

**ACURÁCIA DAS MEDIDAS LINEARES NOS MODELOS 3D, A PARTIR DA
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE CÔNICO**

ACCURACY OF LINEAR MEASUREMENTS ON 3D MODELS, OF CONE BEAM
COMPUTED TOMOGRAPHY

[Renan Alves Rebouças] *
[Gustavo Oliveira dos Santos] **
[Aldir Nascimento Machado] ***
[Aristides da Rosa Pinheiro] ***
[Raul Feres Monte Alto Filho] ****

* Especialista em Implantodontia [Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Odontologia – Niterói, RJ]. E-mail: [renan_ar@hotmail.com]

** Professor Associado Clínica Integrada [Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Odontologia – Niterói, RJ].

*** Professor Adjunto Clínica Integrada e Professor do Curso de Especialização em Implantodontia [Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Odontologia – Niterói, RJ].

**** Professor Associado Periodontia e Professor do Curso de Especialização em Implantodontia [Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Odontologia – Niterói, RJ].

Universidade Federal Fluminense – UFF

Seção: Imaginologia

Autor para contato:

- [Renan Alves Rebouças]
- [Avenida Nossa Senhora de Copacabana, 749 / 905, Copacabana, Rio de Janeiro - RJ]
- [21 98898-7178 / 21 2255-3233]
- [renan_ar@hotmail.com]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a acurácia das medidas lineares nos modelos 3D, a partir da tomografia computadorizada por feixe cônico, através da revisão de literatura. Foram pesquisados artigos científicos indexados na base de dados PubMed, entre os anos de 2006 a 2014, utilizando-se as palavras-chave: acurácia, confiabilidade, medidas lineares, tomografia computadorizada por feixe cônico, resultando na análise de 12 artigos. A tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) fornece imagens em três dimensões (3D) – cortes tomográficos multiplanares (RMP) precisos e de alta resolução, a uma dose de radiação relativamente baixa. As medidas lineares realizadas nos modelos 3D, a partir da tomografia computadorizada por feixe cônico, são acuradas, independentemente da resolução do voxel.

Palavras-chave: Acurácia. Confiabilidade. Medidas lineares. Tomografia computadorizada por feixe cônico.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the accuracy of the linear measurements on 3D models, from cone beam computed tomography, through a literature review. Scientific articles indexed in the database PubMed were searched, between 2006 to 2014, using the keywords: accuracy, reliability, linear measurements, cone beam computed tomography, resulting in a total of 12 analysed articles. Cone beam computed tomography (CBCT) provide three-dimensional (3D) images – accurate and high resolution multiplanar reconstruction (MPR), with reduced radiation dosages. Linear measurements on the 3D models, from the CBCT scan, are accurate, regardless of the resolution of the voxel.

Keywords: Accuracy. Reliability. Linear measurements. Cone beam computed tomography.

1 INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) é uma técnica de digitalização de imagem e reconstrução volumétrica que nos permite obter medições lineares em três dimensões (3D), utilizando um software de computador. A TCFC pode ser usada em diferentes campos da odontologia, como implantodontia e ortodontia. No entanto, para otimizar a aplicação da técnica, é necessário analisar a acurácia dos dados obtidos na realização das medidas lineares (TARAZONA-ÁLVAREZ et al., 2014).

Desenhar um objeto em um computador é chamado de renderização. O objeto possui algumas características para que pareça ser um objeto do mundo real com sombras e transparência. O modelo de superfície 3D permite ações como indicação de pontos de referência, realização de medições, movimentação de fragmentos ósseos e realização de osteotomias virtuais. A precisão do modelo 3D é, portanto, de extrema importância, não só para fins de diagnóstico, mas também para o planejamento e o resultado do tratamento (DAMSTRA et al., 2010). A qualidade dele depende em grande parte do tipo de tomógrafo, parâmetros de aquisição e configurações de reconstrução (LIANG et al., 2010).

