

El uso de la tomografía computarizada de haz volumétrico en odontología

The use of cone beam computed tomography in dentistry

Thiago de Santana Santos¹, Ronaldo de Carvalho Raimundo², Amanda Rocio Milagros Arias Guillén³, Emanuel Dias de Oliveira e Silva⁴, Marco Frazão⁵, Ana Cláudia Amorim Gomes⁶

¹Estudiante del Master de Cirugía y Traumatología Buco-Máxilo-Facial, Facultad de Odontología de Pernambuco (FOP / UPE).

²Aluno el Doctorado en Cirugía y Traumatología Buco-Máxilo-Facial, Facultad de Odontología de Pernambuco (FOP / UPE).

³Estudiante de la especialización en Cirugía y Traumatología Buco-Máxilo-Facial, Facultad de Odontología de Pernambuco (FOP / UPE).

⁴Jefe de Residencia en Cirugía y Traumatología Buco-Máxilo-Facial, Hospital Universitario Oswaldo Cruz, Universidad de Pernambuco (HUOC / UPE).

⁵Profesor de la Disciplina de Radiología oral, Universidad Federal de Pernambuco (UFPE).

⁶Doctor en Cirugía y Traumatología Buco-maxilo-facial Oodontologia de la Facultad de Pernambuco (FOP / UPE) y el profesor, la disciplina de Cirugía y Traumatología Buco-Máxilo-Facial - FOP / UPE.

DESCRITORES:

Tomografía, Diagnóstico por imagen, Tomografía computarizada de feixe cônico

RESUMO

Há alguns anos, foi desenvolvida uma nova tecnologia em Radiologia Odontológica, chamado de "Tomografia computadorizada de feixe volumétrico", trazendo muitas vantagens sobre tomografia convencional e médica, o que resultou em mudanças em relação aos atuais métodos de diagnóstico, com auxílio na determinação correta das estruturas de tomografia o osso do maxilar, evitando as distorções encontradas no exame radiográfico panorâmico. Existem diversas especialidades odontológicas que podem empregar esse exame de imagem, especialmente as áreas de cirurgia e traumatologia buco-maxilo-facial, patologia oral, ortodontia, periodontia e endodontia. Estudos recentes têm demonstrado a importância deste tipo de Tomografia Computadorizada para aumentar a capacidade de diagnóstico por imagem, com um poder maior de resolução e menos artefatos na imagem gerada. Portanto, o objetivo deste trabalho é informar o leitor sobre a tomografia computadorizada de feixe volumétrico, enfatizando o desenvolvimento deste tipo de exame de imagem adicional em Odontologia hoje.

Keywords:

Tomography, Diagnostic Imaging, Cone-Beam Computed Tomography

Abstract

A few years ago, has developed a new technology in Dental Radiology, called "Beam Computed Tomography Volumetric, bringing many advantages over conventional tomography and medical, resulting in changes in relation to current diagnostic methods, helping in the correct determination of the topographic structures of the jaw bone and avoid the distortions found in panoramic radiographic examination. There are several specialties that can be used in dentistry, being employed mainly in the areas of oral and maxilla-facial surgery, oral pathology, orthodontics, periodontics and endodontics. Recent studies have demonstrated the importance of this type of Computed Tomography to increase the capacity of diagnosis by imaging, with a power greater resolution and less artifacts in the image generated. Therefore, the objective of this work is to inform the reader about the computed tomography beam volume, emphasizing the development of this type of additional imaging examination in Dentistry today.

303

Endereço para correspondência:

Faculdade de Odontologia de Pernambuco – FOP/UPE

Avenida General Newton Cavalcanti, 1650. Bairro: Tabatinga, Código postal: 54753-220 Camaragibe – Pernambuco, Brasil.

