

UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ
Alessandra Lemos Martins

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA FAN BEAM: REVISÃO
COMPARATIVA NA ODONTOLOGIA

CURITIBA
2009

UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ
Alessandra Lemos Martins

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA FAN BEAM: REVISÃO
COMPARATIVA NA ODONTOLOGIA

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia da Universidade Tuiti do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia.
Orientadora Profa. MSc Ana Claudia Galvão de Aguiar Koubik

CURITIBA
2009

TERMO DE APROVAÇÃO
Alessandra Lemos Martins

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA FAN BEAN: REVISÃO
COMPARATIVA NA ODONTOLOGIA

Esta monografia foi julgada e aprovada pela banca examinadora para a obtenção do grau de Especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia da Universidade Tuiuti do Paraná.

Curitiba, 17 de Janeiro de 2009

Especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia da Universidade Tuiuti do Paraná

Prof. MSc Ana Claudia Galvão de Aguiar Koubik

Prof. Lígia Aracema Borsato

Prof. Paula de Moura

O Senhor é meu pastor; nada me faltará
Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a
águas tranqüilas,
Certamente que a bondade e o amor me seguirão todos os
dias da minha vida, e habitarei na casa do Senhor para
sempre.

Salmo 23

Dedico este trabalho ao meu marido Antonio Carlos e filhos Felipe e Gabriel, que acompanharam meus passos e abraçaram meus sonhos, expressando, na grandeza do sentimento e na sabedoria das palavras, amor, confiança, apoio e incentivo. Obrigada pelo colorido que acrescentam em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Antonio Carlos e meus filhos Felipe e Gabriel, minhas bênçãos de Deus, pela companhia, amor e alegrias compartilhadas dia-a-dia.

À minha mãe, irmã e irmão que mesmo morando longe, em orações estamos sempre próximos torcendo por mim.

Ao meu pai que cumpriu sua missão e me deu toda base para que eu seguisse minha vida.

À minha sogra pelo apoio e palavras de incentivo, estímulo e coragem.

À minha professora Paula De Moura, minha mentora, grata pelo incentivo e pela sua amizade

À professora Ana Claudia, minha querida orientadora e a Ligia pelo apoio empenho e atenção dada sempre prontamente.

À Maria pela sempre ajuda na clínica radiológica da Universidade Tuiuti do Paraná.

À Deus que me ajuda sempre.

RESUMO

A tomografia computadorizada é uma ferramenta de diagnóstico indispensável que proporciona imagens com alto padrão de qualidade e sem sobreposição de estruturas e distorções, porém sua utilização tem sido limitada, principalmente devido ao alto custo e à alta dose de radiação ao paciente. Um novo tipo de tomografia computadorizada, que utiliza o princípio do feixe cônico, foi desenvolvido para obtenção de imagens com alto padrão de qualidade, menor dose de radiação, menor custo e aplicação na Odontologia, uma vez que obtém imagens de áreas pequenas. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão comparativa entre a tomografia computadorizada médica (Fan Beam) e a tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone Beam) evidenciando qual método apresenta mais vantagens para o uso odontológico. Pode-se concluir que o avanço tecnológico, a redução da exposição à radiação e a ótima qualidade da imagem, apontam para uma utilização mais abrangente da tomografia computadorizada de feixe cônico na Odontologia .

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada, Cone Beam, Feixe cônico.

ABSTRACT

Computed tomography, a very important tool in medical diagnostical routine, has been used due to the high quality images it produces, without double images or distortions however its utilization has been restricted due to the high costs and the high levels of radiation that the patient is exposed. A modern type of computed tomography, that uses the cone beam was developed to obtain high quality images, less radiation exposition, less costs and odontology applications, because it can obtain images of small areas. The objective of this research is to compare the Computed tomography and Cone Beam Computed tomography. With as a result of technological advances, lower radiation dose and optimal image quality, the expectations point to a more wide utilization of cone beam computed tomography in Dentistry.

Key-words: Computed tomography. Cone beam,

SUMÁRIO

RESUMO	XII
ABSTRACT	XIII
1. Introdução	10
1.1. Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo geral:.....	11
1.1.2 Objetivos Específicos.....	11
2. Revisão de literatura	12
2.1 Histórico.....	12
2.2 Definição.....	15
2.3 Componentes do aparelho.....	17
2.4 Funcionamento do aparelho.....	20
2.5 Indicações.....	24
2.6 Vantagens e Desvantagens.....	28
3. Discussão	33
4. Conclusão	35
5. Referências Bibliográficas	36

1. Introdução

A radiologia presencia uma constante revolução, desde a descoberta dos raios X, novas tecnologias abrem outros horizontes. As radiografias periapicais, oclusais, panorâmicas e laterais, são extremamente utilizadas na Odontologia e possuem sua devida importância, porém não proporcionam recursos mais avançados como os obtidos por meio de uma tomografia computadorizada (TC) (HATCHER et al, 2003, LASCALA 2003, CAVALCANTI, 2004; KOBAYASHI et al., 2004).

