

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**ESTUDO COMPARATIVO DE CEFALOGRAMAS  
REALIZADOS SOBRE RECONSTRUÇÕES DE  
TOMOGRAFIA *CONE BEAM* TOTAL E  
UNILATERAIS DA FACE E TELERRADIOGRAFIAS  
CONVENCIONAIS**

GABRIELA SALATINO LIEDKE

PORTO ALEGRE

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

GABRIELA SALATINO LIEDKE

**ESTUDO COMPARATIVO DE CEFALOGRAMAS REALIZADOS SOBRE  
RECONSTRUÇÕES DE TOMOGRAFIA *CONE BEAM* TOTAL E  
UNILATERAIS DA FACE E TELERRADIOGRAFIA CONVENCIONAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios  
para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica pela  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Área de concentração: Clínica Odontológica - Radiologia

Profª Drª HELOÍSA EMÍLIA DIAS DA SILVEIRA  
ORIENTADORA

Porto Alegre, agosto de 2009

“O pessimista se queixa do vento,  
o otimista espera que ele mude  
e o realista ajusta as velas.”

William George Ward

## Agradecimento especial

---

Agradeço, especialmente, àqueles que trabalharam, arduamente, junto comigo. Muitas vezes sem saberem que estavam trabalhando, algumas vezes sem estarem ao meu lado, mas que fizeram toda a diferença para o resultado final – OS MEUS AMIGOS.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Aos meus pais, Rubens e Sílvia, pela presença, apoio, motivação. Por não me fazerem desistir.

À professora Heloísa, pessoa e profissional que muito admiro. Desde a Iniciação Científica despertou meu interesse e conduziu meus pensamentos para a pesquisa e docência. Muito obrigada por tudo, sempre!

Aos meus colegas de mestrado e grandes amigos, Eduardo e Mariana, presenças fundamentais nos momentos de discussão científica e de descontração.

Aos professores da Radiologia, Reni e Heraldo, pelos conhecimentos compartilhados, excelentes sugestões e apoio durante a elaboração desta dissertação.

Aos professores, alunos e funcionárias do Curso de Especialização em Ortodontia, pelo apoio, presteza e cordialidade durante o período de seleção da amostra em busca dos pacientes para inclusão no estudo.

Aos demais professores, colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação da FO-UFRGS.

À CAPES, pelo suporte financeiro, permitindo dedicação exclusiva ao estudo e à pesquisa.

## RESUMO

A possibilidade de exploração das imagens oferecida pela tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB) permite investigações mais detalhadas do paciente. Este estudo, empregando alguns destes recursos, se propôs a comparar medidas cefalométricas realizadas sobre telerradiografias convencionais e reconstruções de perfil total e unilaterais obtidas da TCCB. Análises cefalométricas de 30 pacientes foram realizadas por um examinador calibrado sobre as reconstruções da TCCB e as telerradiografias convencionais. A reprodutibilidade dos fatores cefalométricos foi investigada por meio do coeficiente de correlação intraclasse em cada imagem. O método de Bland-Altman foi utilizado para averiguar a performance diagnóstica de cada imagem em relação às medidas de cada fator cefalométrico. O coeficiente de correlação intraclasse evidenciou semelhança de reprodutibilidade entre os exames. Quando os valores dos fatores cefalométricos foram comparados, observou-se forte concordância diagnóstica entre as mensurações realizadas sobre telerradiografias convencionais e imagens reconstruídas por TCCB. Conclui-se que, em pacientes sem assimetrias faciais importantes, a telerradiografia convencional e as reconstruções total e unilaterais a partir da TCCB oferecem desempenho de reprodutibilidade e resultado de análise cefalométrica semelhantes.

Palavras-chave: Cefalometria, Tomografia computadorizada de feixe cônico

**ABSTRACT**

The possibility to explore images afforded by the cone beam computer tomography (CBCT) technique allows investigating patients in more detail. The present study uses some of these resources to compare cephalometric measurements obtained from conventional cephalograms and total and half-skull synthesized cone beam computed tomography (CBCT) cephalograms. Cephalometric analyses of 30 clinically symmetric patients; were conducted by a calibrated examiner on conventional and CBCT-synthesized cephalograms. Reproducibility was investigated using the intraclass correlation coefficient. The Bland-Altman analysis was used to assess the agreement of the measurements from each factor obtained by conventional, total, right and left CBCT-synthesized cephalograms. The intraclass correlation coefficient revealed similar levels of reproducibility. When the measurements obtained from conventional and CBCT-synthesized cephalograms were compared, the Bland-Altman analysis showed a strong agreement between them. Half-skull CBCT-synthesized cephalograms offer the same diagnostic performance and equivalent reproducibility in terms of cephalometric analysis as observed in conventional and total CBCT-synthesized cephalograms.

Key-words: Cephalometry; Cone-beam computed tomography

**SUMÁRIO**

Introdução	9
Antecedentes e Justificativa	10
Objetivos	15
Referências	16
ARTIGO	20
Considerações Finais	36
Conclusões	37

---

## INTRODUÇÃO

As análises cefalométricas fornecem valores quantitativos para a análise das relações dentomaxilofaciais, sendo amplamente empregadas em diversas especialidades odontológicas, entre elas a ortodontia e a cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial. Tradicionalmente este exame é realizado sobre telerradiografias convencionais. Entretanto, tal método oferece algumas dificuldades, principalmente durante o processo de identificação dos pontos anatômicos, especialmente no que se refere à sobreposição de estruturas. Com a utilização da tomografia computadorizada tentou-se solucionar este problema inerente à imagem bidimensional. Contudo, foi o advento da tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB) que trouxe esta modalidade de exame para mais perto do cirurgião-dentista. Alguns estudos demonstraram a aplicabilidade da TCCB entre as especialidades odontológicas e a sua superioridade quando comparada com as radiografias convencionais, principalmente devido à ausência da sobreposição de estruturas. No que se refere aos benefícios obtidos com a utilização da TCCB na realização da análise cefalométrica, alguns aspectos ainda não foram completamente explorados. Assim, o objetivo deste estudo foi, explorando os recursos digitais de interação com os dados armazenados disponíveis na TCCB, investigar a performance diagnóstica e a reprodutibilidade das análises cefalométricas realizadas sobre imagens totais e unilaterais reconstruídas da TCCB e sobre telerradiografias laterais convencionais.

## ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

A cefalometria radiográfica, seja ela lateral ou frontal, é um importante recurso no diagnóstico, planejamento e acompanhamento de um tratamento ortodôntico, ortopédico facial ou cirúrgico ortognático.<sup>1</sup> Este exame é baseado na marcação de pontos anatômicos sobre telerradiografias para posterior mensuração das linhas e ângulos formados pela ligação destes. Entretanto, alguns são de difícil identificação.<sup>2-4</sup>

A dificuldade de identificação dos pontos cefalométricos está relacionada com a sobreposição de estruturas anatômicas e com o fato de alguns serem pares, isto é, localizados lateralmente, um em cada lado da face. Desta forma, freqüentemente apresentam-se duplos, com imagens não coincidentes.<sup>5</sup> No entanto, o valor da análise cefalométrica depende, e muito, da exatidão das técnicas de medidas, pois um erro no registro pode determinar um diagnóstico incorreto.<sup>6,7</sup>

Na avaliação dos erros envolvidos na identificação dos pontos cefalométricos foi verificado que a precisão dos traçados depende da marcação de cada ponto,<sup>8</sup> a qual é dependente da concepção individual do examinador na definição destes.<sup>9</sup> A falta de reprodutibilidade dos valores apresentados nas análises cefalométricas laterais realizadas por diferentes clínicas de radiologia odontológica já foi demonstrada,<sup>10</sup> bem como a existência de variações interexaminadores que podem gerar discordância no planejamento ortodôntico.<sup>11</sup>