Telefone: +55 81 87121279

E-mail: thiago.ctbmf@yahoo.com.br

INTRODUCCIÓN

La Odontología esta pasando por un período de cambios tecnológicos cada vez mas intensos. Esas innovaciones de tecnología van desde el desenvolvimiento de recientes métodos de diagnóstico hasta nuevas modalidades de tratamiento. Ese proceso evolutivo se debe principalmente a la tecnología digital que tiene permitido grandes avances en las búsquedas y disponibilidad de exámenes por imagen con mayor especificidad y sensibilidad.¹

Todo cirujano-dentista debe, de esa forma, tener conocimiento suficiente actualizado acerca de los exámenes disponibles para indicarlos correctamente y así realizar un diagnóstico y plan de tratamiento con precisión.²

Hace algunos años, fue desarrollada una nueva tecnología en Radiología Odontológica, denominada de "Tomografía Computarizada de Haz Volumétrico" trayendo diversas ventajas sobre los tomógrafos médicos y convencionales e implicando cambios en relación a los actuales medios de diagnóstico, ayudando en la correcta determinación de la tomografía del canal mandibular y evitando las distorsiones encontradas en el examen radiográfico panorámico.³

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es informar sobre tomografía convencional y computarizada, enfatizando la evolución de esta modalidad de examen complementario en Odontología.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

La palabra "tomografía" es formada por la unión de dos términos griegos "tomos" y "graphos" que significan, respectivamente, "partes" y "registro". De esa forma, la tomografía consiste en la obtención de imágenes del cuerpo en partes o cortes. Es una técnica especializada que registra de manera clara objetos localizados dentro de un determinado plano y permite la observación de una región con poca o ninguna superposición de estructuras.⁴

De manera general, las tomografías pueden ser clasificadas en dos tipos: tomografía convencional y tomografía computadorizada. Esta última puede ser aun subdividida de acuerdo con el formato del haz de rayos-x utilizando: tomografía computadorizada tradicional de haz en rango (fan beam) y tomografía computadorizada volumétrica de haz volumétrico (cone beam).^{5,6}

La tomografía computadorizada de haz volumétrico utiliza una tecnología innovadora en la adquisición de imagen – el haz cónico de rayos-x. Este permite que la imagen sea adquirida como un volumen y no como un plano, como ocurre en la tomografía computadorizada medica.⁷

El advenimiento de la tomografía computadorizada de haz volumétrico representa el desenvolvimiento de un tomógrafo relativamente pequeño y de menor costo, especialmente indicado para la región dentomaxilofacial. El desenvolvimiento de esta nueva tecnología esta proporcionando a la Odontología la reproducción de la imagen tridimensional de los tejidos mineralizados maxilofaciales, con mínima distorsión y dosis de radiación significativamente reducida en comparación a la tomografía computadorizada tradicional.⁵

Los dos tipos de exámenes tomográficos computadorizados permiten la obtención de imágenes en cortes de la región dentomaxilofacial, por tanto la única característica que presenta en común se refiere a la utilización de rayos-x. Pues, la ingeniería y las dimensiones del equipo el principio por el cual se obtiene y se procesan las imágenes a dosis de radiación y el costo del equipo son completamente distintos entre esas dos modalidades.⁵

Los primeros relatos literarios sobre la tomografía computadorizada de haz volumétrico para el uso en la Odontología ocurrieron muy recientemente, al final de la década de noventa. El pionero de esta nueva tecnología corresponde al italiano Mozzo y col.⁸, de la universidad de Verona, que en 1998 presentaron los resultados preliminares de un "nuevo equipo de tomografía computadorizada volumétrica para imágenes odontológicas basado en la técnica de haz en forma de cono (cone-beam technique)", bautizado como New Tom-900. Reportaron una alta precisión de las imágenes así como una dosis de radiación equivalente a 1/6 de liberalidad por la tomografía computadorizada tradicional.⁸

Previamente, la técnica del haz volumétrico ya era utilizada para propósitos distintos: radioterapia, imágenes vasculares y microtomografía de pequeños especímenes con aplicación biomédica o industrial.⁸

En 1999, un grupo formado de profesores japoneses y finlandeses de radiología odontológica presentaron otro equipo con tecnología y recursos muy semejantes al tomógrafo italiano. Denominado OR THO-CT, el tomógrafo consistía del equipo convencional de radiografía panorámica finlandés, Scanora, con la película radiográfica sustituida por un intensificador de imagen (detector).⁸

