

# Tomografia computadorizada Cone Beam em Ortodontia - evolução ou revolução? Visão geral, aplicações, vantagens/desvantagens e dose de radiação

*Cone Beam computed tomography in orthodontia - evolution or revolution? Overview, applications, advantages/disadvantages and radiation dose*

Aubrey Fernando Fabre<sup>1</sup>, Juliana Kina<sup>1</sup>, Ana Caroline Gonçalves Verri<sup>1</sup>, Alex Luiz Pozzobon Pereira<sup>2</sup>, Marcos Rogério de Mendonça<sup>3</sup> e Osmar Aparecido Cuoghi<sup>3</sup>

## Resumo

**Introdução:** A requisição de imagens tridimensionais (3D) do complexo dentomaxilofacial tem aumentado. Com isso, novas possibilidades para avaliações, tratamento e acompanhamento pós-tratamento tem ganhando notoriedade com o emprego da tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB). As imagens em duas dimensões (2D) apresentam problemas inerentes que podem ser resolvidos com avaliações tridimensionais (3D). **Objetivos:** Esclarecer as principais dúvidas acerca do mecanismo de funcionamento desse método de diagnóstico complementar, expor as vantagens/desvantagens, discutir sobre a dose de radiação efetiva e possibilidades de aplicação em Ortodontia. **Conclusão:** As informações geradas pelas imagens em 2D derivadas da TCCB não apresentam diferenças que possam comprometer o planejamento ortodôntico quando comparadas com as imagens das radiografias convencionais em 2D. A dose efetiva de radiação recebida pelo paciente não deve ser considerada como fator limitante da solicitação do exame tomográfico.

**Palavras-chave:** Tomografia. Radiografia. Ortodontia. Radiação.

## Abstract

**Introduction:** The request of three-dimensional images (3D) of the dentomaxillofacial complex has increased. Hence, new possibilities for assessment, treatment as well as follow-up after treatment have increased their importance with the use of cone beam computed tomography (CBCT). The images in two dimensions (2D) have inherent problems that can be solved with three-dimensional images assessment. **Objectives:** To clarify the main doubts about the operational mechanism of complementary diagnostic method; to explain the advantages and disadvantages, to discuss the effective radiation dose and possible applications in orthodontia. **Conclusion:** The information generated by 2D images from the CBCT does not show differences that may endanger the orthodontic planning when compared with the images of 2D conventional radiographs. The effective radiation dose received by the patient should not be considered as a limiting factor of the tomography exam request.

**Keywords:** Tomography. Radiography. Orthodontia. Radiation.

## Introdução

O diagnóstico por meio de imagem tridimensional (3D) da região dentomaxilofacial tem aumentado com a introdução da tomografia computadorizada cone beam (TCCB), devido ao custo relativamente baixo e baixa dose de radiação quando comparado aos outros métodos tomográficos<sup>1</sup>. Esse método complementar de diagnóstico também emprega a radiação X e revela uma tendência de substituição das imagens convencionais para o tratamento ortodôntico, já que apresenta qualidade superior<sup>2</sup> e importantes aplicações na Ortodontia. As principais indagações referem-se às diferenças entre os exames radiográficos convencionais e à dose de radiação recebida pelo paciente.

O objetivo deste artigo é fornecer as informações acerca da TCCB, vantagens e desvantagens, principais aplicações e a dose efetiva de radiação.

### Tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB) – visão geral

Inicialmente a técnica foi empregada no Japão por Arai *et al.*<sup>3</sup>, Logo após, Mozzo *et al.*<sup>4</sup>, foram os responsáveis pela comercialização do primeiro tomógrafo (NewTom 9000). A TCCB fornece imagens que

podem ser manipuladas pelo ortodontista em seu próprio consultório e o tomógrafo pode ser instalado em centros diagnósticos menores, devido a sua pequena dimensão.

A primeira imagem obtida pelo tomógrafo é semelhante a uma telerradiografia em normal lateral, chamada de *scout* (ou escanograma). Ao final do exame, a sequência de imagens capturadas é denominada de “imagens bases”, que podem ser manipuladas por meio de um programa específico para TCCB, permitindo a reconstrução multiplanar do volume escaneado. Em outras palavras, este processo permite a visualização de imagens axiais, coronais, sagitais e oblíquas, assim como a reconstrução em 3D. Adicionalmente, o programa permite a criação de imagens bidimensionais que são réplicas das radiografias utilizadas em Ortodontia, como a panorâmica e a telerradiografia em norma lateral e frontal<sup>2</sup>.

