

Estudo tomodensitométrico de áreas desdentadas da mandíbula por meio da tomografia computadorizada de feixe-cônico

Tomodensitometric study of edentulous mandibular areas through cone beam computerized tomography

Claudio Costa¹, Silvana Maria Felicori², Marco Antonio Montoro Cyrne², Bruno Vieira Caputo², Thiago Bertoni de Paiva³

¹Curso de Odontologia da Universidade Paulista, São Paulo-SP, Brasil; ²Programa de Mestrado em Odontologia da Universidade Paulista, São Paulo-SP, Brasil; ³Programa de Iniciação Científica da Universidade Paulista, São Paulo-SP, Brasil.

Resumo

Objetivo – O uso da tomografia computadorizada de feixe-cônico (CBCT) é útil para avaliar a densidade mandibular durante o planejamento de implantes. **Métodos** – Os autores utilizaram a escala de cinza para mensurar os valores de densidade de cinco regiões: linha mediana, pré-molares direito/esquerdo e molares direito/esquerdo. Utilizaram cinquenta cortes transaxiais obtidos de dez mulheres (de 40 a 49 anos de idade) examinadas em um aparelho Newtom 3G. **Resultados** – Os valores de densidade para molares foram mais altos do que os da linha mediana. As regiões de pré-molares apresentaram os valores mais baixos. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os lados (nível de 5%). **Conclusões** – Outros estudos devem ser desenvolvidos para avaliar estes achados iniciais utilizando diferentes equipamentos de CBCT e grupos de pacientes.

Descritores: Tomografia computadorizada de feixe-cônico; Densidade óssea

Abstract

Objective – The use of cone beam computerized tomography (CBCT) is useful to evaluate the mandibular density during the implants planning. **Methods** – The authors had used the gray scale to measure density values from five different regions: midline, right and left premolars and, right and left molars. They used fifty transaxials tomograms assessed from ten women (from 40 to 49 years-old) scanned on a Newtom 3G unit. **Results** – The density values to molars were higher then to midline. Premolars regions had presented the lowest values. There are no statistically significant differences between sides (level of 5%). **Conclusions** – Others studies must be developed to evaluate these initial findings applying different CBCT machines and groups of patients.

Descriptors: Cone beam computerized tomography; Bone density

Introdução

A Implantodontia necessita de dados capazes de permitir que o cirurgião-dentista possa iniciar o seu procedimento cirúrgico dotado de informações detalhadas sobre o tecido ósseo remanescente, tanto do ponto de vista quantitativo como também do ponto de vista da sua qualidade.

Nas diferentes etapas do tratamento foram utilizados exames radiográficos, onde, cada um, dentro das suas características de formação da imagem capazes de fornecer informações relacionadas com a área de interesse e o seu relacionamento com as estruturas anatômicas contíguas.

Visando descrever o protocolo de trabalho destinado ao planejamento radiográfico para a colocação de implantes osseointegrados, será abordada a estratégia relacionada ao tema.

O planejamento, segundo o dicionário da língua portuguesa de Aurélio Buarque de Holanda Ferreira é o conjunto de planos ou programas com objetivos definidos.

Passando-se às inferências desta definição para a Implantodontia, deve-se confirmar os objetivos envolvidos e, portanto, as necessidades desta especialidade com relação aos exames radiográficos.

As necessidades específicas em Implantodontia estão relacionadas com a avaliação da relação do sítio de interesse com as estruturas anatômicas vizinhas; com a mensuração da altura e espessura do tecido ósseo, além da análise da sua densidade¹.

As diferentes técnicas radiográficas existentes permitem observações dos tecidos ósseos remanescentes com diferentes graus de ampliação e/ou distorção.

Para o entendimento perfeito dos dados a serem demonstrados a seguir, deve-se conceituar os termos ampliação e distorção das imagens radiográficas.

Assim, tem-se que ampliação é meramente o aumento no tamanho da imagem de um objeto, sem que este objeto perca a sua forma original.