Alguns estudos, com o objetivo de superar as dificuldades inerentes da imagem radiográfica convencional, utilizaram as reconstruções da tomografia computadorizada *fan beam* (TCFB) para a realização de mensurações cefalométricas.<sup>12-14</sup> Foram encontrados valores de precisão e reprodutibilidade maiores que os obtidos nas análises cefalométricas realizadas sobre telerradiografias convencionais.<sup>14</sup> Ainda, os autores verificaram que inclinações da cabeça do paciente durante a realização da TCFB não influenciaram no resultado das mensurações cefalométricas, ao contrário do que ocorreu nas telerradiografias convencionais.<sup>13</sup> Entretanto, apesar da sua comprovada efetividade, o tomógrafo *fan beam* não é amplamente utilizado na prática odontológica.<sup>15</sup>

---

O desenvolvimento da tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB), voltada para a odontologia, aumentou o interesse do profissional por melhores imagens do complexo dentomaxilofacial.<sup>16</sup> A TCCB é baseada na tomografia volumétrica, onde os dados são adquiridos e armazenados em formato digital com uma única volta da fonte de raios X ao redor da cabeça do paciente e, assim, é gerada uma imagem em três dimensões em escala de 1:1 com a imagem real.<sup>17-20</sup>

Muitos dos princípios e características são comuns entre as duas técnicas tomográficas. Entretanto, a TCCB apresenta algumas vantagens quando comparada com a TCFB para o uso odontológico: natureza sempre isotrópica dos voxels, possibilitando que as reconstruções apresentem a mesma qualidade da imagem inicial; rapidez para a realização do exame (5 a 70 segundos); posição dos tecidos moles não modificada durante a tomada tomográfica, uma vez que o exame é realizado com o paciente sentado; artefatos metálicos, que podem causar prejuízo na imagem, são reduzidos; acesso facilitado para a rotina do cirurgião-dentista, uma vez que o aparelho é mais compacto do que o tomógrafo médico e normalmente localizado dentro das próprias clínicas de radiologia odontológica; e redução de custos.<sup>15,20-22</sup>

Outra grande vantagem para a imagiologia dentomaxilofacial também verificada com a TCCB é a possibilidade de interação com os dados armazenados, gerando novas imagens. O banco de dados da TCCB comporta a visualização das imagens na forma de cortes planares contínuos, reconstruções multiplanares e modelos tridimensionais.<sup>17,20,23</sup> Variações na espessura dos cortes permitem a obtenção de reconstruções multiplanares simulando projeções panorâmicas, laterais, posteroanteriores, submentovertex e oblíquas.<sup>22</sup> Alguns autores sugerem que tais imagens facilitam a identificação de pontos anatômicos quando comparadas com radiografias convencionais, provavelmente devido ao maior contraste e ausência de sobreposições.<sup>18</sup> Ainda, é possível que o radiologista escolha a orientação da reconstrução que melhor se adapte à análise que ele deseja realizar após a tomada volumétrica. O novo plano de corte é selecionado diretamente no modelo tridimensional, sem a necessidade da presença do paciente para novo exame.<sup>24</sup>

Esta possibilidade de manipulação dos dados permite que várias incidências radiográficas sejam obtidas a partir de uma única aquisição volumétrica. Neste sentido, a exposição à radiação X a que o paciente é submetido durante a TCCB pode ser equiparada àquela recebida durante outros exames radiográficos convencionais, como um exame periapical completo<sup>25</sup> ou com associações de radiografias extrabucais.<sup>25,26</sup>

Quando confrontada com a TCFB, as vantagens da solicitação da TCCB ficam ainda mais evidentes, uma vez que pode ocorrer uma redução de até 13 vezes da dose recebida pelo paciente.<sup>26-29</sup> Ainda, a utilização de proteção plumbífera durante o exame por TCCB acarreta maior diminuição na dose de radiação X recebida.<sup>30</sup> Assim, a TCCB encontra-se de acordo com o princípio ALARA (“*as low as reasonably achievable*”), apresentando vantagens em termos de menor dose de exposição para o paciente e maior capacidade de exploração do exame para o diagnóstico.<sup>31,32</sup>

Estudos vêm demonstrando a aplicabilidade da TCCB no diagnóstico e no planejamento de intervenções nas áreas de cirurgia, implantodontia, ortodontia, endodontia e oclusão.<sup>33-43</sup> Hilgers et al,<sup>18</sup> de posse de reconstruções multiplanares para a ATM, observaram que nenhuma das mensurações realizadas sobre as imagens da TCCB diferiu daquela realizada sobre crânios secos, além de apresentarem maior precisão quando comparadas com as realizadas sobre radiografias. Peck et al<sup>44</sup> compararam a radiografia panorâmica convencional com a reconstrução panorâmica obtida a partir da TCCB quanto à inclinação méso-distal das raízes. Concluíram que o método convencional fornece a ilusão de inclinações radiculares acentuadas, principalmente na região de caninos e pré-molares, ao passo que a reconstrução mostra-se uma alternativa confiável para a verificação da real angulação radicular. Ludlow et al,<sup>22</sup> também utilizando a TCCB, realizaram mensurações das distâncias Gônio-Forame Mentoniano e Cêndilo-Gônio e verificaram que esta é uma técnica confiável e não influenciada por inclinações da cabeça do paciente durante a realização do exame.

O planejamento ortodôntico também é beneficiado com a imensa possibilidade de manipulação dos dados que a TCCB oferece.<sup>23</sup> Modelos tridimensionais têm sido propostos como ideais para realização da análise cefalométrica.<sup>19</sup> Entretanto, mensurações de pontos resultantes de sobreposições anatômicas, tradicionalmente determinados para radiografias, no modelo tridimensional oferecem dificuldades e inacurácia. Ao contrário, mensurações tridimensionais de pontos anatômicos definidos são mais precisas do que as realizadas sobre imagens bidimensionais. A localização dos pontos cefalométricos utilizados nas projeções sagitais e coronais deve ser repensada pelos profissionais, passando por adequações para que sejam aplicadas sobre modelos tridimensionais. Novos pontos anatômicos e planos de referência podem ser necessários nesta adaptação. Assim, ferramentas de medidas devem ser desenvolvidas para que o clínico possa obter total vantagem da acurácia esperada pelas medidas tridimensionais realizadas sobre a tomografia volumétrica.<sup>22,24</sup>

---

A concordância das medidas lineares utilizadas nas análises cefalométricas foi primeiramente averiguada em crânios secos por Moshiri et al,<sup>45</sup> que verificaram a acurácia de medidas cefalométricas lineares realizadas sobre imagens sagitais reconstruídas da TCCB. Os resultados foram comparados com os da telerradiografia lateral digital (placa de fósforo) e com as medidas realizadas diretamente sobre os crânios (uso de paquímetro digital). Os autores concluíram que as medidas realizadas sobre imagens provenientes das reconstruções tomográficas são mais confiáveis do que aquelas realizadas sobre telerradiografias convencionais, uma vez que não diferiram das anatomicamente verdadeiras. Já van Vlijmen et al<sup>46</sup> e Kumar et al,<sup>47</sup> ao compararem radiografias convencionais com reconstruções sagitais, não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre a performance dos dois tipos de imagens para a realização de mensurações cefalométricas lineares e angulares.

Quando as análises cefalométricas foram realizadas em pacientes, Kumar et al<sup>48</sup> encontraram diferença entre as técnicas para o Plano Mandibular (FMA), principalmente devido à localização do ponto Porion, que poderia ser confundido pela presença das olivas metálicas. Por outro lado, Cattaneo et al<sup>49</sup> não observaram diferenças para nenhum fator cefalométrico quando compararam a telerradiografia convencional com imagens reconstruídas.