A TC possibilita a visualização de imagens das áreas anatômicas de interesse sem sobreposição de outras estruturas, evitando assim, mensurações inexatas e também a camuflagem de detalhes anatômicos importantes (HATCHER; DIAL; MAYORGA, 2003; SATO et al., 2004).

Embora o uso da TC como uma ferramenta de diagnóstico tenha sido uma rotina indispensável na Medicina (ARAKI et al., 2004; TSIKLAKIS; SYRIOPOULOS; STAMATAKIS, 2004), sua aplicação na Odontologia foi limitada por várias razões, principalmente por problemas de artefatos metálicos e a demora na realização dos exames (LASCALA, 2003; LASCALA, PANELLA, MARQUES, 2004). Contudo, novos equipamentos, como os tomógrafos helicoidais, foram desenvolvidos com o objetivo de suprir essas falhas (CAVALCANTI, 2004), e novos *softwares* foram adaptados ao uso odontológico, porém os tomógrafos continuaram apresentando alta complexidade, alto custo e alta dose de radiação ao paciente (MOZZO et al., 1998; HASHIMOTO et al., 2003; TSIKLAKIS et al, 2004).

Recentemente, o aparecimento de uma nova tecnologia de tomografia computadorizada voltada especificamente para o estudo da cabeça, a tomografia computadorizada volumétrica de feixe cônico (CBCT), foi um grande passo no aprimoramento dos exames por tomografia na Odontologia, pois os melhoramentos propostos acrescentam qualidade à imagem, potencial diagnóstico, e também aumento do estudo, facilidade e interesse do clínico (HATCHER et al, 2003; LASCALA, 2003; ARAKI et al., 2004, LASCALA et al, 2004).

A CBCT pode ser aplicada nas diversas áreas da Odontologia, tais como: Implantodontia, Cirurgia Oral Menor, Traumatologia, Cirurgia Ortognática; Ortodontia, Odontopediatria, Pacientes Especiais, Oclusão e ATM pois além das imagens de cortes detalhados, com o uso de um software específico, permite reconstruções tridimensionais para prototipagem, análises cefalométricas, simulações cirúrgicas, trabalho em rede e, reestudo sem a necessidade da presença do paciente (APERIO SERVICES, 2005). É um exame radiográfico muito valioso para o diagnóstico, pois apresenta alto grau de resolução e detalhamento das imagens e, a utilização desse *software*, permite a reformatação de cortes axiais bidimensionais (2D) para estudo e planejamento, como também a reconstrução tridimensional (3D) (MOZZO et al., 1998).

Vários trabalhos mostram importantes indicações e aplicações para a CBTC, assim, o objetivo do presente estudo é comparar esta nova tecnologia que, certamente apresenta um marco na Odontologia contemporânea, com a TCM Fan Beam.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo geral:

Mostrar, de forma clara e objetiva por meio de revisão literária, um método inovador na área Odontológica, a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (Cone Beam) e a Tomografia Computadorizada Médica (Fan Beam).

1.1.2 Objetivos Específicos

Elaborar uma comparação entre os dois métodos tomográficos;

Indicar qual método apresenta mais vantagens para o uso na Odontologia.

2. Revisão de literatura

2.1 Histórico

O diagnóstico por imagem é uma área que tem passado por constantes avanços tecnológicos, e tem sido amplamente utilizado na Odontologia. Esse processo evolutivo muito se deve à tecnologia digital, que tem permitido grandes avanços nas pesquisas e disponibilizado um número cada vez maior de exames por imagem. A descoberta dos raios x por William Röntgen ocorreu em 1895. Poucos anos após, a maioria das técnicas radiográficas odontológicas intrabucais e extrabucais já estavam estabelecidas. Nos anos 50, a radiografia panorâmica foi inventada. Mesmo sem a conquista de nitidez adicional, a panorâmica foi um grande avanço para o diagnóstico, devido à sua abrangência, adquirida com doses de radiação relativamente pequenas. Tudo, até então, era baseado em imagens bidimensionais (BUENO, 2008).

Nos anos 70, a tomografia computadorizada foi inventada, com a conquista da almejada terceira dimensão com nitidez. Tomografia é um termo genérico para exemplificar uma imagem de uma secção do corpo humano, foi desenvolvida na Inglaterra, exatamente em 1972 por Hounsfield e Comark, o que representou uma das maiores revoluções científicas da atualidade, consagrando-os com o premio Nobel de Medicina em 1979 (BROOKS, 1993; PARKS, 2000).