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho é avaliar a acurácia das medidas lineares nos modelos 3D, a partir da tomografia computadorizada por feixe cônico.

2 REVISÃO

Devido ao alto custo e à exposição relativamente elevada à radiação dos métodos de imagem de tomografia computadorizada helicoidal (TCH), a tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) é usada mais frequentemente em cirurgia buco-maxilo-facial e para avaliação craniofacial em ortodontia (DAMSTRA et al., 2010), assim como no planejamento pré-operatório para instalação de implantes osseointegráveis, pois nem as radiografias intraorais, nem as panorâmicas, dão a informação tridimensional (3D) da imagem (SUOMALAINEM et al., 2008). Com base na tecnologia “cone beam”, é possível obter imagens 3D de alta qualidade, com curtos tempos de varredura e doses de radiação reduzidas. Outra vantagem pode ser a redução de artefatos metálicos (POESCHL et al., 2013).

É inquestionável como as imagens de renderização de volume 3D podem ser úteis no planejamento do tratamento (MOREIRA et al., 2009). Os dados volumétricos renderizados com sistemas TCFC fornecem dados altamente precisos em comparação com medidas físicas diretamente realizadas em crânios, com menos de 1% de erro relativo. A confiabilidade dos modelos de superfície 3D obtidos com o TCFC é semelhante à dos modelos obtidos com TCH (PRIMO et al., 2012).

O uso de modelos de estudo virtual 3D em uma prática ortodôntica tem grandes vantagens em relação aos modelos de gesso convencionais. Modelos de gesso requerem espaço físico para armazenamento, acrescentando encargos financeiros e logísticos, enquanto que, por outro lado, os modelos virtuais são armazenados eletronicamente. A recuperação de modelos é bastante facilitada, a comunicação com outras especialidades

odontológicas é melhorada, e a duplicação tradicional de moldagens de gesso, manuseio e envio tornam-se obsoletos (BAUMGAERTEL et al., 2009).

A TCFC possui protocolos diferentes para aquisição de imagens em que, dependendo do equipamento, é possível selecionar o tamanho do voxel e do campo de visão (FOV), combinação que determinará um tempo de varredura mais longo ou mais curto (aquisição de imagem) e uma exposição à radiação mais alta ou mais baixa (WALTRICK et al., 2013).

Um fator que poderia possivelmente influenciar a acurácia de modelos de superfície 3D, bem como as imagens geradas pela TCFC, seria a resolução do voxel (Fig. 1). O volume é composto de voxels, os quais são pequenos cubos arranjados um ao lado do outro. Cada voxel é um valor (brilho ou escala de cinza) que representa a densidade da estrutura correspondente. A redução da resolução do voxel pode resultar em imagem de baixa qualidade, mais ruído, artefatos e menor detalhe da imagem anatômica. (DAMSTRA et al., 2010).