A equivalência diagnóstica entre dois procedimentos que envolvam medidas contínuas normalmente é verificada por dois métodos estatísticos, a análise de variância (ANOVA) e o coeficiente de correlação. Os estudos disponíveis na literatura que compararam as análises cefalométricas realizadas em telerradiografias convencionais e imagens reconstruídas a partir da TCCB utilizaram a ANOVA para a avaliação dos resultados.<sup>45-49</sup> Entretanto, este método estatístico não leva em consideração que as possíveis diferenças estatisticamente significantes encontradas podem não ser clinicamente relevantes. Já em relação ao coeficiente de correlação, o problema encontra-se na definição dos termos correlação e concordância, uma vez que os valores provenientes de dois métodos de medida podem estar correlacionados entre si e mesmo assim serem diferentes, no caso de um dos instrumentos de medida fornecer valores proporcionalmente maiores – ou menores – em comparação ao outro. O método estatístico de Bland-Altman é o teste mais indicado para análises de procedimentos diagnósticos, justamente por avaliar se existe concordância entre os dois métodos analisados e também verificar se as possíveis diferenças encontradas são clinicamente relevantes.<sup>50</sup>

---

O grande benefício de se trabalhar com imagens tomográficas é a possibilidade de interação com os dados armazenados. Alguns estudos verificaram a confiabilidade da identificação dos pontos cefalométricos<sup>51</sup> e a acurácia das medidas lineares<sup>52</sup> em imagens volumétricas. Entretanto, o objetivo ainda é o desenvolvimento de uma análise cefalométrica baseada exclusivamente em modelos tridimensionais. Assim, explorando ainda mais os recursos das reconstruções disponíveis na TCCB, este estudo foi delineado com o objetivo de investigar a performance diagnóstica e a reprodutibilidade dos cefalogramas unilaterais da face, ainda não verificados na literatura, comparando com os resultados obtidos a partir de telerradiografias convencionais e reconstruções totais da TCCB.

## **OBJETIVO GERAL**

Avaliar a reprodutibilidade das medidas cefalométricas obtidas de cefalogramas realizados sobre reconstruções de perfil - totais e unilaterais - a partir da tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB) e telerradiografias laterais convencionais. Assim como, comparar os valores das medidas encontrados em cada técnica.

### **Objetivos Específicos**

a) Verificar a reprodutibilidade das medidas cefalométricas realizadas sobre a reconstrução de perfil total (TCCB).

b) Verificar a reprodutibilidade das medidas cefalométricas realizadas sobre a reconstrução de perfil unilateral direita (TCCB).

c) Verificar a reprodutibilidade das medidas cefalométricas realizadas sobre a reconstrução de perfil unilateral esquerda (TCCB).

d) Verificar a reprodutibilidade das medidas cefalométricas realizadas sobre a telerradiografia lateral convencional.

e) Comparar os valores dos fatores cefalométricos encontrados nas análises realizadas entre as quatro técnicas avaliadas.

---

---

**REFERÊNCIAS**

1. Fonseca RC. *Análise Cefalométrica, Diagnóstico e Planejamento Ortodôntico*. São Paulo: Santos; 2001.
2. Freitas A, Rosa JE, Souza IF. *Radiologia Odontológica*. São Paulo: Artes Médicas; 2000.
3. Langland OE, Langlais RP. *Princípios do Diagnóstico por Imagem em Odontologia*. São Paulo: Santos; 2002.
4. Whaites E. *Princípios de Radiologia Odontológica*. Porto Alegre: Artmed; 2003.
5. Richardson A. An investigation into the reproducibility of some points, planes, and lines used in cephalometric analysis. *Am J Orthod* 1966;52:637-51.
6. Stabrun AE, Danielsen K. Precision in cephalometric landmark identification. *Eur J Orthod* 1982;4:185-96.
7. Tng TT, Chan TC, Hagg U, Cooke MS. Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. *Eur J Orthod* 1994;16:110-20.
8. Kamoen A, Dermaut L, Verbeeck R. The clinical significance of error measurement in the interpretation of treatment results. *Eur J Orthod* 2001;23:569-78.
9. Lau PY, Cooke MS, Hagg U. Effect of training and experience on cephalometric measurement errors on surgical patients. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1997;12:204-13.
10. Silveira HL, Silveira HE. Reproducibility of cephalometric measurements made by three radiology clinics. *Angle Orthod* 2006;76:394-9.
11. Silveira HLD, Silveira HED, Dalla-Bona RR, Marques ALG. Avaliação cefalométrica de medidas envolvendo os incisivos por diferentes examinadores e sua relação com o tratamento ortodôntico. *Rev odonto ciênc* 2004;19:152-6.
12. Kragkov J, Bosch C, Gyldensted C, Sindet-Pedersen S. Comparison of the reliability of craniofacial anatomic landmarks based on cephalometric radiographs and three-dimensional CT scans. *Cleft Palate Craniofac J* 1997;34:111-6.
13. Togashi K, Kitaura H, Yonetsu K, Yoshida N, Nakamura T. Three-dimensional cephalometry using helical computer tomography: measurement error caused by head inclination. *Angle Orthod* 2002;72:513-20.
14. Swennen GR, Schutyser F, Barth EL, De Groeve P, De Mey A. A new method of 3-D cephalometry Part I: the anatomic Cartesian 3-D reference system. *J Craniofac Surg* 2006;17:314-25.
15. Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:410-6.

16. 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;8:1558-64.
17. Araki K, Maki K, Seki K, Sakamaki K, Harata Y, Sakaino R et al. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRay): system configuration and physical properties. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:51-9.
18. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:803-11.
19. Lagravere MO, Major PW. Proposed reference point for 3-dimensional cephalometric analysis with cone-beam computerized tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:657-60.
20. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006;72:75-80.
21. 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;130:257-65.
22. Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:534-42.
23. Holberg C, Steinhauser S, Geis P, Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop* 2005;66:434-44.
24. Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:611-8.
25. Gibbs SJ. Effective dose equivalent and effective dose: comparison for common projections in oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;90:538-45.
26. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:229-34.
27. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:508-13.
28. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:83-6.
29. 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.
30. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *Eur J Radiol* 2005;56:413-7.

- 
31. Farman AG. ALARA still applies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:395-7.
  32. Winter AA, Pollack AS, Frommer HH, Koenig L. Cone beam volumetric tomography vs. medical CT scanners. *N Y State Dent J* 2005;71:28-33.
  33. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:126-30.
  34. Nakagawa Y, Kobayashi K, Ishii H, Mishima A, Ishii H, Asada K et al. Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002;31:322-6.
  35. Hamada Y, Kondoh T, Noguchi K, Iino M, Isono H, Ishii H et al. Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: a preliminary report. *Cleft Palate Craniofac J* 2005;42:128-37.
  36. Fullmer JM, Scarfe WC, Kushner GM, Alpert B, Farman AG. Cone beam computed tomographic findings in refractory chronic suppurative osteomyelitis of the mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007;45:364-71.
  37. Smith MH, Brooks SL, Eldevik OP, Helman JI. Anterior mandibular lingual salivary gland defect: a report of a case diagnosed with cone-beam computed tomography and magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:e71-8.
  38. Sato S, Arai Y, Shinoda K, Ito K. Clinical application of a new cone-beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants: case reports. *Quintessence Int* 2004;35:525-8.
  39. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H, Sr. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod* 2005;75:895-903.
  40. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS et al. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:429-38.
  41. Neugebauer J, Shirani R, Mischkowski RA, Ritter L, Scheer M, Keeve E et al. Comparison of cone-beam volumetric imaging and combined plain radiographs for localization of the mandibular canal before removal of impacted lower third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105:633-42; discussion 43.
  42. Liedke GS, da Silveira HE, da Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J Endod* 2009;35:233-5.
  43. Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res* 2003;6 Suppl 1:95-101; discussion 79-82.
  44. Peck JL, Sameshima GT, Miller A, Worth P, Hatcher DC. Mesiodistal root angulation using panoramic and cone beam CT. *Angle Orthod* 2007;77:206-13.