Actualmente, el tomógrafo computadorizado de haz volumétrico odontológico viene siendo producido en Italia, Japón y Estados Unidos y esta comercialmente disponible en diversos países, inclusive en el Brasil. La tecnología fue perfeccionada a lo largo de los años a un costo accesible en comparación a

la tomografía computadorizada tradicional. Ya existen tomógrafos en centros especializados de Radiología Odontológica en algunas ciudades brasileras. Ortodontistas americanos, principalmente de la costa oeste, han adquirido el equipo para uso particular en el consultorio. En el Japón, la mayoría de facultades de Odontología ya tienen esta tecnología.⁶

La historia de la tomografía computadorizada de haz volumétrico si duda apunta para un escenario de imagen tridimensional que será utilizada mas amplia y rutinaria en la Odontología, siendo solamente cuestión de tiempo.⁶

En un comentario sobre el tema, el término utilizado en el trabajo de Neugebauer y col.⁹; Farman¹⁰ informan que diversos términos han sido empleados para describir la técnica de la tomografía computadorizada de haz volumétrico incluyendo: tomografía computadorizada de haz cónico, tomografía volumétrica dental, imagen volumétrica del haz cónico y tomografía computadorizada dental.

El termino mas frecuentemente utilizado es "tomografía computadorizada de haz cónico". Los términos que utilizan la palabra "dental" son equivocados, porque la tomografía computadorizada de haz volumétrico no es limitada apenas para la Odontología, siendo originalmente utilizada por la Siemens desde inicio de 1980 para la angiografía.¹⁰

Aun según el autor, el utilizar el termino "haz cónico" también no es lo ideal una vez que el enfoque del haz central de rayos-x pueda ser orientada de diferentes formas, incluso sin obtener un gran volumen de área. En la tomografía computadorizada de haz volumétrico, el resultado diferente de generaciones de tomógrafos anteriores es un haz orientado de forma "piramidal", adquiriendo mayor volumen de área. Por lo tanto, según el autor, probablemente el termino mas preciso a ser utilizado es "tomografía computadorizada de haz volumétrico".¹⁰

El equipo de tomografía computadorizada de haz volumétrico es muy compacto y se asemeja al aparato de radiografía panorámica. Generalmente el paciente es posicionado sentado, mas en algunos aparatos, se acomoda al paciente acostado.⁵

Presenta dos componentes principales, posicionados en extremos opuestos de la cabeza del paciente: la fuente o tubo de rayos-x, que emite un haz en forma de cono, y un detector de rayos-x. El sistema tubo-detector realiza solamente un giro de 360 grados en torno a la cabeza del paciente y a cada determinado grado de giro (generalmente a cada 1 grado), el equipo adquiere una imagen base de la cabeza del paciente, muy semejante a una telerradiografía, bajo diferentes ángulos o perspectivas.^{5,11}

Así pues, al contrario de la Tomografía Computarizada Tradicional, que necesita de tantas vueltas cuanto fuesen las espesuras del corte y tamaño de la estructura, resultando la mayor exposición del paciente a la radiación.⁴ La tomografía computadorizada de haz volumétrico, debido a su haz de rayos-x en forma de abanico, necesita apenas de un giro alrededor de la área de interés para obtener las informaciones necesarias para la reconstrucción de las imagen.⁷

Al termino del examen, esa secuencia de imágenes base (raw data) es reconstruida para generar la imagen volumétrica en 3D, por medio de un software específico o un sofisticado programa de algoritmos, instalado en un computador convencional acoplado al tomógrafo. El tiempo de examen puede variar de 10 a 70 segundos (una vuelta completa del sistema), pero el tiempo efectivo de exposición a los rayos x es menor, variando de 3 a 6 segundos.⁷

Una gran ventaja de la tomografía computadorizada odontológica es como que los programas que ejecutan la reconstrucción computadorizada de las imágenes pueden ser instalados en computadoras convencionales, y no necesitan de un WORKSTATION como la tomografía computadorizada tradicional,

a pesar de ambas ser almacenadas en el idioma Dicom (Digital imaging and communication in Medicine).⁶

De esta manera, si el profesional pondría en software específico instalado en su computador personal, estaría apto a manipular las imágenes tridimensionales, según su comodidad, así como la muestra el tiempo real con los pacientes. Las imágenes de mayor interés aun pueden ser impresas y almacenadas en el prontuario, como parte de la documentación.⁶