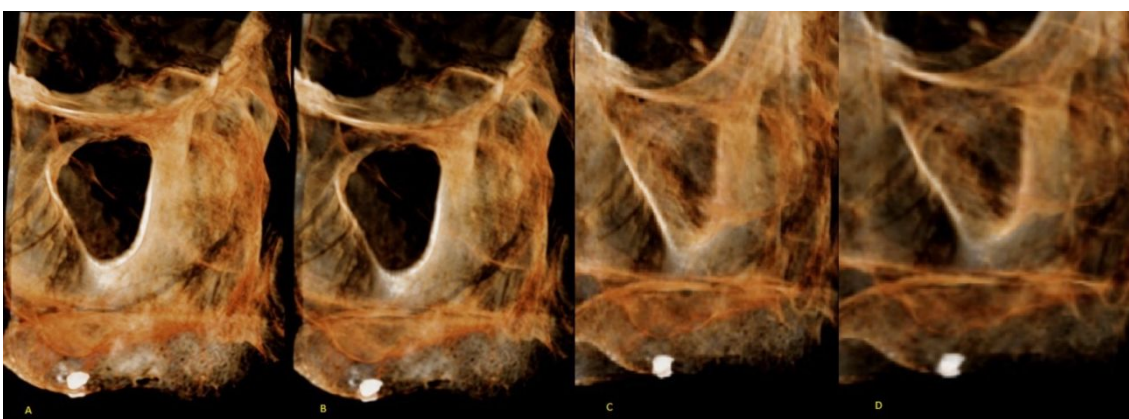


Fig. 1: exemplo de modelos 3D obtidos a partir do tomógrafo Soredex Cranex 3D, de um crânio seco, com diferentes tamanhos de voxel – (A) 0,085 mm; (B) 0,133 mm; (C) 0,200 mm; (D) 0,300 mm.

O tamanho do voxel constitui um dos parâmetros mais importantes da imagem tomográfica. Teoricamente, menores voxels produzem melhores imagens, mas outros fatores como a calibração diária, a qualidade do sensor, a projeção do aparelho, estabilidade do paciente e software influenciam a clareza final alcançada (PANZARELLA et al., 2011). Para que uma medição seja considerada acurada, o erro deve ser < 1 mm (WALTRICK et al., 2013).

3 DISCUSSÃO

Nas simulações cirúrgicas, os modelos de reconstrução 3D são utilizados para o planejamento da colocação de implantes osseointegráveis ou cirurgia maxilofacial. Para um planejamento bem sucedido, é importante que a acurácia geométrica dos modelos 3D seja conhecida. Loubele et al. (2006) compararam a qualidade dos modelos ósseos derivados da TCFC, no contexto do planejamento da cirurgia oral, com modelos similares derivados da TCMS, uma vez que a acurácia da segmentação óssea da TCMS já foi extensivamente estudada. A diferença média na espessura óssea entre a TCFC e a TCMS foi menor que 1 mm, com exceção da parte posterior da maxila adquirida com o tomógrafo 3D Accuitomo (1,2 mm). A discrepância entre ambos os sistemas é geralmente a um nível sub-milimétrico e clinicamente aceitável.

Liang et al. (2010) compararam a acurácia de modelos de reconstrução de superfície 3D entre cinco sistemas de TCFC e a TCMS. O modelo 3D de referência (padrão-ouro) foi obtido com um scanner a laser de alta resolução. Os resultados mostraram que a acurácia dos modelos de reconstrução 3D da TCFC é um pouco mais baixa em comparação com a TCMS, mesmo assim é clinicamente aplicável, com resultados aceitáveis, para o planejamento pré-cirúrgico e para a prototipagem - estereolitografia. A superioridade da TCMS é principalmente devido à maior emissão de raios-x e superior design dos detectores juntamente com alta eficiência do sistema total.

Ao contrário de Loubele et al. (2006) e Liang et al (2010), Baumgaertel et al. (2009) utilizaram como referência as mensurações realizadas com paquímetro digital diretamente em crânios humanos como padrão-ouro, para analisar a acurácia e

confiabilidade dos modelos 3D da TCFC, ao invés de utilizar os modelos 3D da TCMS como referência. As medidas tenderam a subestimar, ligeiramente, a real anatomia. Tarazona-Álvarez et al. (2014) também utilizaram como referência (padrão-ouro) mensurações realizadas com paquímetro digital diretamente na peça anatômica, no caso, 20 mandíbulas de cadáveres humanos para comparar com as medidas lineares obtidas a partir de modelos 3D da TCFC. A técnica de TCFC subestimou distâncias maiores a 100 mm, entretanto, as diferenças foram clinicamente aceitáveis. Da mesma forma, Moreira et al. (2009), tomografaram crânios humanos para avaliar a acurácia das medidas lineares e angulares em modelos 3D, tendo como referência mensurações físicas realizadas com o uso de um paquímetro digital. Consideraram acuradas as medidas lineares e angulares baseadas nas reconstruções 3D.