- 
45. 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;132:550-60.
  46. van Vlijmen OJ, Berge SJ, Swennen GR, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:92-7.
  47. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:263-9.
  48. Kumar V, Ludlow J, Soares Cevidanes LH, Mol A. In Vivo Comparison of Conventional and Cone Beam CT Synthesized Cephalograms. *Angle Orthod* 2008;78:873-9.
  49. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshoj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:798-802.
  50. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
  51. de Oliveira AE, Cevidanes LH, Phillips C, Motta A, Burke B, Tyndall D. Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:256-65.
  52. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod* 2009;79:150-7.

**Estudo comparativo de cefalogramas realizados sobre reconstruções de tomografia *cone beam* total e unilaterais da face e telerradiografias convencionais**

Gabriela Salatino Liedke  
Eduardo Luiz Delamare  
Mariana Boessio Vizzotto  
Heraldo Luis Dias da Silveira  
José Renato Prietsch  
Vinícius Dutra  
Heloísa Emília Dias da Silveira

Enviado para publicação em julho de 2009 para o *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, UK.

*Resumo.* A possibilidade de exploração das imagens oferecida pela tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB) permite investigações mais detalhadas do paciente. Este estudo, empregando alguns destes recursos, se propôs a comparar medidas cefalométricas realizadas sobre telerradiografias convencionais e reconstruções de perfil total e unilaterais obtidas da TCCB. Análises cefalométricas de 30 pacientes foram realizadas por um examinador calibrado sobre as reconstruções da TCCB e as telerradiografias convencionais. A reprodutibilidade dos fatores cefalométricos foi investigada por meio do coeficiente de correlação intraclasse em cada imagem. O método de Bland-Altman foi utilizado para averiguar a performance diagnóstica de cada imagem em relação às medidas de cada fator cefalométrico. O coeficiente de correlação intraclasse evidenciou semelhança de reprodutibilidade entre os exames. Quando os valores dos fatores cefalométricos foram comparados, observou-se forte concordância diagnóstica entre as mensurações realizadas sobre telerradiografias convencionais e imagens reconstruídas por TCCB. Conclui-se que, em pacientes sem assimetrias faciais importantes, a telerradiografia convencional e as reconstruções total e unilaterais a partir da TCCB oferecem desempenho de reprodutibilidade e resultado de análise cefalométrica semelhantes.

**Palavras-chave**

Cefalometria, tomografia computadorizada de feixe cônico

---

## Introdução e Revisão da Literatura

A cefalometria radiográfica é um importante recurso no diagnóstico, planejamento e acompanhamento de um tratamento ortodôntico, ortopédico facial ou cirúrgico ortognático, sendo que o valor da análise cefalométrica está relacionado diretamente com a correta identificação dos pontos anatômicos sobre as telerradiografias.<sup>1-5</sup> Alguns estudos constataram a falta de reprodutibilidade das análises cefalométricas realizadas por diferentes examinadores.<sup>6,7</sup> Tal fato pode ser explicado, em parte, pelo fenômeno da adição na imagem radiográfica, pela projeção não coincidente das estruturas anatômicas bilaterais e pela diferença na concepção de cada ponto entre os examinadores.

Com o objetivo de superar as dificuldades inerentes a imagem radiográfica convencional com relação à visualização das estruturas anatômicas, alguns autores propuseram o uso das reconstruções obtidas da tomografia computadorizada *fan beam* (TCFB) para a realização de mensurações craniofaciais.<sup>8-10</sup> Entretanto, a tomografia computadorizada cone beam (TCCB) tem se mostrado mais interessante para o uso odontológico, uma vez que associa as características de exploração dos dados, já presentes na TCFB,<sup>11-13</sup> com menores doses de radiação quando comparada a esta,<sup>14-16</sup> o que vem beneficiando diversas especialidades odontológicas.<sup>17-23</sup>

Em relação à ortodontia, a TCCB tem se apresentado atraente para o diagnóstico e planejamento ortodôntico.<sup>20,24-26</sup> Estudos anteriores foram conduzidos com o intuito de comparar análises cefalométricas realizadas sobre telerradiografias convencionais e reconstruções totais obtidas a partir da TCCB tendo em vista a similaridade entre estas imagens. Entretanto, uma vez que esta equivalência foi observada em crânios secos<sup>27-29</sup> e em pacientes,<sup>30</sup> a utilização de tais reconstruções mostrar-se-iam desnecessárias, tendo em vista a dose de radiação a que o paciente seria submetido no exame tomográfico em comparação com o radiográfico convencional.<sup>14,31-34</sup>

O grande benefício de se trabalhar com imagens tomográficas é a possibilidade de interação com os dados armazenados, gerando novas imagens e permitindo que reconstruções comparáveis às projeções radiográficas convencionais sejam obtidas por meio de uma única aquisição volumétrica.<sup>35</sup> A partir desses novos recursos oferecidos pela TCCB, torna-se desejável o desenvolvimento de análises cefalométricas que busquem uma avaliação nos três planos de orientação, oferecendo ao paciente uma investigação mais individualizada.

---

Os estudos disponíveis na literatura que verificaram a equivalência diagnóstica entre as análises cefalométricas realizadas em telerradiografias convencionais e imagens reconstruídas a partir da TCCB utilizaram a análise de variância para a avaliação dos resultados.<sup>27-30,36</sup> Entretanto este método não leva em consideração que as possíveis diferenças estatisticamente significantes encontradas possam não ser clinicamente relevantes. O coeficiente de correlação, também empregado para este fim, apresenta problema na definição dos termos correlação e concordância, uma vez que os valores provenientes de dois métodos de medida podem estar correlacionados entre si e mesmo assim serem diferentes, no caso de um dos instrumentos de medida fornecer valores proporcionalmente maiores – ou menores – em comparação ao outro. Já o método estatístico de Bland-Altman é o teste mais indicado para análises de procedimentos diagnósticos, justamente por avaliar se existe concordância entre os dois métodos analisados e também verificar se as potenciais diferenças encontradas são clinicamente relevantes.<sup>37</sup>

Explorando ainda mais os recursos das reconstruções disponíveis na TCCB, este estudo foi delineado com o objetivo de investigar a performance diagnóstica e a reprodutibilidade dos cefalogramas unilaterais da face, ainda não verificadas na literatura, comparando com os resultados obtidos a partir de telerradiografias convencionais e reconstruções totais da TCCB.

## **Metodologia**

Foram utilizados os exames por imagem (telerradiografia de perfil e aquisição por TCCB) dos primeiros 30 pacientes que iniciaram tratamento no Ambulatório de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul no ano de 2008 e satisfizeram os critérios de inclusão do estudo. Pacientes que, ao exame clínico, foram diagnosticados com assimetrias faciais importantes não foram incluídos. Esta medida foi adotada com o objetivo de eliminar o viés da assimetria facial, uma vez a proposta deste estudo foi verificar se a eliminação do efeito da sobreposição da imagem de um dos lados da face traria conseqüências para o resultado da análise cefalométrica. A amostra foi constituída por 9 homens e 21 mulheres e a média de idade foi de 17,5 anos. Todos os pacientes, ou seus responsáveis, leram e

---

assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (protocolo 273/08).

Todas as telerradiografias convencionais foram realizadas no aparelho *X Mind Tome Ceph (Soredex, Milwaukee, WI)*, com o paciente posicionado em cefalostato. Após o processamento automático dos filmes, as radiografias foram escaneadas para o formato \*.JPG com o auxílio de um *scanner* de mesa A4 (UMAX 2400S scanner) com leitor de transparência.

As imagens de TCCB foram adquiridas com um tomógrafo *i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA)*, sendo adotado um F.O.V. (*field of view*) de 16 cm de diâmetro por 13 cm de altura e voxel isotrópico de 0,25 mm. O *software i-CAT Vision* (Imaging Sciences International, Inc., Hatfield, PA, USA) foi utilizado para a realização das reconstruções sagitais. A reconstrução sagital total abrangeu o volume completo da face do paciente. No caso das unilaterais direita e esquerda, traçou-se uma linha correspondente ao plano sagital mediano do paciente e o volume de um dos lados foi excluído da imagem. Uma vez reconstruídas, as imagens foram salvas em formato \*.JPG.