Los programas de tomografía computadorizada de haz volumétrico, igual que la tomografía computadorizada tradicional, permite la reconstrucción multiplanar del volumen escaneado, o sea, la visualización de las imágenes axiales, coronales, sagitales y oblicuas, así como la reconstrucción en 3D. Adicionalmente, el programa permite generar imágenes bidimensionales, réplicas de las radiografías convencionales utilizadas en la Odontología, como la panorámica y las telerradiografías en norma lateral y frontal, función denominada reconstrucción multiplanar en volumen, que constituye otra importante ventaja de la tomografía computadorizada de haz volumétrico.⁵

Los cortes axiales son seleccionados por el operador en una visión lateral de la cabeza, semejante al scout, y son consideradas reconstrucciones primarias o directas. Cada corte contiguo puede presentar una espesura mínima inferior a 1 milímetro. A partir del corte axial, se obtiene las reconstrucciones secundarias, incluyendo las reconstrucciones coronales, sagitales, los cortes perpendiculares al contorno de los arcos dentarios (o toradales o trans-axiales), las reconstrucciones en 3D y las imágenes convencionales bidimensionales. Sobre todas esas imágenes, el software aun permite la realización de mediciones digitales lineares y angulares, así como el color de las estructuras de interés, como por ejemplo, el canal mandibular.⁶

De acuerdo con Suomalain y col.¹², el plano de las imágenes obtenidas es perpendicular (o togonal) a la curvatura del arco dental.

El volumen total de área escaneada presenta un formato cilíndrico, de tamaño variable, de acuerdo con la marca del equipo, y se compone unitariamente por el voxel. En la tomografía computadorizada de haz volumétrico, el voxel es llamado de isométrico, o sea, presenta altura, anchura y profundidad de iguales dimensiones.⁷

Cada lado del voxel presenta dimensiones submilimétrica (menor que 1 milímetro, generalmente de 0,119 a 0,4 milímetros) y, por tanto, la imagen de tomografía computadorizada presenta muy buena resolución. Por esta razón, los pocos estudios en el área de validez de la tomografía volumétrica computadorizada para análisis cualitativo y cuantitativo mostraron una alta precisión de la imagen, además de una buena nitidez.^{8,13,14}

Para Ziegler y col.¹⁵, en la época de su estudio, la imagen producida por la tomografía computadorizada de haz volumétrico era en lo mínimo equivalente al tradicional.

Según Park y col.¹⁶, la imagen producida por la tomografía computadorizada de haz volumétrico tiene alta definición y es superior a la de la tomografía computadorizada helicoidal.

Los artefactos producidos por restauraciones metálicas son menos significantes que en la tomografía computadorizada tradicional.¹⁷

Para Eggers y col.¹⁸, esa propiedad de producir imágenes considerablemente libres de artefactos metálicos es la principal ventaja de la tomografía computadorizada de haz volumétrico para localización de los cuerpos extraños metálicos.

La tomografía de haz volumétrico trajo como ventajas, la producción de menos artefactos y así la posibilidad de evitar exámenes más invasivos, como angiografía, una vez que los artefactos producidos, por ejemplo, por proyectiles de arma de fuego, que tornaban imposibles, muchas veces, al análisis

de algunas áreas anatómicas en las que se encontraban.¹⁷

En la tomografía de haz volumétrico hay una reducción de tamaño del área irradiada por el enfoque del haz primario de rayos-x para el área de interés, de ese modo, llevando a la disminución de la dosis de radiación.⁵

La dosis de radiación efectiva de la tomografía computadorizada odontológica varía de acuerdo con la marca comercial del equipo y con las especificaciones técnicas seleccionadas durante la toma (campo de visión, tiempo de exposición, milliamperaje y kilovoltaje).¹⁹ Sin embargo, de un modo general, se muestra significativamente reducida en comparación a la tomografía computadorizada tradicional.^{5,8,12,13,15}

En comparación a las radiografías convencionales, la dosis de radiación de la tomografía computadorizada de haz volumétrica se presenta similar al del examen periapical de toda la boca o equivale aproximadamente 4 a 15 veces la dosis de una radiografía panorámica.⁵

Para Cohen y col.²⁰, la dosis de radiación efectiva de la tomografía computadorizada de haz volumétrico es de 15 a 74 veces mayor que la radiografía panorámica. Ya Kobayashi y col.¹³, informaron una dosis de radiación de la tomografía computadorizada de haz volumétrico de 3 a 10 veces mayor que la radiografía panorámica.