O primeiro aparelho de TC (tomografia computadorizada) foi colocado no Hospital Atkinson Morley, em Londres, acomodava somente a cabeça do paciente e gastava 4,5 minutos para escanear uma fatia e mais 1,5 minuto para reconstruir a imagem no computador (BOOKS, 1993; PARKS, 2000). Felizmente, durante os últimos 30 anos, ocorreram muitas inovações e grandiosas evoluções na

tecnologia dessa área, que melhoraram o tempo de aquisição e a qualidade das imagens, assim como reduziram significativamente a dose de radiação. Os aparelhos atuais, denominados de nova geração, acomodam o corpo todo e a reprodução de uma secção dura um segundo ou menos. Algumas máquinas alcançaram tal perfeição, que reproduzem uma fatia em 0,5 a 0,1 segundo, permitindo estudos funcionais em vez de somente análises estáticas (PARKS, 2000).

Este desenvolvimento não cessa e agora temos a nova tecnologia de Tomografia Computadorizada de Feixe-Cônico. Este tipo de Tomografia Computadorizada surgiu como a necessidade específica da odontologia, pois até então, os dentistas utilizavam tomógrafos computadorizados médicos, de custo elevado e com altíssimas doses de radiação. Os primeiros relatos literários ocorreram muito recentemente, ao final da década de noventa. O pioneirismo desta nova tecnologia cabe aos italianos Mozzo et al., da Universidade de Verona, que em 1998 apresentaram os resultados preliminares de um “novo aparelho de TC volumétrica para imagens odontológicas baseado na técnica do feixe em forma de cone (cone-beam technique)”, batizado como NewTom-9000. Reportaram alta acurácia das imagens assim como uma dose de radiação equivalente a 1/6 da liberada pela TC tradicional. Previamente, a técnica do feixe cônico já era utilizada para propósitos distintos: radioterapia, imagiologia vascular e microtomografia de pequenos espécimes com aplicabilidade biomédica ou industrial (MOZZO, et al., 1998). Em 1999, um grupo congregando de professores japoneses e finlandeses de radiologia odontológica apresentou outro aparelho com tecnologia e recursos muito semelhantes ao tomógrafo italiano (ARAY et al, 1999). Denominado Ortho-

CT, o tomógrafo consistia do aparelho convencional de radiografia panorâmica finlandês, Scanora, com a película radiográfica substituída por um intensificador de imagem (detector). Atualmente, o tomógrafo computadorizado odontológico vem sendo produzido na Itália, Japão e Estados Unidos e está comercialmente disponível em diversos países, inclusive no Brasil. A tecnologia foi aperfeiçoada ao longo de poucos anos, a um custo bem mais acessível em comparação à TC tradicional. Já existem tomógrafos em centros especializados de Radiologia odontológica em algumas cidades brasileiras. Ortodontistas americanos, principalmente da costa oeste, têm adquirido o aparelho para uso particular no consultório. No Japão, a maioria das faculdades de Odontologia detém esta tecnologia. A história da tomografia computadorizada de feixe cônico indubitavelmente aponta para um cenário onde a imagem radiológica tridimensional será utilizada mais ampla e rotineiramente na Odontologia (GARIB et al, 2007).

3.2 Definição

Tomografia é uma palavra formada pela junção de dois termos gregos, tomos e graphos que significam, respectivamente, camadas e escrita. Portanto a tomografia consiste na obtenção de imagens do corpo em fatias ou cortes. É uma técnica especializada que registra de maneira clara objetos localizados dentro de um determinado plano e permitem a observação da região selecionada com pouca ou nenhuma sobreposição de estruturas. Uma analogia comum é considerar a técnica como uma divisão do paciente em “fatias de pão”. Cada tomograma (ou “fatia de pão”) mostra os tecidos dentro de um corte claramente definido e em

foco. A secção é então definida como o plano focal ou camada focal (WHAITES, 2003).

Dependendo do tipo do aparelho, é possível obter exames com menor dose de radiação e com menor custo. Essas facilidades fazem com que cada vez mais profissionais optem pelas tomografias, elevando a qualidade dos exames complementares necessários para aumentar a precisão do diagnóstico. De maneira geral, as tomografias podem ser classificadas em dois tipos: tomografia convencional e tomografia computadorizada. Esta última pode ser classificada de acordo com o formato do feixe de raios X utilizado: tomografia computadorizada de feixe em leque (Fan-Beam Computed Tomography) e tomografia computadorizada volumétrica de feixe cônico (Cone Beam Computed Tomography) (SCARFE et al. 2006).

Os dois tipos de exames computadorizados permitem a obtenção de imagens em cortes da região dentomaxilofacial, no entanto a única característica que apresentam em comum refere-se à utilização da radiação x. Surpreendentemente, a engenharia e as dimensões do aparelho, o princípio pelo qual se obtém e se processam as imagens, a dose de radiação e o custo do aparelho são completamente distintos entre as modalidades de TC (**TABELA 1**) (GARIB et al, 2007).