Para a realização das análises cefalométricas, foi utilizado o Sistema Radiocef Studio 2 (Radio Memory Ltda. - Belo Horizonte, MG, Brasil). Antes da identificação dos pontos anatômicos, e com o objetivo de compensar a magnificação inerente das telerradiografias convencionais, as imagens foram calibradas utilizando-se uma escala milimétrica para imagens digitais. Uma vez que todos os pontos foram identificados, foi solicitado ao programa que fornecesse os valores de 40 fatores cefalométricos pré-selecionados, 15 lineares e 25 angulares, alvos do estudo (Tabela 1).

Três examinadores participaram do processo de calibragem. Uma vez que estes foram considerados calibrados, alcançando um valor superior a 0,8 no Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) para todos os fatores analisados, foi selecionado o de melhor desempenho para ser o responsável pela realização das análises, tanto sobre as telerradiografias convencionais quanto sobre as reconstruções sagitais.

Para avaliar a reprodutibilidade dos exames em cada técnica, foi calculado o ICC para cada fator cefalométrico em cada uma das técnicas utilizando-se o SPSS (versão 13.0, Chicago, Ill). Já a performance diagnóstica foi avaliada pelo método de Bland-Altman, no programa Microsoft Office Excel® (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, EUA). Este método estatístico consiste em um gráfico de dispersão da diferença das mensurações contra a média desta diferença, o que permite comparar

---

novos meios de obtenção de medidas contínuas com o padrão ouro, ou, no caso da análise cefalométrica, com o método de imagem consagrado na literatura. É calculada a média da diferença entre os dois métodos e o intervalo de confiança (IC) de 95% para esta média (1,96 vezes o desvio padrão). Na análise dos resultados, espera-se que 95% das observações encontrem-se dentro deste intervalo de confiança.

## Resultados

Conforme pode ser observado na Tabela 2, o resultado do ICC foi superior a 0,9 para a maioria dos 40 fatores cefalométricos analisados. Apesar de observar-se uma superioridade numérica na reprodutibilidade da análise cefalométrica realizada sobre a reconstrução sagital total em relação à telerradiografia convencional, e das reconstruções unilaterais sobre a total, não se observou diferença no desempenho das imagens.

A Tabela 3 mostra a média da diferença e o intervalo de confiança para cada um dos fatores cefalométricos avaliados. A análise desses dados, através do método de Bland-Altman, evidenciou forte concordância diagnóstica entre as mensurações realizadas sobre telerradiografias convencionais e imagens reconstruídas por TCCB.

## Discussão

É fundamental que a análise cefalométrica seja um exame reprodutível, pois isto demonstra o desempenho satisfatório do examinador na identificação dos pontos anatômicos. Neste estudo, buscou-se avaliar o desempenho de diferentes formas de aquisição da imagem por meio da performance de um examinador treinado e calibrado na realização deste exame. Foram controlados os fatores de aquisição da imagem (mesmo aparelho e protocolo) e medição (mesmo *software*).

Alguns autores sugerem que as reconstruções multiplanares facilitam a identificação de pontos anatômicos quando comparadas com as telerradiografias convencionais, provavelmente devido ao maior contraste da imagem.<sup>38</sup> Entretanto, no presente estudo, foi constatado que a reprodutibilidade dos exames foi semelhante,

---

independentemente do método de imagem utilizado. Isto demonstra que o desempenho do examinador depende muito mais do seu preparo do que do tipo de imagem analisada.

O método de Bland-Altman é utilizado para averiguar a concordância de um novo instrumento para mensurações, assim como verificar seu desempenho no contexto clínico.<sup>37</sup> Os resultados encontrados neste estudo evidenciaram forte concordância entre as mensurações quando da comparação entre os fatores cefalométricos nas diferentes imagens analisadas, visto que as médias apresentaram uma distribuição favorável em torno da média e dentro do intervalo de confiança de 95% (Figura 1). Isso significa que tanto a telerradiografia convencional quanto as imagens reconstruídas por TCCB oferecem uma performance diagnóstica equivalente.

Kumar et al,<sup>36</sup> ao compararem estas duas formas de aquisição de imagem, observaram uma diferença estatisticamente significativa no fator FMA, atribuindo este fato à dificuldade de visualização do ponto Pório na telerradiografia convencional, que poderia ser confundido pela presença das olivas metálicas. Entretanto, embora se reconheça tal dificuldade, este estudo não observou diferença nas mensurações. Além disso, o método estatístico utilizado por Kumar et al<sup>36</sup> não considera a relevância clínica das diferenças encontradas.

O banco de dados da TCCB permite a obtenção de uma infinidade de novas imagens reconstruídas, que podem se apresentar na forma de cortes planares contínuos, reconstruções multiplanares e modelos tridimensionais.<sup>12</sup> Apesar de alguns autores terem verificado a confiabilidade da identificação dos pontos cefalométricos<sup>39</sup> e a acurácia das medidas lineares<sup>40</sup> em imagens volumétricas, o objetivo ainda é o desenvolvimento de uma análise cefalométrica baseada exclusivamente em modelos tridimensionais. Este estudo mostrou que as reconstruções unilaterais já permitem uma representação rápida e fácil dos lados direito e esquerdo do crânio separadamente, evitando a sobreposição das estruturas bilaterais e, dessa forma, suas reais posições podem ser determinadas e comparadas. E também que o cefalograma obtido a partir de imagens unilaterais reconstruídas da TCCB em pacientes clinicamente simétricos apresenta medidas similares àquelas encontradas em telerradiografias convencionais e reconstruções totais.

Embora as diferenças encontradas entre os lados direito e esquerdo não tenham sido significantes, não justificando a utilização deste exame para pacientes simétricos, ele se torna uma ferramenta importante nos casos de pacientes assimétricos. Nestes casos, as análises diferenciadas entre os lados a partir de reconstruções unilaterais e sua

---

posterior comparação propiciam uma avaliação mais completa e pormenorizada do paciente, ampliando o detalhamento do diagnóstico.

A exposição do paciente à radiação X é sempre uma preocupação do profissional. Desta forma, para a maioria dos casos, o diagnóstico ortodôntico pode continuar sendo realizado com base em exames radiográficos convencionais. Quando se faz necessária uma complementação diagnóstica com a solicitação da TCCB - como nos casos de dentes impactados, presença de reabsorções radiculares, planejamento cirúrgico, entre outros - a análise cefalométrica pode ser realizada sobre imagens reconstruídas e as demais projeções radiográficas necessárias obtidas a partir das reconstruções multiplanares, evitando novas exposições ao paciente.

### **Conclusões**

As reconstruções unilaterais a partir da TCCB apresentam semelhante reprodutibilidade das medidas cefalométricas e equivalente performance diagnóstica quando comparadas entre si, com reconstruções totais e com telerradiografias convencionais em pacientes clinicamente simétricos.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a equipe do Curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo apoio durante a realização desta pesquisa.

Este estudo teve apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil.