Van Vlijmen et al. (2011) compararam medidas em modelos 3D de crânios humanos derivados de dois diferentes sistemas de TCFC, para avaliar se o hardware utilizado pode influenciar o desempenho das medidas realizadas. Foram determinados pontos anatômicos para realizar as medidas e a cefalometria. O maior erro nos estudos cefalométricos 2D e 3D é o erro na identificação do ponto anatômico. Houve uma diferença estatística e clinicamente relevante para algumas medidas entre os modelos 3D construídos do mesmo crânio, dos dois diferentes tomógrafos. Os autores concluíram que o hardware utilizado para o escaneamento pode influenciar as medidas efetuadas.

Para determinar se a acurácia das medidas lineares nos modelos de reconstrução 3D, derivados da TCFC, poderiam ser influenciadas por diferentes resoluções de voxel,

Damstra et al. (2010) utilizaram voxels de 0,40 e 0,25 para tomografar mandíbulas secas com marcadores de esfera de vidro. As peças anatômicas foram medidas utilizando-se um paquímetro digital. Os autores verificaram que o uso de voxels de 0,40 e 0,25 não apresentou diferença na precisão das medições.

Resoluções mais baixas têm como vantagem um tempo menor de escaneamento, menor exposição aos raios-x e menor possibilidade de movimentação do paciente, portanto, deve ser dada preferência para resoluções mais baixas. Entretanto, as imagens obtidas com voxels de menor resolução devem ser interpretadas com precaução, já que a capacidade diagnóstica das imagens de TCFC parece ser influenciada por esse parâmetro. Portanto a resolução do voxel deve ser definida individualmente para cada caso, dependendo das indicações e características de cada paciente, e o plano de tratamento (PRIMO et al., 2012).

4 CONCLUSÃO

As medidas lineares realizadas nos modelos de reconstrução 3D, a partir da tomografia computadorizada por feixe cônico, são acuradas, independentemente da resolução do voxel.

REFERÊNCIAS

1. Tarazona-Álvarez P, Romero-Millán J et al. Comparative study of mandibular linear measurements obtained by cone beam computed tomography and digital calipers. *J Clin Exp Dent* 2014 Jul; 6(3): e271-4.
2. Damstra J, Fourie Z et al. Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010 Jan; 137(1): 16.e1-6.
3. Liang X, Lambrechts I et al. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT). Part II: On 3D model accuracy. *Eur J Radiol* 2010 Aug; 75(2): 270-4.
4. Suomalainen A, Vehmas T et al. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2008 Jan; 37(1): 10-7.
5. Poeschl PW, Schmidt N et al. Comparison of cone-beam and conventional multislice computed tomography for image-guided dental implant planning. *Clin Oral Investig* 2013 Jan; 17(1): 317-24.
6. Moreira CR, Sales MA et al. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009 Sep; 108(3): 430-6.

7. Primo BT, Presotto AC et al. Accuracy assessment of prototypes produced using multi-slice and cone-beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012 Oct; 41(10): 1291-5.
8. Baumgaertel S, Palomo JM et al. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009 Jul; 136(1): 19-25.
9. Waltrick KB, Nunes de Abreu Junior ML et al. Accuracy of linear measurements and visibility of the mandibular canal of cone-beam computed tomography images with different voxel sizes: an in vitro study. *J Periodontol* 2013 Jan; 84(1): 68-77.
10. Panzarella FK, Junqueira JL et al. Accuracy assessment of the axial images obtained from cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2011 Sep; 40(6): 369-78.
11. Loubele M, Maes F et al. Assessment of bone segmentation quality of cone-beam CT versus multislice spiral CT: a pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006 Aug; 102(2): 225-34.
12. Van Vlijmen OJ, Rangel FA et al. Measurements on 3D models of skulls derived from two different cone beam CT scanners. *Clin Oral Investig* 2011 Oct; 15(5): 721-7.