A menor unidade de uma imagem é denominada *voxel*, que pode variar de 0,2 a 20 mm, dependendo da espessura do corte e modelo do aparelho. Quanto menor o *voxel*, melhor é a qualidade da imagem. Na TCCB o *voxel* é isométrico<sup>2,5</sup> (altura, largura e profundidade têm as mesmas dimensões) e isomórfico, aumentando a capacidade de reproduzir detalhes dos diferentes tecidos com grande nitidez e clareza, produzindo

<sup>1</sup> Mestre e Doutorando(a) em Ortodontia pela Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP.

<sup>2</sup> Mestre e Doutor em Ortodontia pela Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP. Professor Adjunto II da Disciplina de Ortodontia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP  
Contato: Alex Luiz Pozzobon Pereira. E-mail: pereiraalp@hotmail.com

uma imagem de alta qualidade, acurácia e resolução<sup>6</sup>.

A primeira geração de tomógrafos *cone beam* usava sensores denominados de intensificadores de imagens, que tinham 8 bits (256 tons de cinza). Atualmente, o sistema denominado *flat panel* foi desenvolvido com 12-16 bits (até 4096 tons de cinza) e, conseqüentemente, produz imagens de maior qualidade. A Escala de Hounsfield, que mede a absorção dos diferentes tecidos quando expostos à radiação X (hipodensos ou hiperdensos), por meio das nuances de tons de cinza, permite até mesmo o diagnóstico de determinação da estrutura de acordo com sua densidade<sup>1,2</sup>.

### Vantagens e desvantagens da TCCB

Em comparação com as radiografias convencionais, o potencial da TCCB em prover informações complementares é superior. As vantagens são: eliminação da sobreposição de imagens<sup>7</sup>, alta acurácia<sup>1,8</sup>, maior capacidade de distinção entre tons de cinza (alto contraste), permitindo estabelecer densidade aos tecidos de 0,5% contra 5 a 10% das radiografias convencionais<sup>8</sup>, permite reconstrução multiplanar em volume (obtenção de imagens axiais, coronais, sagitais e oblíquas)<sup>2</sup>, possibilidade de reconstrução da imagem em 3D<sup>2</sup>, possibilidade de prototipagem<sup>9</sup> e fator de magnificação nulo (proporção 1:1)<sup>10</sup>.

Como desvantagens podem ser citadas: alta dose de radiação<sup>11</sup>, custo elevado do equipamento, o que aumenta o valor do exame<sup>2</sup>, produção de artefatos metálicos<sup>12</sup>, particularmente em reconstruções secundárias. Isso quando comparada aos métodos radiográficos convencionais<sup>6,10</sup>,

### Aplicações em Ortodontia

A TCCB tem inúmeras aplicações: localização tridimensional de dentes impactados<sup>13</sup>, avaliação do grau de reabsorção radicular dos dentes vizinhos a caninos impactados<sup>14</sup>, simulação para planejamento ortodôntico cirúrgico<sup>15</sup>, avaliação do crescimento e desenvolvimento craniofacial e estimativa da idade dentária<sup>16</sup>, visualização da espessura do osso alveolar de suporte e sua remodelação após movimentação dentária induzida<sup>17</sup>, avaliação da dimensão transversal das bases apicais e reabsorção radicular após expansão rápida maxilar, mensuração da largura da sutura palatina<sup>18</sup>, odontologia legal<sup>16</sup>, visualização em 3D das vias aéreas superiores<sup>19</sup>, avaliação cefalométrica<sup>20</sup>, investigação da articulação temporomandibular<sup>21</sup>, avaliação do movimento dentário nas regiões de osso atresico (espessura da tábua óssea alveolar na direção vestibulolingual)<sup>22</sup> ou com invaginação do seio maxilar; análise qualitativa e quantitativa do osso alveolar para ancoragem ortodôntica com mini-implantes<sup>23</sup>, avaliação de defeitos ou enxertos ósseos na região de fissuras labiopalatinas<sup>24</sup>, confecção de modelos ou *setups* digitais em 3D<sup>9,25</sup>, avaliação de lesões na região dentomaxilofacial<sup>9,26</sup>.

### Dose de radiação

A dose efetiva de radiação é dependente das configurações – kilovoltagem (KVp), mili-amperagem (mA), campo de visão (FOV) e tempo de exposição<sup>27</sup>. Dependendo do FOV<sup>28</sup>, as imagens TCCB capturadas

com configurações de menor intensidade são comparáveis com as altas e mantêm o padrão de qualidade suficiente para o diagnóstico imaginológico. Além disso, o tamanho do *voxel*, mili-amperagem e qualidade da imagem estão intimamente relacionados.