**Tabela 1.** Descrição dos 40 fatores cefalométricos analisados

Fatores Cefalométricos	Descrição
<b>Medidas Lineares (mm)</b>	
S-N	Comprimento anterior da base craniana
S-Ar	Extensão lateral da base craniana
Go-Ar	Altura do ramo mandibular
Go-Me	Comprimento do corpo mandibular
S-Go	Altura facial posterior
N-Me	Altura facial anterior
/1-NPog	Posição do incisivo inferior em relação à linha Násio-Pogônio
A-(V-T)*	Posição da maxila em relação à linha V-T
DC (Vigorito)	Discrepância Cefalométrica de Vigorito
/1-Orb	Distância do ponto Orbital ao longo eixo do incisivo superior
H-Nariz	Projeção do nariz em relação à linha de Holdaway
1/-NA	Posição do incisivo superior em relação à maxila
/1-NB	Posição do incisivo inferior em relação à mandíbula
Pog-NB	Distância entre o ponto Pogônio e a linha Násio-Ponto B
Iii-(V-T)*	Inclinação do incisivo inferior em relação à linha V-T
<b>Medidas Angulares (°)</b>	
(S-N).Ar	Ângulo sela
(S-Ar).Go	Ângulo articular
(Ar-Go).Me	Ângulo goníaco
(Ar-Go).N	Ângulo goníaco superior
(Me-Go).N	Ângulo goníaco inferior
S-N.A	Posição da maxila em relação à base anterior do crânio
S-N.B	Posição da mandíbula em relação à base anterior do crânio
1/.NA	Inclinação do incisivo superior em relação à maxila
/1.NB	Inclinação do incisivo inferior em relação à mandíbula
1/.NS	Inclinação do incisivo superior em relação à base anterior do crânio
S-N.Ocl	Inclinação do Plano Oclusal em relação à base anterior do crânio
H.(N-B)	Perfil de tecido mole da face
(S-N).(Go-Me)	Inclinação do Plano Mandibular em relação à base anterior do crânio
FMIA	Ângulo formado pelo longo eixo do incisivo inferior com o Plano de Frankfurt
FMA	Ângulo formado pelo Plano Mandibular com o Plano de Frankfurt
1/.1	Ângulo interincisal
IMPA	Ângulo formado pelo longo eixo do incisivo inferior com o Plano Mandibular
(N-Pog).(Po-Orb)	Ângulo facial
N-A.Pog	Ângulo de convexidade facial
A-N.B	Posição relativa da maxila em relação à mandíbula
S-N.Gn	Eixo de crescimento facial
(Go-Me).(V-T)*	Inclinação do Plano Mandibular em relação à linha V-T
F.(V-T)	Inclinação do Plano de Frankfurt em relação à linha V-T
(Go-Gn).Ocl	Inclinação do Plano Oclusal em relação ao Plano Mandibular
H.(V-T)*	Ângulo formado entre a linha de Holdway e a linha V-T

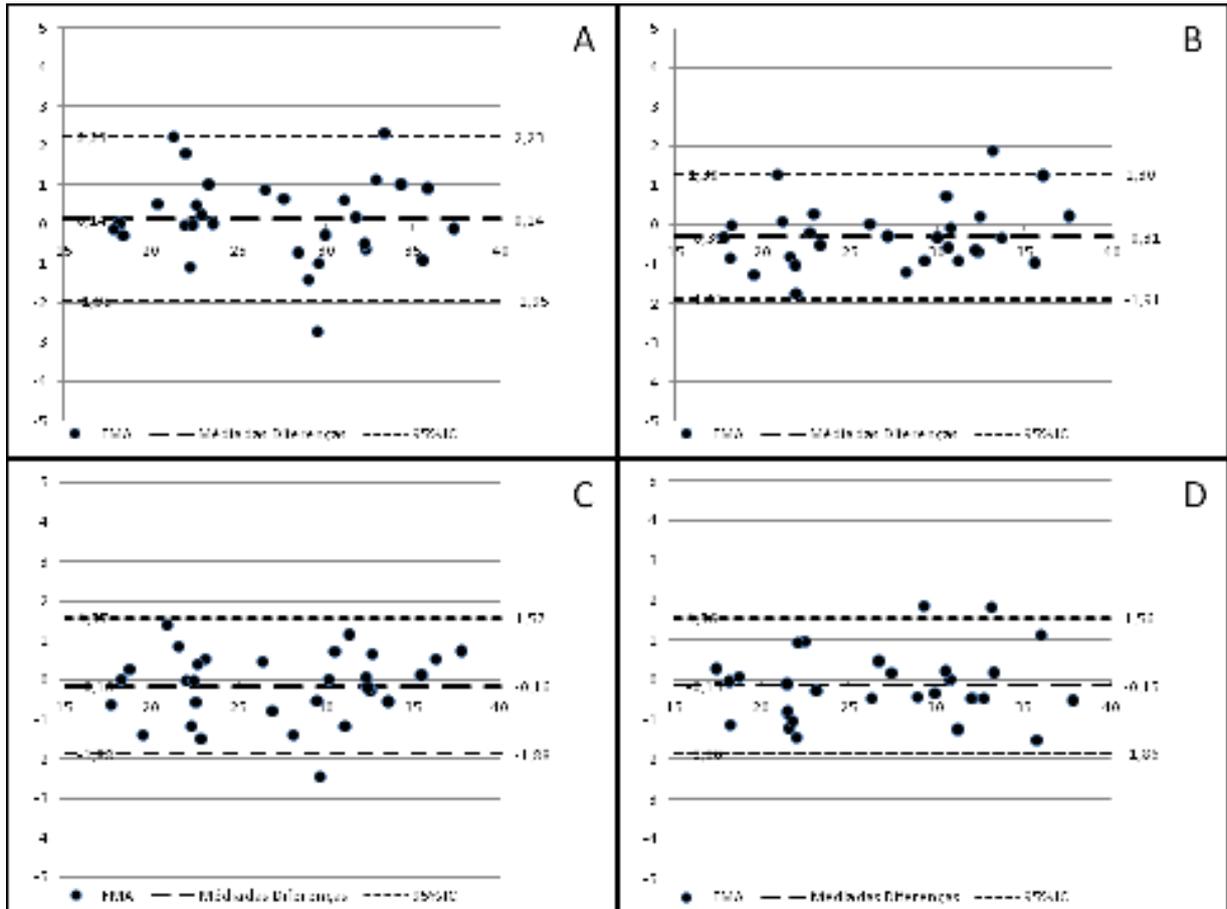
\* Linha V-T indica o longo eixo da sínfise mandibular

**Tabela 2.** Reprodutibilidade dos fatores lineares e angulares obtidos nos cefalogramas realizados nas 4 imagens.

Fatores Cefalométricos	Telerradiografia Convencional	Reconstrução TCCB Total	Reconstrução TCCB Direita	Reconstrução TCCB Esquerda
Medidas Lineares (mm)				
S-N	0,991	0,993	0,990	0,993
S-Ar	0,993	0,960	0,993	0,853
Go-Ar	0,967	0,969	0,994	0,993
Go-Me	0,990	0,985	0,995	0,994
S-Go	0,991	0,990	0,999	0,997
N-Me	0,995	0,994	0,996	0,990
/1.NPog	0,995	0,998	0,999	0,993
A-(V-T)	0,965	0,979	0,901	0,964
DC (Vigorito)	0,984	0,984	0,966	0,991
/1-Orb	0,971	0,914	0,946	0,895
H-Nariz	0,988	0,993	0,988	0,994
1/-NA	0,951	0,906	0,754	0,984
/1-NB	0,993	0,995	0,997	0,985
Pog-NB	0,970	0,959	0,966	0,996
Iii-(V-T)	0,960	0,925	0,943	0,914
Medidas Angulares (°)				
(S-N).Ar	0,971	0,924	0,947	0,965
(S-Ar).Go	0,973	0,958	0,966	0,982
(Ar-Go).Me	0,981	0,982	0,989	0,997
(Ar-Go).N	0,983	0,974	0,981	0,987
(Me-Go).N	0,976	0,990	0,996	0,996
S-N.A	0,972	0,946	0,915	0,969
S-N.B	0,991	0,988	0,985	0,978
1/.NA	0,946	0,947	0,963	0,973
/1.NB	0,977	0,936	0,953	0,948
1/.NS	0,992	0,968	0,975	0,979
S-N.Ocl	0,995	0,984	0,982	0,971
H.(N-B)	0,986	0,994	0,994	0,992
(S-N).(Go-Me)	0,972	0,982	0,987	0,989
FMIA	0,976	0,953	0,945	0,953
FMA	0,937	0,982	0,984	0,988
1/.1	0,737	0,977	0,970	0,961
IMPA	0,926	0,955	0,955	0,954
(N-Pog). (Po-Orb)	0,993	0,995	0,910	0,987
N-A.Pog	0,980	0,971	0,951	0,996
A-N.B	0,969	0,970	0,949	0,998
S-N.Gn	0,983	0,990	0,978	0,975
(Go-Me).(V-T)	0,978	0,963	0,932	0,916
F.(V-T)	0,988	0,983	0,978	0,971
(Go-Gn).Ocl	0,978	0,980	0,982	0,985
H.(V-T)	0,854	0,898	0,966	0,944

**Tabela 3.** Média das diferenças e 95% IC das medidas lineares e angulares da comparação entre os quatro cefalogramas realizada pelo método de Bland-Altman.