Distorção significa tão somente a perda da forma original do objeto, onde as ampliações ou reduções no sentido horizontal são diferentes daquelas encontradas no sentido vertical.

Dentro das técnicas radiográficas será iniciada a análise pela mais conhecida e utilizada, a técnica periapical, passando-se às demais de forma sistematizada.

Técnica periapical: deverá ser utilizada a técnica do paralelismo visando reduzir as distorções e não eliminá-las, uma vez que, são inerentes ao processo de formação das imagens. Fornece imagens bidimensionais e dá informação subjetiva (perto/longe, muito/pouco) sobre o osso remanescente disponível para colocação de implantes.

Técnica oclusal: embora utilizada por alguns e descrita na literatura como opção para avaliação da espessura óssea apresenta fatores limitantes relacionados com o ângulo de incidência e dificuldade de observação das corticais. Para a maxila, isto se torna bastante crítico em função de não haver uma definição ideal da cortical palatina. Na mandíbula, embora as corticais apareçam de maneira clara, normalmente não correspondem à realidade, uma vez que as corticais observadas referem-se às da base da mandíbula e não à área de interesse que está próxima ao rebordo ósseo remanescente.

Técnica cefalométrica: a utilização de radiografias cefalométricas (telerradiografias) permite a observação da espessura óssea em certas regiões da maxila e mandíbula. A telerradiografia em norma lateral permite a observação das regiões anteriores da maxila e mandíbula, permitindo a mensuração das espessura, uma vez que a

telerradiografia não apresenta distorções e tem ampliação conhecida e de fácil determinação para cada aparelho de raios X e cefalostato utilizados. A telerradiografia com 45 graus de inclinação com o Plano Sagital Mediano foi bastante utilizada na década de 80, pois permitiria a mensuração da altura do tecido ósseo das regiões de pré-molares e molares.

Técnica panorâmica: é a mais utilizada no estudo de implantes, de fácil interpretação, porém apresentando graus variáveis de ampliação ao longo toda a superfície do filme radiográfico. As ampliações no sentido horizontal obedecem uma equação logarítmica, potencializando tais ampliações para as regiões posteriores, alcançando valores próximos a 60% na região do côndilo mandibular². As ampliações no sentido vertical são menos intensas, com valores oscilando ao redor de uma média ao longo de todo o filme, uma vez que obedecem a uma equação linear. Portanto apresenta distorções significativas nas imagens obtidas e não permite análise da espessura óssea disponível.

Tomografia convencional: é baseada em movimentos sincronizados entre a fonte de raios X e a superfície de registro, apresenta ampliações constantes, ausência de distorções (desde que obedecidos certos critérios técnicos), fornece dados relativos à altura, espessura e forma do tecido remanescente, além de permitir a análise subjetiva da densidade por meio da classificação de Misch³ (2000). Com a evolução dos sistemas tomográficos, partindo do movimento linear até os atuais, multidirecionais (hipocicloidal e espiral), houve um incremento na qualidade das imagens e, portanto no detalhamento das estruturas anatómicas avaliadas.

Tomografia computadorizada: é o exame radiográfico digital que não apresenta ampliações, com ausência de distorções (desde que o Gantry do aparelho esteja posicionado em zero grau), permitindo a obtenção de informações relativas à altura, espessura e formato do tecido ósseo, bem como possibilitando a análise quantitativa da densidade por meio da escala tomodensitométrica de Hounsfield. A indicação deste exame deve obedecer aos critérios de seleção descritos pela *American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology*⁴ e pela Universidade de Gotemborg⁵, visando controlar a dose de radiação recebida pelo paciente. Os componentes dos tomógrafos computadorizados (Gantry, computador e Workstation) permitem o trabalho única e exclusivamente digital dos dados adquiridos na forma de algoritmos, que transformados em pixels (*picture elements*) podem ser reformatados, transferidos ou agrupados em modelos tridimensionais por meio de voxels (*volume elements*). Em Implantodontia, programas como o Dentascan (General Electric Co. EUA) concebido com a finalidade de trazer informações relacionadas aos sítios de interesse, permitem a partir dos cortes axiais, reformatações de cortes transversais (oblíquos) e panorâmicos.