Dentre as radiografias mais solicitadas na clínica ortodôntica encontra-se a panorâmica e a telerradiografia em normal lateral. No entanto, muitos casos necessitam de radiografia seriada da articulação temporomandibular, radiografia pósterio-anterior, radiografias oclusais, interproximais e periapicais de todos os dentes. A literatura<sup>11</sup> relata que os níveis de radiação emitido durante a realização da telerradiografia em norma lateral é de 5  $\mu$ Sv, da panorâmica 10  $\mu$ Sv, da oclusal maxilar 7  $\mu$ Sv e da periapical 5  $\mu$ Sv.

Quando comparada às radiografias convencionais, a dose de radiação da TCCB é equivalente a uma tomada radiográfica de periapicais de todos os dentes<sup>29</sup> ou aproximadamente de 4 a 15 vezes maior que uma panorâmica (2,9-11  $\mu$ Sv)<sup>29</sup>. Além disso, a dose de radiação recebida por um indivíduo quando exposto a TCCB é de 3 a 7 vezes maior que a dose de uma panorâmica e 40% a menos que uma tomografia computadorizada convencional<sup>30</sup>. Por outro lado, o levantamento radiográfico da “boca toda” varia 13 a 14  $\mu$ Sv (com colimador retangular), de 64 a 73  $\mu$ Sv (com colimador redondo) e de 83 a 100  $\mu$ Sv (bissetriz, com cone curto). Deste modo, o somatório das doses efetivas da radiografia panorâmica e da telerradiografia lateral, acrescido das periapicais poderiam gerar a mesma ou até mesmo maior quantidade de radiação da TCCB. Outro estudo<sup>31</sup> relatou que a tomada radiográfica da “boca toda” gera 150  $\mu$ Sv. Além disso, há a desvantagem dos métodos tradicionais não proporcionar avaliação em 3D.

A TCCB permite obter todas as imagens necessárias para uma avaliação ortodôntica em apenas uma captura e estudos<sup>29</sup> relatam que a dose efetiva de radiação média é de 36,9 a 50,3  $\mu$ Sv. Portanto, dependendo do tipo de exame solicitado, a dose de radiação recebida pelo paciente não deve ser considerado fator limitante da indicação deste exame radiográfico.

Uma importante questão ainda permanece. Durante o planejamento ortodôntico, existem diferenças entre as informações geradas por um exame em duas dimensões (2D) com telerradiografia em norma lateral convencional e com TCCB? As limitações das imagens em 2D têm sido bastante estudadas na literatura<sup>32</sup>. Um estudo comparativo<sup>33</sup> entre as medidas lineares dos cefalogramas laterais convencionais e TCCB revelou que todas as informações obtidas com a TCCB apresentaram maior acurácia sobre a cefalometria tradicional. Apesar disso, esta diferença nas medidas cefalométricas não é muito significativa<sup>34</sup> a ponto de interferir no planejamento ortodôntico.

### Conclusão

A TCCB como método complementar de exame é uma realidade, pois apresenta qualidade superior das imagens quando comparada às radiografias convencionais.

Quando o ortodontista for utilizar somente imagens em 2D derivadas da TCCB, isto representará somente uma evolução em relação a qualidade das imagens. Porém, quando for necessário utilizar ima-

gens em 3D, a TCCB apresentará potencial revolucionário de diagnóstico complementar.

A mudança de uma abordagem técnica é um desafio que todo profissional tem que estar apto a

enfrentar. Para tomar a decisão, é necessário conhecimento e segurança da indicação. O bom senso deve prevalecer.