A tomografia computadorizada com sistema cone beam é uma técnica que obtém e processa dados relevantes da estrutura e morfologia óssea para estabelecer o diagnóstico e planejamento nos tratamentos que assim o requerem, e fornece com precisão informações em 3D, aumentando o nível de confiabilidade nos diagnósticos de ortodontia, periodontia, oclusão dentária, implantodontia e

ATM dentre outros. Estudos mostram que a exposição de radiação é muito mais baixa para CBCT (Cone Beam Computed Tomography) do que para exposição de TC médica, correspondendo aproximadamente à dose de um levantamento periapical tradicional. Além disso, o software pode eliminar porções indesejáveis, como a coluna cervical e occipital, evitando a sobreposição de imagens irrelevantes para o cefalograma frontal. O resultado é uma representação mais real das estruturas e relacionamentos craniais (NOGA & MORO, 2007).

Tabela 1 - Quadro comparativo entre a TC tradicional e a TC de feixe cônico.

	TC tradicional	TC de feixe cônico
dimensão do aparelho	- grande - permite exame do corpo todo	- mais compacto - permite apenas exame da região de cabeça e pescoço
aquisição da imagem	- diversas voltas do feixe de raios-x em torno do paciente - cortes axiais	- uma volta do feixe de raios-x em torno do paciente - imagens base semelhantes à telerradiografia
tempo de escaneamento	- 1 segundo multiplicado pela quantidade de cortes axiais necessários - exposição à radiação ininterrupta	- 10-70 segundos de exame - 3-6 segundos de exposição à radiação
dose de radiação	- alta	- menor, aproximadamente 15 vezes reduzida em relação à TC helicoidal
custo financeiro do exame	- alto	- reduzido
recursos do exame	- reconstruções multiplanares e em 3D	- reconstruções multiplanares e em 3D, além de reconstruções de radiografias bidimensionais convencionais
qualidade da imagem	- boa nitidez - ótimo contraste - validação das avaliações quantitativas e qualitativas	- boa nitidez - baixo contraste entre tecido duro e mole - boa acurácia
produção de artefatos	- muito artefato na presença de materiais metálicos	- pouco artefato produzido na presença de metais

Fonte: GARIB et al, 2007

3.3 Componentes do aparelho

O aparelho de tomografia computadorizada tradicional apresenta três componentes principais: 1) o gantry, no interior do qual se localizam o tubo de raios-x e um anel de detectores de radiação, constituído por cristais de cintilação; 2) a mesa, que acomoda o paciente deitado e que, durante o exame, movimentase em direção ao interior do gantry e 3) o computador, que reconstrói a imagem

tomográfica a partir das informações adquiridas no gantry. O técnico ou operador de TC acompanha o exame pelo computador, que geralmente fica fora da sala que acomoda o gantry e a mesa, separado por uma parede de vidro plumbífero **Figura1** (GARIB et al, 2007).



Figura 1: Aparelho de tomografia computadorizada tradicional: A) gantry e mesa, B) Computador.
Fonte: GARIB et al, 2007

Para a tomada de uma tomografia computadorizada, o paciente deita em uma mesa que desliza pelo gantry onde contém o tubo de raios-x e os sensores, unidos por um suporte em forma de anel. A tomografia médica tradicional utiliza um feixe colimado de radiação, em forma de leque, que são captados pelos sensores. A cada giro de 360° ao redor do paciente, fatias são capturadas e transferidas para o computador que identifica as variações de atenuação dos tecidos e utiliza complexos cálculos matemáticos para a formação de imagem (FREDERIKSEN, 1994, LANGLAIS et al, 1995). Aparelhos de TC de nova geração possuem movimentação sincronizada da mesa e do tubo de raios-x, o que possibilita o fluxo do feixe de raios-x de forma helicoidal (ou espiral), o que diminui

o tempo de exposição e melhora da qualidade da imagem. A tecnologia atual é o sistema multislice, com vários anéis de detectores, maior por rotação do gantry (HU, et al, 2000).

O tomógrafo cone beam é compacto quando comparado aos tomógrafos médicos. O paciente fica em pé, sentado ou em posição de supino dependendo do modelo utilizado (**Figura 2**). O tomógrafo é constituído por um tubo que emite raios X pulsátil em forma de um feixe cônico de radiação e, um sensor, unidos por um braço, semelhante ao de um aparelho panorâmico. Uma cadeira ou mesa motorizada juntamente com sistemas de suporte de queixo e cabeça completam o aparelho que é ligado a um computador comum, sem necessidade de uma estação de trabalho (Workstation) específica (BUENO, 2008).



Figura 2: Aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico. **A)** Aparelho da marca comercial I-Cat, Imaging sciences International, Hatfield, Pennsylvania, EUA (www.imagingsciences.com). **B)** Aparelho da marca comercial NewTom-9000, Quantitative Radiology, Verona, Itália (www.qrverona.it).