Recentemente, com o surgimento dos tomógrafos computadorizados de feixe-cônico (*cone-beam*), é possível a obtenção de imagens com alta resolução e a utilização de doses de radiação extremamente menores do que as utilizadas nos tomógrafos computadorizados médicos (*fan-beam*)⁶⁻⁹.

Kobayashi *et al.*¹⁰ (2004) afirmaram que o objetivo do planejamento pré-operatório em Implantodontia consiste em determinar o número e tamanho ideais dos implantes para o melhor resultado restaurador. Isso tem sido efetuado primariamente por exames radiográficos. As imagens radiográficas podem revelar informações sobre a presença de doença, morfologia e densidade ósseas e a localização de características anatómicas que devem ser evitadas quando se coloca o implante. Radiografias panorâmicas fornecem uma visão ampla de ambas as arcadas e uma visão medial e distal da região no qual o implante deve ser colocado, enquanto que imagens transversais oferecem informações vestibulo-lingual. A CBCT produz imagens de alta resolução e não requer a administração de altas doses de radiação. A tomografia convencional e a tomografia computadorizada podem produzir imagens panorâmicas e transversais, mas as vantagens da CT incluem uma ampliação uniforme, visões multiplanares, reconstrução tridimensional (3D), estudo simultâneo de múltiplos locais de implantes e tempo de aquisição menor. A CBCT, também conhecida como TC volumétrica, usa um feixe de raios X em formato cônico ao invés do feixe

em leque colimado usado na TC espiral. O sistema tubo detectores efetua uma rotação de 360° em torno da cabeça do paciente usando um ângulo constante de feixe.

Segundo Gadelha *et al.*¹¹ (2007) as principais aplicações da CBCT em Ortodontia são para: avaliar a posição dos dentes retidos e supra-numerários em relação às estruturas vizinhas; avaliação do grau de reabsorção radicular de dentes adjacentes à canino retidos; visualização das tábuas ósseas vestibular e lingual e sua remodelação após movimentação dentária; avaliação das dimensões transversais das bases apicais; planejamento de implantes; planejamento e avaliação de cirurgias ortognáticas, assimetrias faciais, e avaliações cefalométricas; avaliação das dimensões das vias aéreas; avaliação da movimentação dentária para a região de osso atresico (rebordo alveolar pouco espesso na direção vestibulo lingual) ou com invaginação do seio maxilar; avaliação de defeitos e enxertos ósseos na região de fissuras lábio palatais; mensurar a espessura, morfologia óssea e distância interradicular em locais para instalação de microimplantes para ancoragem ortodôntica, ou seja, análise quantitativa e qualitativa do osso alveolar; medições do exato diâmetro mesio-distal de dentes permanentes não irrompidos para avaliação de discrepância dente-osso na dentição mista; avaliação da forma, deslocamento, crescimento anômalo e a reabsorção de côndilos mandibulares; sobreposições tomográficas para avaliação do crescimento craniofacial, mudanças decorrentes de um tratamento ortodôntico e a estabilidade de cirurgias ortognáticas e de tratamento ortodôntico.

Suomalainen *et al.*¹² (2008) avaliaram a acurácia da TC de feixe cônico para a realização de medidas lineares obtidas para planejamento pré-operatório em mandíbula demonstrando que esta é uma técnica confiável quando comparada com a recente TC multisllice.

Mischkowski *et al.*¹³ (2008) afirmaram que devido a natureza física da tecnologia de feixe-cônico, ela dificilmente pode competir com a TC convencional moderna em termos da resolução de baixo contraste e nível de ruído. Contudo, uma dose de radiação presumivelmente menor e um custo inferior justificam o surgimento de interesse no uso da DVT como substituto para exames de CT voltados para a detecção de estruturas de alto contraste e de lesões da região maxilofacial.