Por otro lado, en comparación a una tomografía convencional, el potencial del examen de tomografía computadorizada en el suministro de información es mucho mayor. Además, con un examen de tomografía computadorizada del haz volumétrico, el profesional puede obtener reconstrucciones de todas las tomadas radiográficas convencionales odontológicas (panorámica, PA, telerradiografía en norma lateral, periapical, bite-wings y oclusales) se agregan a las informaciones impares proporcionadas por las reconstrucciones multiplanares y en 3D. La imagen puede también ser enviada para el prototipo, obteniéndose un modelo de la región escaneada en material siliconado.⁶

Son diversas las áreas de la odontología que la tomografía computadorizada de haz volumétrico ha sido empleada – Implantología, Periodoncia, Endodoncia, Cirugía y Traumatología Bucal-Maxilo-Facial y Ortodoncia. 6 Las aplicaciones en las diversas especialidades odontológicas pueden ser:¹⁵

- Implantología – para la evaluación de la morfolo-gía, cantidad y calidad ósea;
- Periodoncia – para verificar la fenestración ósea, altura de la cresta ósea alveolar y la lesión de furca;
- Endodoncia – para verificar canales accesorios y fracturas radiculares;
- Cirugía y Traumatología Bucal-Maxilo-Facial – para evaluar fracturas, dientes incluidos y patologías de los maxilares.

La imagen cefalométrica bidimensional puede ser obtenida de tres maneras distintas a partir del examen de tomografía computadorizada de haz volumétrico: por el uso de Scout (primera imagen obtenida con la tomografía computadorizada semejante a la telerradiografía lateral y es utilizada para verificar el posicionamiento de la cabeza del paciente); por el uso de la imagen base, tomada lateralmente de la cabeza del paciente, que muestra menos distorsión entre los lados derecho e izquierdo; o por la manipulación de los datos volumétricos, sobre todos los cortes sagitales generados y obteniendo un único corte sagital más espeso.⁷

El segundo recurso también es utilizado para generar la toma postero-anterior de la face (PA), y el tercer recurso puede ser implementado para la reconstrucción del PA así como de la imagen panorámica convencional. Tales imágenes bidimensionales pueden ser transportadas para programas que ejecutan mediciones cefalométricas.⁵

De acuerdo con Farman¹⁰, ha y apenas una diferencia

entra la imagen cefalométrica proveniente de la tomografía computadorizada y la telerradiografía en norma lateral convencional. Diferente de la segunda, que muestra una buena ampliación del lado del paciente y por el cual entra el haz de rayos-X (convencionalmente el lado derecho), la primera se muestra ortogonal, con igual dimensión en los lados izquierdo y derecho del paciente, lo que puede significar mayor precisión de las mediciones.

DISCUSIÓN

El empleo de tomografías computadorizadas de haz volumétrico como herramienta para realizar de estudios morfológicos y morfométricos de la mandíbula se debe a las ventajas que ese tipo de examen de imagen presenta. La observación de una región extensa del arco mandibular, incluyendo áreas y estructuras anatómicas adyacentes al canal mandibular permiten un análisis preciso de su trayecto y sus relaciones con puntos anatómicos de referencia.^{1,6,13,17}

La superioridad de la calidad de imagen de la tomografía computadorizada de haz volumétrico. El término más empleado en la literatura y tomografía computadorizada de haz cónico, a expensas de otros: tomografía volumétrica dental, imagen volumétrica de haz cónico, tomografía computadorizada dental y tomografía de haz volumétrico.^{9,10} Se nota, inclusive la miscelánea de los términos y este hecho dificulta, muchas veces, la búsqueda en base de datos científicos sobre estudios con ese tipo de tomografía computadorizada. El presente trabajo utilizó apenas la denominación "tomografía computadorizada de haz volumétrico" por ser el más apropiado de acuerdo con Farman y debido al hecho de la diferencia básica en la adquisición de la imagen al ser un haz de rayos-x orientado de forma piramidal adquiriendo un mayor volumen de área que la tomografía computadorizada helicoidal.¹⁰