Fonte: GARIB et al, 2007

O sistema tubo-detector realiza somente um giro de 360° em torno da cabeça do paciente e a cada determinado grau de giro (geralmente a cada 1°), o

aparelho adquire uma imagem base da cabeça do paciente, muito semelhante a uma telerradiografia, sob diferentes ângulos ou perspectivas (SCARFE et al, 2006; YAMAMOTO, 2003). Ao término do exame, essa seqüência de imagens base (raw data) é reconstruída para gerar a imagem volumétrica em 3D, por meio de um software específico com um sofisticado programa de algoritmos, instalado em um computador convencional acoplado ao tomógrafo (SCARFE et al, 2006). O tempo de exame pode variar de 10 a 70 segundos (uma volta completa do sistema), porém o tempo de exposição efetiva aos raios-x é bem menor, variando de 3 a 6 segundos (SCARFE et al, 2006). Existem 2 tipos de sensores para a tecnologia cone beam: Intensificador de Imagem e o Flat Panel. A primeira geração de tomógrafos cone beam utilizava o sistema intensificador de imagem de 8bits. Com a evolução dos aparelhos, o sensor Flat Panel passou a ser mais utilizado pelas vantagens que oferece, pois produz imagens livres de distorções e com menor ruído, não são sensíveis a campos magnéticos e não precisam de calibração freqüente. Atualmente os sensores flat panel possuem 12 a 16 bits. Quanto maior a quantidade de bits, maior a quantidade de tons de cinza (HASHIMOTO et al, 2003).

3.4 Funcionamento do aparelho

Toda vez que se fala em tomografia computadorizada, estamos falando de imagens que são adquiridas em camadas e posteriormente reconstruída em planos, formando volumes. A Tomografia Computadorizada Cone Beam utiliza uma tecnologia inovadora na aquisição da imagem. O feixe cônico de raios X adquire a imagem como um volume e não como um plano, como na tomografia

computadorizada médica (Fan Beam). A Tomografia Computadorizada Cone Beam têm como princípio de formação de imagem a interpolação dos volumes que são adquiridos a partir do feixe cônico de Raios X que são capturados pelo sensor e posteriormente processados no software próprio e que permitem a reconstrução multiplanar (ARAKI et al, 2004).

Na tomografia computadorizada o tubo de raio-x gira 360° em torno da região do corpo a ser estudada e a imagem obtida é tomográfica ou seja “fatias” são obtidas. Em oposição ao feixe de raios-x emitidos temos um detector de fótons que gira concomitantemente ao feixe de raios-x. Como na radiografia convencional as características das imagens vão depender dos fótons absorvidos pelo objeto em estudo (ARAKI et al, 2004).

Dessa forma, os fótons emitidos dependem da espessura do objeto e da capacidade deste de absorver os raios-x. Os detectores de fótons da tomografia computadorizada transformam os fótons emitidos em sinal analógico (quanto mais Rx chega, maior é a diferença de potencial, ou voltagem que cada detector fornece ao computador) e depois digital (o computador converte os valores de voltagem, contínuos, em unidades digitais) (ARAKI et al, 2004).

Como dito anteriormente, para a formação da imagem de tomografia computadorizada a emissão do feixe de raio-x é feita em diversas posições, posteriormente as informações obtidas são processadas utilizando uma técnica matemática chamada de projeção retrógrada, ou outras, como a transformada de Fourier.

A técnica de CBCT usa um feixe de raios-X em forma de cone em vez do feixe leque (**Figura 3**) e, através do sistema tubo-detector, obtém um dado de

imagem que é adquirido em um formato digital de uma única tomada de 360° de rotação ao redor do paciente. O dado digital corresponde à projeção radiográfica para cada passo rotacional durante a tomada e a reconstrução de imagem é feita usando um programa para tomografia computadorizada (BABA; UEDA; OKABE, 2004; LASCALA, 2003; LASCALA; PANELLA; MARQUES, 2004; MAKI et al., 2003; MOZZO et al., 1998; TSIKLAKIS; SYRIOPOULOS; STAMATAKIS, 2004).

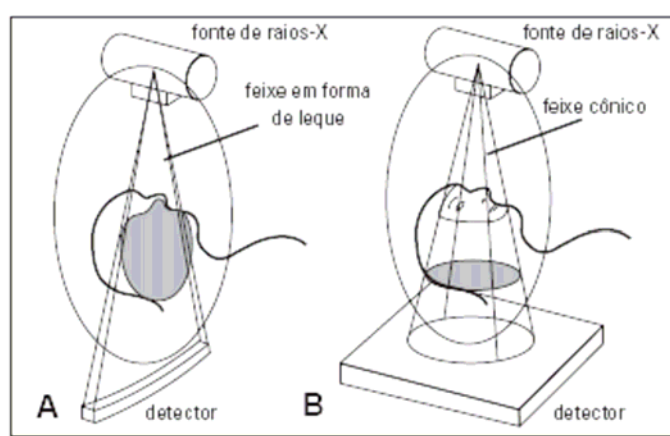


Figura 3: Comparação gráfica do tomógrafo tradicional (A) e do tomógrafo de feixe cônico (B) com a fonte e o detector de raios-x (de SUKOVIC).