A acurácia e resolução geométrica e espacial pode ser maior na TC de feixe-cônico quando comparada com a TC convencional¹³⁻¹⁵.

A utilização das tomografias computadorizadas de feixe-cônico para o planejamento clínico-cirúrgico visando instalação e controle de implantes osseointegrados pode ser auxiliado pelo estudo da densidade radiográfica em diferentes regiões da mandíbula.

Métodos

Foram avaliadas 50 imagens transaxiais obtidas no tomógrafo computadorizado Newtom 3G (QR Verona, Itália) pertencentes ao arquivo de imagens do pesquisador principal sem a identificação dos indivíduos, estando o acesso do banco de imagens limitado aos dados relativos ao sexo e idade quando da data do exame. Os resultados deste estudo são apresentados na forma de tabelas, demonstrando a distribuição da amostra em função da região anômica e dos tipos ósseos de Misch³ (2000) encontrados em indivíduos total ou parcialmente desdentados.

A análise do tipo ósseo disponível será realizada dentro de parâmetros confiáveis utilizando-se a classificação de Misch e a escala de Hounsfield adaptada.

Classificação de Misch (Subjetiva): relacionada com as proporções entre a espessura da camada cortical e a porção medular e dividida em 5 tipos ósseos (D1, D2, D3, D4, D5), onde se tem nos extremos, D1 como osso extremamente mineralizado e pobre em colágeno e D5 como osso rico em colágeno mas extremamente poroso e de baixa resistência mecânica para suportar as cargas oclusais que serão submetidas ao implante.

Escala tomodensitométrica de Hounsfield (Objetiva): demonstra os níveis de cinza presentes na imagem radiográfica em UH (Unidades Hounsfield), variando da radiotransparência máxima (-1024 UH), passando pelo zero da escala (equivalente à água) e alcan-

quando nos dias atuais 3071 UH. Esta escala é mutável, uma vez que os sistemas atuais apresentam profundidade de cinza de 12 bits, produzindo-se assim 4096 tons diferentes.

Misch³ (2000) efetuou a associação da sua classificação com a escala tomodensitométrica, apresentando os seguintes valores: D1 > 1250 UH; D2 = 850 a 1250 UH; D3 = 350 a 850UH; D4= 150 a 350UH; D5 < 150 UH.

No caso do software do Newtom 3G, que apresenta escala com 65525 tons de cinza, será realizada comparação simples entre os valores encontrados.

A amostra de arquivo do autor foi composta de 10 indivíduos,

sendo obtidas 5 medidas para cada mandíbula, sendo 2 para a região posterior esquerda, 2 para a direita posterior direita, e uma para a região anterior junto da linha mediana.

Na seleção dos indivíduos da amostra foram escolhidos indivíduos do gênero feminino na 5ª década de vida (40 a 49) anos, visando reduzir a possibilidade de interferências nos resultados causadas pelo aparecimento de estágios avançados de osteoporose.

Os 50 cortes tomográficos transaxiais com 1mm de espessura foram coletados, e os dados amostrais apresentados com idade e valores de densidade encontrados no total de 10 leituras para cada região (Quadro 1).

Quadro 1. Idade e valores de densidade das regiões avaliadas

Indivíduo	Idade (anos)	Densidade Molar direito	Densidade Molar esquerdo	Densidade Pré-molar direito	Densidade Pré-molar esquerdo	Densidade Linha mediana
1	40	10933	10884	9091	9043	9319
2	42	10747	10721	8990	8944	9296
3	44	10734	10684	8804	8794	9209
4	46	10722	10668	8902	8898	9200
5	47	10759	10762	9022	9014	9254
6	47	10688	10662	8860	8872	9206
7	48	10660	10579	8769	8756	9158
8	48	10580	10548	8708	8698	9006
9	49	10403	10395	8662	8654	8992
10	49	10400	10376	8623	8631	8968

Resultados

De posse dos dados amostrais foi realizada análise estatística dos resultados por meio do programa BioEstat 5.0

A análise de variância (ANOVA) comparativa entre as regiões dos molares direito e esquerdo demonstrou não existir diferença estatisticamente significativa (ao nível de 1%) entre os lados com os valores de $F = 0.2322$ e $p = 0.6403$.