Fatores Cefalométricos	Telerradiografia ↔ TCCB Total		Telerradiografia ↔ TCCB Direita		Telerradiografia ↔ TCCB Esquerda		TCCB Direita ↔ TCCB Esquerda	
	Média das Diferenças	95% IC	Média das Diferenças	95% IC	Média das Diferenças	95% IC	Média das Diferenças	95% IC
<b>Medidas Lineares (mm)</b>								
S-N	0,44	-1,89 a 2,78	0,35	-2,61 a 3,31	0,44	-2,19 a 3,06	-0,09	-2,25 a 2,08
S-Ar	0,13	-2,31 a 2,57	0,37	-1,73 a 2,46	0,37	-2,04 a 2,77	0,00	-2,39 a 2,40
Go-Ar	-0,72	-4,70 a 3,26	-0,98	-4,46 a 2,49	-0,90	-5,98 a 4,18	-0,08	-4,56 a 4,39
Go-Me	0,74	-5,47 a 6,94	0,64	-4,88 a 6,15	0,75	-6,64 a 8,14	-0,11	-5,16 a 4,94
S-Go	-0,99	-6,92 a 4,94	-0,23	-5,00 a 4,54	0,05	-5,75 a 5,86	-0,28	-5,27 a 4,70
N-Me	-0,36	-6,61 a 5,90	-0,53	-6,57 a 5,52	-0,26	-6,97 a 6,46	-0,27	-3,74 a 3,20
/I-NPog	-0,09	-2,41 a 2,23	-0,20	-2,23 a 1,83	-0,16	-2,35 a 2,03	-0,04	-1,10 a 1,02
A-(V-T)	0,43	-3,75 a 4,60	0,69	-4,43 a 5,80	0,78	-6,58 a 8,13	-0,09	-6,38 a 6,21
DC (Vigorito)	0,07	-1,64 a 1,78	0,29	-2,83 a 2,25	-0,07	-3,09 a 2,95	-0,22	-3,31 a 2,86
/I-Orb	-0,46	-7,04 a 6,13	0,86	-8,03 a 9,75	0,33	-6,79 a 7,44	0,54	-8,93 a 10,00
H-Nariz	-0,18	-1,59 a 1,24	-0,19	-1,91 a 1,54	-0,31	-1,85 a 1,24	0,12	-0,97 a 1,21
1/-NA	-0,34	-5,67 a 5,00	-0,68	-6,35 a 4,98	-0,60	-7,40 a 6,21	-0,09	-6,03 a 5,86
/I-NB	-0,01	-2,26 a 2,24	-0,01	-2,21 a 2,18	0,04	-2,43 a 2,51	-0,06	-1,45 a 1,33
Pog-NB	-0,18	-1,06 a 0,69	-0,08	-1,00 a 0,83	-0,04	-0,84 a 0,76	-0,04	-0,87 a 0,79
Iii-(V-T)	0,08	-2,37 a 2,53	0,20	-2,40 a 2,81	0,53	-3,03 a 4,09	-0,33	-3,57 a 2,90
<b>Medidas Angulares (°)</b>								
(S-N).Ar	-0,38	-4,38 a 3,62	-0,95	-8,88 a 6,98	-0,20	-7,64 a 7,25	-0,75	-6,93 a 5,43
(S-Ar).Go	1,38	-7,12 a 9,88	2,13	-7,59 a 11,85	1,12	-10,49 a 12,73	1,01	-10,02 a 12,04
(Ar-Go).Me	0,16	-5,89 a 6,21	-0,64	-5,35 a 4,07	0,00	-8,04 a 8,04	-0,65	-8,10 a 6,81
(Ar-Go).N	0,70	-5,52 a 6,92	0,23	-4,35 a 4,81	0,65	-5,94 a 7,23	-0,42	-6,36 a 5,53
(Me-Go).N	-0,54	-4,68 a 3,61	-0,87	-4,66 a 2,92	-0,86	-5,86 a 4,13	-0,01	-3,28 a 3,26
S-N.A	-0,27	-5,66 a 5,12	0,40	-5,81 a 6,60	0,13	-5,53 a 5,79	-0,27	-6,23 a 5,69
S-N.B	-0,04	-3,53 a 3,46	0,23	-4,33 a 4,80	0,13	-4,81 a 5,07	0,10	-3,42 a 3,62
1/.NA	-1,15	-10,48 a 8,18	-0,18	-9,66 a 9,30	-0,61	-12,52 a 11,30	0,43	-12,65 a 13,51
/I.NB	-0,84	-7,15 a 5,47	-0,86	-5,99 a 4,27	0,03	-6,12 a 6,18	-0,89	-7,58 a 5,81
1/.NS	-0,87	-8,09 a 6,36	0,77	-9,64 a 11,19	0,02	-10,89 a 10,93	0,75	-11,25 a 12,75
S-N.Ocl	-0,23	-2,44 a 1,98	0,01	-3,95 a 3,98	-0,85	-6,60 a 4,89	0,86	-3,66 a 5,39
H.(N-B)	-0,66	-5,18 a 3,86	-0,37	-5,17 a 4,43	-0,33	-5,18 a 4,53	-0,04	-0,99 a 0,90
(S-N).(Go-Me)	0,19	-4,88 a 5,27	-0,53	-6,02 a 4,95	-0,60	-6,75 a 5,55	0,07	-4,82 a 4,96
FMIA	0,38	-4,24 a 5,00	1,11	-3,48 a 5,70	0,05	-6,00 a 6,11	1,06	-4,59 a 6,70
FMA	0,14	-1,95 a 2,23	-0,31	-1,91 a 1,30	-0,16	-1,88 a 1,57	0,87	-1,86 a 1,56
1/.1	2,88	-9,85 a 15,61	1,68	-9,37 a 12,73	1,19	-11,99 a 14,36	0,49	-12,85 a 13,84
IMPA	-1,25	-9,68 a 7,19	-1,07	-8,81 a 6,67	0,34	-7,67 a 8,35	-1,41	-8,42 a 5,61
(N-Pog).(Po-Orb)	0,01	-1,56 a 1,58	-0,33	-2,00 a 1,34	-0,03	-1,68 a 1,63	-0,30	-1,80 a 1,20
N-A.Pog	-0,41	-9,22 a 8,40	0,08	-9,75 a 9,90	-0,11	-11,33 a 11,12	0,18	-9,30 a 9,67
A-N.B	-0,22	-4,76 a 4,31	0,12	-4,85 a 5,08	0,21	-5,63 a 6,04	-0,09	-5,05 a 4,88
S-N.Gn	-0,22	-4,15 a 3,71	-0,54	-5,36 a 4,28	-0,38	-5,66 a 4,91	-0,16	-3,63 a 3,31
(Go-Me).(V-T)	-0,35	-4,58 a 3,88	-0,37	-6,08 a 5,35	-0,33	-6,06 a 5,40	-0,04	-5,31 a 5,24
F.(V-T)	-0,06	-1,34 a 1,22	0,18	-0,99 a 1,35	0,57	-0,90 a 1,32	0,59	-1,18 a 1,12
(Go-Gn).Ocl	0,07	1,87 a 2,01	-0,21	-3,16 a 2,74	0,32	-1,87 a 2,52	-0,54	-2,90 a 1,82
H.(V-T)	-0,47	-6,63 a 5,69	-0,71	-8,53 a 7,10	-0,17	-8,27 a 7,93	-0,54	-6,24 a 5,15



**Figura 1.** Gráfico de Bland–Altman para o fator FMA. **A**, Telerradiografia convencional e reconstrução TCCB total. **B**, Telerradiografia convencional e reconstrução TCCB direita. **C**, Telerradiografia convencional e reconstrução TCCB esquerda. **D**, Reconstrução TCCB direita e reconstrução TCCB esquerda.

