Implantol.** 2017; 10: 95-105. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28327698/?from_single_result=accuracy+and+reliability+of+different+cane+beam+computed+tomography+%28CBCT%29+devices+for+structural+analysis+of+alveolar+bone+in+comparison+with+multislice+CT+and+micro-CT&expanded_search_query=accuracy+and+reliability+of+different+cane+beam+computed+tomography+%28CBCT%29+devices+for+structural+analysis+of+alveolar+bone+in+comparison+with+multislice+CT+and+micro-CT
14. Wang F., Huang W., Wu Y., et al. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography Grayscale Density in Determining Bone Architecture in the Posterior Mandible: An In Vivo Study with Microcomputed Tomography Validation. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 2017, apr.; 32: 1.074-79. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28403249/?from_single_result=Accuracy+of+Cone+Beam+Computed+Tomography+Grayscale+Density+in+Determining+Bone+Architecture+in+the+Posterior+Mandible%3A+An+In+Vivo+Study+with+Microcomputed+Tomography+Validation&expanded_search_query=Accuracy+of+Cone+Beam+Computed+Tomography+Grayscale+Density+in+Determining+Bone+Architecture+in+the+Posterior+Mandible%3A+An+In+Vivo+Study+with+Microcomputed+Tomography+Validation
15. Nishimura DA, Aoki EM, Abdala Júnior R., et al. Comparison of Pixel Values of Maxillary Sinus Grafts and Adjacent Native Bone With Cone-Beam Computed Tomography. **Implant Dent.** 2018, dec.; 27: 667-71. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30320616/?from_single_result=Comparison+of+Pixel+Values+of+Maxillary+Sinus+Grafts+and+Adjacent+Native+Bone+With+Cone-Beam+Computed+Tomography.&expanded_search_query=Comparison+of+Pixel+Values+of+Maxillary+Sinus+Grafts+and+Adjacent+Native+Bone+With+Cone-Beam+Computed+Tomography
16. Tanaka M., Yamashita-Mikami E., Akazawa K., Yoshizawa M., Arai Y., Ejiri S. Trabecular bone microstructure and mineral density in human residual ridge at various intervals over a long period after tooth extraction. **Clin Implant Dent Relat Res.** 2018, jun.; 20: 375-83. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29508527/?from_single_result=Trabecular+bone+microstructure+and+mineral+density+in+human+residual+ridge+at+various+intervals+over+a+long+period+after+tooth+extraction.&expanded_search_query=Trabecular+bone+microstructure+and+mineral+density+in+human+residual+ridge+at+various+intervals+over+a+long+period+after+tooth+extraction
17. Brehler M., Cao Q., Moseley KF, et al. Robust Quantitative Assessment of Trabecular Microarchitecture in Extremity Cone-Beam CT Using Optimized Segmentation Algorithms. **Proc SPIE Int Soc Opt Eng.** 2018, mar.; 10578. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31337926/?from_single_result=Robust+Quantitative+Assessment+of+Trabecular+Microarchitecture+in+Extremity+Cone-Beam+CT+Using+Optimized+Segmentation+Algorithms.&expanded_search_query=Robust+Quantitative+Assessment+of+Trabecular+Microarchitecture+in+Extremity+Cone-Beam+CT+Using+Optimized+Segmentation+Algorithms
18. Kulah K., Gulsahi A., Kamburoğlu K., et al. Evaluation of maxillary trabecular microstructure as an indicator of implant stability by using 2 cone beam computed tomography systems and micro-computed tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.** 2019, mar.; 127: 247-56. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30595501/?from_single_result=Evaluation+of+maxillary+trabecular+microstructure+as+an+indicator+of+implant+stability+by+using+2+cane+beam+computed+tomography+systems+and+micro-computed+tomography.&expanded_search_query=Evaluation+of+maxillary+trabecular+microstructure+as+an+indicator+of+implant+stability+by+using+2+cane+beam+computed+tomography+systems+and+micro-computed+tomography

19. Munhoz L., Takahashi DN, Ramos EAA, Tenorio JR, Arita ES. Do patients with osteoporosis have higher risk to present reduced alveolar ridge height? An Imaging Analysis. **Indian J Dent Res.** **2019**, sep./oct.; 747-50. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31854367/?from_term=osteoporosis+munhoz&from_pos=1
  20. Zhang Q., Jing D., Zhang Y., Miron RJ. Histomorphometric Study of New Bone Formation Comparing Defect Healing with Three Bone Grafting Materials: The Effect of Osteoporosis on Graft Consolidation. **Int J Oral Maxillofac Implants.** **2018**, may/jun.; 33: 645-52. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29420674/?from_single_result=Histomorphometric+Study+of+New+Bone+Formation+Comparing+Defect+Healing+with+Three+Bone+Grafting+Materials%3A+The+Effect+of+Osteoporosis+on+Graft+Consolidation&expanded_search_query=Histomorphometric+Study+of+New+Bone+Formation+Comparing+Defect+Healing+with+Three+Bone+Grafting+Materials%3A+The+Effect+of+Osteoporosis+on+Graft+Consolidation
  21. Morita L., da Silva VB, Munhoz L., Arita ES, Watanabe PCA. Evaluation and Correlation between craniofacial bone densities and C1 and C2 cervical vertebrae using multislice computed tomography. **Brazilian Dental Science.** **2019**, oct./dec.: 546-53. <https://doi.org/10.14295/bds.2019.v22i4.1839>
  22. Munhoz L. CI, Miura DK, Watanabe PCA, Arita ES. Bone mineral density and mandibular osteoporotic alterations in panoramic radiographs: Correlation by peripheral bone densitometry in men. **Indian J Den Res.** **2019** [epub ahead of print] https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_440_18
  23. Choi I ML, Arita ES. Assessment of Osteoporotic Alterations in Brazilian Postmenopausal Women: A Retrospective Study. **Journal of Clinical and Dental Research.** **2018**, may; 12: ZC34-ZC37. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/34529>
  24. Horner K., Devlin H., Alsop CW, Hodgkinson IM, Adams JE. Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis. **Br J Radiol.** **1996**, nov.; 69: 1.019-25. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8958019/>
- Submetido em: 24-5-2020
Aceito em: 3-9-2020