Fonte: GARIB et al, 2007

A reconstrução de imagem permite obter cortes axiais, cortes coronais e sagitais, imagens panorâmicas e outras reconstruções tais como imagens tridimensionais. Por meio dessas imagens, é possível determinar medidas e ângulos, avaliar distâncias, espessuras e dimensões (HATCHER; DIAL; MAYORGA, 2003; LASCALA, 2003; TSIKLAKIS; SYRIOPOULOS; STAMATAKIS, 2004). As imagens com detalhamento em pixels podem ser visualizadas com alta precisão a partir de 0,1mm e, utilizando o *software* do sistema, são obtidos cortes sagitais, coronais e axiais de qualquer região dentomaxilofacial, imagens panorâmicas, imagens 3D em várias angulações, tomografias axiais, entre outras.

Tudo isso a partir da imagem tridimensional inicial, com um único exame, ou seja, um só atendimento do paciente (APERIO SERVICES, 2005; HATCHER; DIAL; MAYORGA, 2003).

Os programas de TC de feixe cônico, igualmente à TC tradicional, permitem a reconstrução multiplanar do volume escaneado, assim como a reconstrução em 3D, adicionalmente, o programa permite gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais utilizadas na Odontologia, como a panorâmica e as telerradiografias em norma lateral e frontal, função denominada reconstrução multiplanar em volume, que constitui outra importante vantagem da TC de feixe cônico (MAKI et al, 2003, SCARFE, et al, 2006).

O volume total da área escaneada apresenta um formato cilíndrico, de tamanho variável, de acordo com a marca do aparelho, e compõe-se unitariamente pelo voxel. Na TC de feixe cônico, o voxel é chamado de isométrico, ou seja, apresenta altura, largura e profundidade de iguais dimensões (FARMAN; SCARFE ,2006). Cada lado do voxel apresenta dimensão submilimétrica (menor que 1mm, geralmente de 0,119 a 0,4mm) e, portanto, a imagem de TC apresenta muito boa resolução. Por esta razão, os poucos estudos na área de validação da TC volumétrica para análises qualitativas e quantitativas mostraram uma alta acurácia da imagem (MOZZO et al, 1998, KOBAYASKI et al, 2004; CEVIDANES, et al, 2005, HILGERS et al, 2005, MARMULLA et al, 2005, MISCH et al, 2006), além de boa nitidez. A imagem da TC de feixe cônico distingue esmalte, dentina, cavidade pulpar e cortical alveolar (HASHIMOTO et al, 2003). Os artefatos produzidos por restaurações metálicas são bem menos significantes que na TC tradicional (HOLBERG et al, 2005).

No sistema de TC médica o processamento do exame é realizado em um computador servidor específico, de alto custo. Na tomografia de Cone Beam é utilizado um computador convencional, com alto desempenho, aspecto beneficiado pelos avanços dos processadores atuais com núcleo duplo, barateamento da memória Ram e preço mais acessível de Hard disc (HD) de grande capacidade de armazenamento. Assim como na tomografia médica tradicional, no sistema Cone Beam pode-se exportar as imagens em arquivo Dicom (Digital Imaging and Communications in Medicine). O arquivo Dicom foi desenvolvido especialmente para a área médica com a finalidade de integrar e visualizar diversas modalidades de imagens em um único sistema de arquivamento digital. O sistema Dicom pode armazenar dados técnicos da aquisição do exame, data, informações clínicas do paciente, entre outras. As imagens Dicom podem ser abertas em softwares específicos. Estes arquivos podem então ser convertidos para o formato STL para a realização de modelos tridimensionais (BUENO et al, 2007).

3.5 Indicações

A introdução da CBCT, para Hatcher et al, (2003), possibilita aos clínicos a oportunidade para obter a melhor qualidade de imagem de diagnóstico oferecendo adequada determinação do local do implante, observação da oclusão, ATM, e outros fatores que podem associar com o total sucesso do fundamento do implante e reabilitação da oclusão do paciente. Eles acreditam que a imagem volumétrica gera oportunidade de estender o rendimento da informação além dos

métodos convencionais de imagem, pois produz dados precisos de imagem tridimensional.