---

**Referências**

1. Stabrun AE, Danielsen K. Precision in cephalometric landmark identification. *European Journal of Orthodontics* 1982;4:185-96.
2. Tng TT, Chan TC, Hagg U, Cooke MS. Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. *European Journal of Orthodontics* 1994;16:110-20.
3. Kamoen A, Dermaut L, Verbeeck R. The clinical significance of error measurement in the interpretation of treatment results. *European Journal of Orthodontics* 2001;23:569-78.
4. Richardson A. An investigation into the reproducibility of some points, planes, and lines used in cephalometric analysis. *American Journal of Orthodontics* 1966;52:637-51.
5. Silveira HL, Silveira HE, Dalla-Bona RR, Abdala DD, Bertoldi RF, von Wangenheim A. Software system for calibrating examiners in cephalometric point identification. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009;135:400-5.
6. Silveira HL, Silveira HE. Reproducibility of cephalometric measurements made by three radiology clinics. *Angle Orthodontist* 2006;76:394-9.
7. Lau PY, Cooke MS, Hagg U. Effect of training and experience on cephalometric measurement errors on surgical patients. *International Journal of Adult Orthodontics & Orthognathic Surgery* 1997;12:204-13.
8. Kragsskov J, Bosch C, Gyldensted C, Sindet-Pedersen S. Comparison of the reliability of craniofacial anatomic landmarks based on cephalometric radiographs and three-dimensional CT scans. *Cleft Palate Craniofacial Journal* 1997;34:111-6.
9. Togashi K, Kitaura H, Yonetsu K, Yoshida N, Nakamura T. Three-dimensional cephalometry using helical computer tomography: measurement error caused by head inclination. *Angle Orthodontist* 2002;72:513-20.
10. Swennen GR, Schutyser F, Barth EL, De Groeve P, De Mey A. A new method of 3-D cephalometry Part I: the anatomic Cartesian 3-D reference system. *Journal of Craniofacial Surgery* 2006;17:314-25.
11. Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006;130:410-6.

12. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal of the Canadian Dental Association* 2006;72:75-80.
13. 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. *European Radiology* 1998;8:1558-64.
14. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofacial Radiology* 2003;32:229-34.
15. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2003;96:508-13.
16. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofacial Radiology* 2004;33:83-6.
17. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofacial Radiology* 2002;31:126-30.
18. Nakagawa Y, Kobayashi K, Ishii H, Mishima A, Ishii H, Asada K et al. Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2002;31:322-6.
19. Sato S, Arai Y, Shinoda K, Ito K. Clinical application of a new cone-beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants: case reports. *Quintessence International* 2004;35:525-8.
20. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H, Sr. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthodontist* 2005;75:895-903.
21. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS et al. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007;132:429-38.

- 
22. Neugebauer J, Shirani R, Mischkowski RA, Ritter L, Scheer M, Keeve E et al. Comparison of cone-beam volumetric imaging and combined plain radiographs for localization of the mandibular canal before removal of impacted lower third molars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2008;105:633-42; discussion 43.
  23. Liedke GS, da Silveira HE, da Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *Journal of Endodontics* 2009;35:233-5.
  24. Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res* 2003;6 Suppl 1:95-101; discussion 79-82.
  25. Baumrind S, Carlson S, Beers A, Curry S, Norris K, Boyd RL. Using three-dimensional imaging to assess treatment outcomes in orthodontics: a progress report from the University of the Pacific. *Orthodontics & craniofacial research* 2003;6 Suppl 1:132-42.
  26. Kim SH, Choi YS, Hwang EH, Chung KR, Kook YA, Nelson G. Surgical positioning of orthodontic mini-implants with guides fabricated on models replicated with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007;131:S82-9.
  27. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology* 2007;36:263-9.
  28. 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. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007;132:550-60.
  29. van Vlijmen OJ, Berge SJ, Swennen GR, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2009;67:92-7.
  30. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshoj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008;134:798-802.

- 
31. Gibbs SJ. Effective dose equivalent and effective dose: comparison for common projections in oral and maxillofacial radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2000;90:538-45.
  32. Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Australian Orthodontic Journal* 2003;19:67-75.
  33. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *European Journal of Radiology* 2005;56:413-7.
  34. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial Radiology* 2006;35:219-26.
  35. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006;130:257-65.
  36. Kumar V, Ludlow J, Soares Cevidanes LH, Mol A. In Vivo Comparison of Conventional and Cone Beam CT Synthesized Cephalograms. *Angle Orthodontist* 2008;78:873-9.
  37. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
  38. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005;128:803-11.
  39. de Oliveira AE, Cevidanes LH, Phillips C, Motta A, Burke B, Tyndall D. Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:256-65.
  40. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod* 2009;79:150-7.

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recente tecnologia da TCCB foi especialmente desenvolvida para uso na Odontologia e os profissionais rapidamente adotaram-na como modalidade de imagem para diversas situações clínicas. Paralelamente, diversos estudos foram realizados com o objetivo de verificar cientificamente a precisão e aplicabilidade da TCCB, comparando os achados com métodos radiográficos convencionais e com a TCFB.

Em relação à análise cefalométrica, pesquisas anteriores verificaram a precisão das medidas cefalométricas em imagens reconstruídas da TCCB, confrontando com aquelas realizadas sobre telerradiografias convencionais. Contudo, estas utilizaram o volume total da face do paciente na reconstrução tomográfica, obtendo uma imagem que se assemelha em muito a da telerradiografia convencional. Este estudo, empregando os recursos de interação com os dados armazenados disponibilizados pelo *software*, eliminou a sobreposição de um dos lados da face, diminuindo os efeitos de adição sobre a imagem, comparando os resultados das medidas com o lado oposto, a reconstrução total e a telerradiografia convencional. Os resultados dos testes empregados demonstraram a equivalência das medidas entre os exames avaliados

Desta forma, fica evidenciado que a performance do examinador calibrado independe do método de aquisição da imagem. Assim, nos casos de menor complexidade, ou seja, sem a presença de assimetrias faciais importantes, o diagnóstico cefalométrico baseado na telerradiografia convencional continua sendo indicado e oportuno.

Por outro lado, nos casos mais complexos - nos quais se verificam a presença de dentes retidos, reabsorções radiculares ou presença de outras alterações que necessitem de uma investigação mais detalhada - a TCCB torna-se o exame de escolha, tendo em vista os recursos digitais para visualização das imagens, a menor dose de radiação a que o paciente é submetido (em comparação com a TCFB) e vantagens como custo e disponibilidade do aparelho. Para os pacientes assimétricos, a utilização das reconstruções unilaterais da face na realização da análise cefalométrica pode proporcionar uma avaliação mais precisa e completa das relações dentomaxilofaciais.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e discutidos neste estudo pode-se concluir que, para os pacientes clinicamente simétricos, as telerradiografias convencionais e as imagens reconstruídas a partir da TCCB - totais ou unilaterais - apresentam performance equivalente no resultado da análise cefalométrica. Da mesma forma, todas as imagens oferecem igual reprodutibilidade para o exame quando o mesmo é realizado por examinador calibrado.