A análise de correlação de Spearman comprova o achado, com $r_s = 1$ e $p < 0.0001$.

A análise de variância (ANOVA) comparativa entre as regiões dos pré-molares direito e esquerdo demonstrou não existir diferença estatisticamente significativa (ao nível de 1%) entre os lados com os valores de $F = 0.0347$ e $p = 0.8484$.

A análise de correlação de Spearman comprova o achado, com $r_s = 1$ e $p < 0.0001$.

Assim, tanto para as regiões de molares como de pré-molares não foram encontradas diferenças de valores de densidade para os lados.

A análise de Friedman foi utilizada para comparações múltiplas das regiões e lados entre si a partir das diferenças entre os valores (ranks) da mediana, média e desvios-padrão (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Valores das medianas, médias e desvios-padrão das densidades por região estudada

Rank	Região	Mediana	Média	Desvio-padrão
1	Molar direito	10705	10662.6	163.97
2	Molar esquerdo	10665	10627.9	157.98
3	Pré-molar direito	8832	8843.1	158.22
4	Pré-molar esquerdo	8833	8830.4	146.58
5	Linha mediana	9203	9160.8	128.03

Tabela 2. Análise de Friedman para comparações múltiplas

Comparações:	Diferença	(p)
Ranks 1 e 2 =	8	ns
Ranks 1 e 3 =	31	< 0.05
Ranks 1 e 4 =	37	< 0.05
Ranks 1 e 5 =	19	ns
Ranks 2 e 3 =	23	< 0.05
Ranks 2 e 4 =	29	< 0.05
Ranks 2 e 5 =	11	ns
Ranks 3 e 4 =	6	ns
Ranks 3 e 5 =	12	ns
Ranks 4 e 5 =	18	ns

Os resultados demonstraram não existir diferenças entre os lados para a mesma região. Houve diferenças estatisticamente significantes para as densidades entre as regiões de molares e pré-molares ao nível de 5%, sendo a primeira maior.

Utilizando-se o gráfico Box-Plot a partir da média (linha central) e extremos determinados pelo desvio-padrão, encontram-se na sequência as maiores densidades das regiões dos molares direito e esquerdo (boxes 1 e 2), seguida pela linha mediana (box 5), sendo as menores densidades encontradas para as regiões de pré-molares direito e esquerdo (boxes 3 e 4).

No gráfico Box-Plot a seguir tem-se na sequência, da esquerda para a direita, os boxes 1,2,3,4 e 5 para comparação (Gráfico 1).

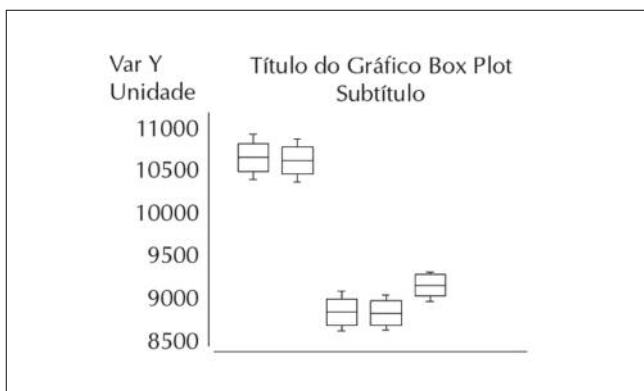


Gráfico 1. Gráfico Box-Plot com os valores de densidade

Discussão

A determinação das áreas de estudo foi simples e sem qualquer limitação na observação dos cortes transaxiais da mandíbula, demonstrando o detalhamento espacial e acurácia do método empregado⁶⁻⁹.