## Referências

- Kapila S, Conley RS, Harrell WE Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol*, 2011; 40: 24-34.
- Hatcher DC. Operational principles for cone-beam computed tomography. *J Am Dent Assoc*, 2010; 141: 3S-6S.
- Arai Y, Tammissalo E, Iwai K, Hashimoto SK. Development of ortho cubic super high resolution CT (Ortho-CT). In: Car'98 Computed Assisted Radiology and Surgery. pp. 780-785. Amsterdam: Elsevier, 1998.
- Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol*, 1998; 8: 1558-1564.
- Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006; 130: 257-265.
- De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2009; 38: 609-25.
- Patel N, Currier GF, Kadioglu O, Kierl JP, Skaggs VJ. A CBCT comparison of anterior root resorption in SureSmile and conventional edgewise treatments. *Orthodontics*, 2012; 13: 100-109.
- Kaeppler G. Applications of cone beam computed tomography in dental and oral medicine. *Int J Comput Dent*, 2010; 13: 203-219.
- Guo H, Zhou J, Bai Y, Li S. A three-dimensional setup model with dental roots. *J Clin Orthod*, 2011; 45: 209-216.
- van Vlijmen OJ, Kuijpers MA, Bergé SJ, Schols JG, Maal TJ, Breuning H, Kuijpers-Jagtman AM. Evidence supporting the use of cone-beam computed tomography in orthodontics. *J Am Dent Assoc*, 2012; 143: 241-252.
- Lorenzoni DC, Bolognese AM, Garib DG, Guedes FR, Sant'anna EF. Cone-beam computed tomography and radiographs in dentistry: aspects related to radiation dose. *Int J Dent*, 2012; 81: 37-68.
- Hunter AK, McDavid WD. Characterization and correction of cupping effect artefacts in cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*, 2012; 41: 217-223.
- Sampaio Neves F, de Camargo Souza T, Maria de Almeida S, Haiter-Neto F, Queiroz de Freitas D, Norberto Bóscolo F. Correlation of panoramic radiography and cone beam computed tomography findings in the assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and the mandibular canal. *Dentomaxillofac Radiol*, 2012; in press.
- Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Nackaerts O; SEDENTEXCT Project Consortium, Willems G. Comparison of 6 cone-beam computed tomography systems for image quality and detection of simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011; 140: 129-139.
- Nguyen T, Cevidanes L, Cornelis MA, Heymann G, de Paula LK, De Clerck H. Three-dimensional assessment of maxillary changes associated with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011; 140: 790-798.
- Yang F, Jacobs R, Willems G. Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone-beam CT. *Forensic Sci Int*, 2006; 159: S78-83.
- Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone beam computed tomography evaluations of marginal alveolar bone before and after orthodontic treatment combined with premolar extractions. *Eur J Oral Sci*, 2012; 120: 201-211.
- Fricke-Zech S, Gruber RM, Dullin C, Zapf A, Kramer FJ, Kubein-Meesenburg D, Hahn W. Measurement of the midpalatal suture width. *Angle Orthod*, 2012; 82: 145-150.
- Stratemann S, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Three-dimensional analysis of the airway with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011; 140: 607-615.
- Fuyamada M, Nawa H, Shibata M, Yoshida K, Kise Y, Katsumata A, Arijji E, Goto S. Reproducibility of landmark identification in the jaw and teeth on 3-dimensional cone-beam computed tomography images. *Angle Orthod*, 2011; 81: 843-849.
- Tsiklakis K, Syriopoulos K, Stamatakis HC. Radiographic examination of the temporomandibular joint using cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol*, 2004; 33: 196-201.
- Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim DG, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011; 139: 117-127.
- Bennemann R, Baxmann M, Keilig L, Reimann S, Braumann B, Bourauel C. Evaluating miniscrew position using orthopantomograms compared to cone-beam computed tomography. *J Orofac Orthop*, 2012; 73: 236-248.
- Hamada Y, Kondoh T, Noguchi K, et al. Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: a preliminary report. *Cleft Palate Craniofac J*, 2005; 42: 128-137.
- Macchi A, Carrafiello G, Cacciafesta V, Norcinic A. Three-dimensional digital modeling and setup. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006; 129: 605-610.

26. Ahmed F, Brooks SL, Kapila SD. Efficacy of identifying maxillofacial lesions in cone-beam computed tomographs by orthodontists and orthodontic residents with third-party software. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2012; 141: 451-459.
27. White SC, Mallya SM. Update on the biological effects of ionizing radiation, relative dose factors and radiation hygiene. *Aust Dent J*, 2012; 57: 2-8.
28. Kwong JC, Palomo IM, Landers MA, Figueroa A, Hane MG. Image quality produced by different cone-beam computed tomography settings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2008; 133: 317-327.
29. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2004; 125: 512- 515.
30. Grünheid T, Kolbeck Schieck JR, Pliska BT, Ahmad M, Larson BE. Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2012; 141: 436-443.
31. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT units for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol*, 2006; 35: 219-226.
32. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol*, 2002; 12: 634-637.
33. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell WE, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2004; 126: 397-409.
34. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007; 132: 550-560.