La dosis de radiación efectiva de la tomografía computadorizada de haz volumétrico es menor que la tomografía computadorizada tradicional.^{1,12} Sin embargo, varía en la literatura a la cantidad de veces que es mayor que una radiografía panorámica, una vez que para Cohnen y col.²⁰ fue de 4 a 15 veces. Esta discrepancia de resultados tal vez se deba parcialmente, según Ludlow y col.¹⁹, la variación de las dosis de radiación con la marca comercial del equipo y con las especificaciones técnicas seleccionadas durante la toma.

La superioridad de calidad de imagen de la tomografía computadorizada de haz volumétrico es indiscutible en la literatura, pues posibilita la diferenciación entre las estructuras dentarias y genera menos artefactos de estructuras metálicas.^{1,6,7}

CONSIDERACIONES FINALES

El conocimiento por parte del cirujano-dentista sobre la tomografía computadorizada debe ser amplio, ya que se aplica actualmente en diversas especialidades odontológicas con el advenimiento del haz volumétrico, mientras que todavía hay importancia de la tomografía computadorizada en algunas ocasiones tradicionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Santos TS, Cordeiro Neto JF, Raimundo RC, Frazão M, Gomes ACA. Relação Topográfica entre o Canal Mandibular e o Terceiro Molar Inferior em Tomografias de Feixe Volumétrico. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Facial*, 2009; 9:79-88.
2. Linden MSS, Magro ML, Carli JP, Cauduro R. *Multidisciplinaridade na Saúde Bucal*. 4 ed. Porto Alegre: Editora RGO; 2010.
3. 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.

4. Whaites E. *Princípios de Radiologia Odontológica*. 3 ed. São Paulo: Editora Artmed; 2003.
5. Scarfe WC, Farman A, Sukovic P. Clinical applications of Cone-Beam Computed Tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*, 2006; 72:75-80.
6. Garib DG, Raymundo Júnior R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Odontologia. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*, 2007; 12:139-56.
7. Araki K, Maki K, Seki K, Sakamaki K, Harata Y, Sakaino R, Okano T, Seo K. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRaye): system configuration and physical properties. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2004; 33:51-9.
8. 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.
9. Neugebauer J, Shirani R, Mischkowski RA, Ritter L, Scheer M, Keeve E, Zöller JE. 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.
10. Farman A. Reproducible precision does not necessarily mean validity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2006; 102:145-6.
11. Yamamoto R, Nakamura A, Ohno K, Michi K. Relationship of the mandibular canal to the lateral cortex of the mandibular ramus as a factor in the development of neurosensory disturbance after bilateral sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg*, 2002; 60:490-5.
12. Suomalainen A, Vehmas T, Kortensniemi N, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2008; 37:10-7.
13. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2004; 19:228-31.
14. Bissoli CF, Ágreda CG, Takeshita WM, Castilho JCM, Medici Filho E, Moraes MEL. Importancia y aplicaciones del sistema de tomografía computadorizada cone-beam (CBCT). *Acta Odontol Venez*, 2007; 45:1-8.
15. 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.
16. Park C-S, Kim K-D, Park H, Jeong H-G, Lee S-C. Characteristics of a new cone beam computed tomography. *Korean Journal of Oral and Maxillofacial Radiology*, 2007; 37: 205-9.
17. Stuehmer C, Essig H, Bormann KH, Majdani O, Gellrich NC, Rücker M. Cone beam CT imaging of air gun injuries to the craniomaxillofacial region. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2008; 37:903-6.
18. Eggers G, Mukhamadiev D, Hassfeld S. Detection of foreign bodies of the head with digital volume tomography. *Dentomaxillofac Radiol*, 2005; 34:74-9.
19. 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. *Dentomaxillofac Radiol*, 2006; 35:219-26.
20. Cohnen M, Kemper J, Möbes O, Pawelzik J, Mödder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol*, 2002; 12:634-7.

Recebido para publicação: 08/02/10
Aceito para publicação: 12/05/10