Segundo Lascala (2003) a técnica CBCT é digna de confiança para ser aplicada em diferentes situações clínicas onde medidas lineares entre sítios anatômicos são necessárias, tais como avaliação pré-operatória para implante dental e cirurgias ortognáticas, porque as medidas feitas através das imagens CBCT são similares, ainda que ligeiramente menor do que as distâncias reais ou in vivo entre sítios cranianos, exceto para estruturas localizadas na base craniana. A CBCT pode ser aplicada nas diversas áreas da Odontologia como Implantodontia, para verificar morfologia, quantidade e qualidade óssea; Ortodontia, para traçado cefalométrico em duas e três dimensões; Periodontia para verificar fenestração óssea, altura de crista alveolar e lesão de furca; Cirurgia e Traumatologia Buco- Maxilo-Facial para avaliar fraturas, dente retido, tumores; em Endodontia, para verificar canais acessórios e fraturas radiculares. Essa nova tecnologia, comandada pelo Cirurgião-dentista traz avanço para a Radiologia Odontológica, por permitir a visualização de estruturas de dimensões reduzidas com um mínimo de exposição à radiação para o paciente (BUSHBERG, 1995; XAVES et al.,2005, RITTER, 2007), pois além das imagens de cortes detalhados, com o uso de um software específico, permite reconstruções tridimensionais para prototipagem, análises cefalométricas, simulações cirúrgicas, trabalho em rede e, reestudo sem a necessidade da presença do paciente (APERIO SERVICES, 2005).

Embora hoje a maior demanda esteja concentrada nas áreas da Implantodontia, Ortodontia e Cirurgia. Cotrim-Ferreira et al, (2008) informam que

atualmente 90% dos exames de tomografia computadorizada volumétrica se destinam ao planejamento para implantes, 5% para estudos da ATM e os demais 5% são solicitados para localização de dentes não irrompidos, localização do trajeto do canal mandibular para cirurgias de terceiros molares inferiores, diagnóstico bucal (cistos, tumores, lesões ósseas), pesquisa de fraturas radiculares ou lesões apicais. “A tendência é o aumento no uso por outras especialidades como a Ortodontia, uma vez que essa tecnologia permite estudar qualquer área da maxila ou da mandíbula com o auxílio do software”, lembra COTRIM-FERREIRA et al, (2008). Na Ortodontia, segundo Cotrim-Ferreira et al, (2008) a tomografia computadorizada pode ser indicada ainda nas seguintes situações:

1. Avaliação do posicionamento tridimensional de dentes retidos, e sua relação com os dentes e estruturas vizinhas.
2. Avaliação do grau de reabsorção radicular de dentes adjacentes a caninos retidos.
3. Visualização das tábuas ósseas vestibular e lingual e sua remodelação após movimentação dentária.
4. Avaliação das dimensões transversas das bases apicais e das dimensões das vias aéreas superiores.
5. Avaliação da movimentação dentária para região de osso atrésico (rebordo alveolar pouco espesso na direção vestibulolingual) ou com invaginação do seio maxilar.
6. Avaliação de defeitos ósseos na região de fissuras lábio palatais.

7. Análise quantitativa e qualitativa do osso alveolar para colocação de miniimplantes de ancoragem ortodôntica.

As imagens por tomografia computadorizada de feixe cônico são muito valiosas para a localização da origem e avaliação da magnitude de alterações dento-esqueléticas e maxilofaciais. As imagens tridimensionais podem ser manipuladas em qualquer direção, o que oferece considerável informação ao dentista, sem restrição do tempo de avaliação clínica. A análise dos resultados pode ser executada facilmente pela comparação visual das imagens pré e pós-tratamento, afirmam Cotrim-Ferreira et al, (2008). Os dados tridimensionais por tomografia computadorizada de feixe cônico expandiram as capacidades de diagnóstico, possibilitando a avaliação do osso alveolar em todos os aspectos (largura mesiodistal e vestibulolingual, fenestrações e deiscências); estimativas da posição e do tamanho dos dentes sob movimentação ortodôntica; a localização de dentes impactados ou supranumerários; melhor visualização de reabsorções radiculares e a análise da forma do palato, da morfologia dos sítios para implantes ou osteotomias, do tamanho, forma e posição das cabeças da mandíbula, da morfologia, inclinação, deslocamento ou desvio do corpo e do ramo da mandíbula. Além disso, a identificação do perfil facial tegumentar e de pontos anatômicos com maior precisão aprimora as análises cefalométricas.

Bissoli et al. (2007) afirmam que o sistema de Tomografia Computadorizada *Cone-beam* é de relevante importância para o diagnóstico, localização e reconstrução de imagens tomográficas com excelente precisão, auxiliando os profissionais da área da saúde no planejamento e tratamento dos pacientes.

3.6 Vantagens e Desvantagens

As opções dentre os distintos métodos de exame complementar por imagem que estão ao alcance dos profissionais da Odontologia são grandes, e diferem quanto à informação oferecida, precisão, dose de radiação, técnica e custo, sendo, portanto, segundo Lascale (2003), necessário que o profissional conheça as técnicas radiográficas disponíveis, suas características, vantagens e inconvenientes para a escolha da mais adequada, dependendo da necessidade de cada paciente, pois além das informações pertinentes ao exame e preservação dos tratamentos, a imagem é um documento de importância legal. As informações que se obtém com as radiografias periapicais, oclusais, panorâmicas e laterais são limitadas para muitas situações. Assim, é necessário recorrer às técnicas tomográficas que proporcionam mais recursos, tanto a convencional como a TC, sendo que esta última é para a maioria dos autores, a que mais e melhor fornece subsídios acerca da situação do paciente, apesar de não ser necessariamente a mais conveniente para todos os casos. A radiografia panorâmica fornece informação inicial e, a cefalometria é comumente usada na análise das regiões de incisivos, porém a tomografia pode promover cortes seccionais dos segmentos, sendo a tomografia computadorizada um método superior quando a análise completa dos arcos é requisitada. Suas limitações em relação aos custos e às doses de exposição à radiação podem ser minimizadas com o desenvolvimento de novos equipamentos.