Em função dos resultados encontrados pode-se afirmar que os valores de densidades foram úteis na avaliação dos tipos ósseos existentes nas diferentes regiões selecionadas.

A utilização da escala de Hounsfield adaptada permitiu o estudo do padrão trabecular ósseo das áreas desdentadas da mandíbula¹¹.

As diferenças estatisticamente significantes entre os valores das regiões de molares e pré-molares ao nível de 5% podem alertar os implantodontistas no sentido de melhor avaliar a utilização da técnica de carga imediata.

Os valores intermediários obtidos na linha mediana demonstram valor médio superior à região de pré-molares e próximo aos dos molares, o que contribui para se confirmar que se trata de área normalmente favorável à osseointegração e sem a presença de estruturas anatômicas críticas como forame mental e canal mandibular.

Acredita-se que novos estudos devam ser realizados visando comparações com outros equipamentos e outras áreas do complexo maxilomandibular visando aumentar o grau de informação destinado ao planejamento e escolha da técnica cirúrgica em Implantodontia.

Conclusões

Diante dos resultados encontrados e da discussão parece lícito concluir que:

1. A tomografia computadorizada de feixe-cônico pode ser utilizada na análise da densidade radiográfica do tecido ósseo.
2. Os valores médios de densidade foram maiores na região de molares, seguida pela linha mediana e região de pré-molares.
3. Houve diferença estatisticamente significativa entre as regiões de molares e pré-molares.

Agradecimentos

Agradecemos a Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da UNIP pelo financiamento na execução desta pesquisa por meio do Programa de Pesquisa Individual Docente.

Referências

1. Frederiksen NL. Diagnostic imaging in dental implantology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;80:540-54.
2. Varoli FP, Buscatti MY, Costa C, Oliveira JX. Estudo dos graus de ampliação entre elipsopantomografias e ortopantomografias. *Rev Pós Grad.* 2001;8:272.
3. Misch CE. *Implantes dentários contemporâneos.* 2ª ed. São Paulo: Santos; 2000.
4. Tydall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89:630-7.
5. Gröndahl K, Ekstubbte A, Gröndahl HG. *Radiography in oral endosseous prosthetics.* Gotemborg: Nobel Biocare AB; 1996.
6. Bueno M. Cada vez ouço falar sobre tomografia computadorizada cone beam. Como funciona esta nova tecnologia, quais os tipos de aparelhos e em quais especialidades ela pode ser aplicada? *Rev Clin Ortodon Dental Press.* 2008;7:17-26.
7. Costa C, Giannakopoulos R. *Planejamento radiográfico em implantodontia.* São Paulo: Assessograf; 2003.
8. Costa C, Tavano O, Junqueira JLC, Frederiksen NL. Fundamentos do planejamento radiográfico para implantes odontológicos. *Rev ABRO.* 2004;5:63-6.
9. Scaf G, Lurie AG, Mosier KM, Kantor ML, Ramsby GR, Freedman ML. Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997; 83:41-8.
10. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19:228-31.
11. Gadelha FP, Rosa DA, Garib DG, Ferreira FAC. A aplicabilidade da tomografia computadorizada em Ortodontia. *Ortodontia.* 2007;40:143-8.
12. Suomalainen A, Vehmas T, Kortensniemi M, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37:10-7.
13. Mischkowski RA, Scherer P, Ritter L, Neugebauer J, Keeve E, Zöller JE. Diagnostic quality of multiplanar reformations obtained with a newly developed cone beam device for maxillofacial imaging. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37:1-9.
14. Lagravère MO, Carey J, Toogorod RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134:112-6.
15. Molteni R. The so-called cone beam computed tomography technology (or CB3D rather !). *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37:447-8.

Endereço para correspondência:

Claudio Costa
Rua Gandavo, 298 – apto 32
São Paulo-SP, CEP 04023-000
Brasil

E-mail: ccosta@unip.br

Recebido em 28 de maio de 2010
Aceito em 5 de julho de 2010