A TC médica não foi amplamente difundida na Odontologia, apesar dos avanços tecnológicos, devido a uma série de limitações. Dentre as vantagens da técnica, destacam-se a excelente diferenciação entre diferentes tipos de tecidos,

duros e moles, tanto sadios quanto doentes, possibilidade de reconstrução de imagens nos três planos do espaço a partir de cortes axiais, reconstrução de imagens em três dimensões, intensificação de imagens pelo uso de meios de contraste intravenoso e a possibilidade de manipular as imagens. Suas desvantagens são o alto custo dos equipamentos, baixa resolução para a Odontologia, tamanho amplo do equipamento e necessidade de uma sala especial para a realização do exame, alta dose de radiação (dependendo do tipo de corte a ser feito), possibilidade ocorrerem artefatos de imagem (devido objetos metálicos, como restaurações) e risco associados ao uso de meios de contraste intravenoso (WHAITES, 2003, SENA, 2005).

Maki et al. (2003) relataram que a CBCT tem várias vantagens comparadas com a TC médica, tais como um tempo de escaneamento mais curto, melhor resolução vertical, e menor dose de exposição à radiação, sendo que todos os registros exigidos na Ortodontia são obtidos por um único escaneamento do paciente. Afirmaram também que a alta resolução da CBCT é útil para visualizar as formas do esqueleto, bem como para obter medidas atuais da dentição, imagens de dentes irrompidos, e a relação geométrica dos molares com a cortical óssea, além de permitir a obtenção de dados morfológicos do tecido mole como visto em uma fotografia facial. Ludlow, Davies-Ludlow e Brooks (2003) afirmam que ao realizar imagens de diagnóstico, é crucial que o procedimento escolhido seja ponderado em relação aos riscos de exposição à radiação, pois apesar da quantidade de radiação utilizada na Odontologia ser extremamente baixa, práticas e procedimentos radiológicos aceitáveis são baseados na suposição de que

alguns riscos existem e devem ser claramente mais importantes que os benefícios da qualidade de informação diagnóstica.

Desde 1980, bom avanço em recursos disponíveis para radiologia dental tem ocorrido, tanto na área de equipamentos como no desenvolvimento de softwares adaptados a tomógrafos médicos, o que permitiu o estudo do complexo dentomaxilofacial de forma bem mais dinâmica. As vantagens da aquisição em CBCT, ainda segundo Lascale (2003), são a reconstrução direta dos pontos radiografados, por reconstruções axiais sem reformatação, sofisticação tecnológica, onde a velocidade da totalidade do corte é controlada através de um programa eletrônico, e não por velocidade do tubo de raios X.

Ziegler et al. (2002), através da observação de variados casos clínicos, comprovaram a ampla área de potenciais aplicações da tomografia computadorizada de feixe cônico e, relatam que além de ser facilmente integrada à prática de rotina, particularmente para trauma e implantodontia, a qualidade de imagem para planejamento de implante dental é no momento equivalente a qualquer tomografia computadorizada, além de oferecer a opção de reconstrução tridimensional com alta resolução. Ressaltam como vantagens da CBCT: a ausência de artefatos metálicos os quais podem ser uma contra-indicação à TC médica; o menor tempo de exame; e o baixo custo do exame comparado com a TC médica. Porém, apresentam como desvantagem o alto custo dos equipamentos, sendo sempre superiores aos equipamentos convencionais de panorâmica. Através de estudos de casos clínicos, utilizando o aparelho NewTom QR-DVT 9000, concluíram que a CBCT pode ser facilmente realizada na rotina diária para imagem dental pré-operatória. Uma das vantagens, segundo os

autores, está relacionada ao fato de que no NewTom o paciente pode ser colocado em posição supino, evitando assim, a pobre qualidade radiográfica panorâmica resultante de problemas no posicionamento de paciente politraumatizado. Além disso, tanto fraturas como a ATM podem ser determinadas em 3D sem mais exposição à radiação. Afirmaram ainda que a TC envolve uma considerável dose de radiação maior que em técnicas de radiografia convencional, já a tomografia volumétrica digital é uma nova técnica a qual produz imagens tridimensionais similares à TC, mas com uma dose de radiação comparável com a radiografia panorâmica. Segundo os autores, com a CBCT é possível obter uma redução na dose sem perder a acurácia de diagnóstico (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores comparativos de dosagens entre a CBCT do aparelho NewTom e a tomografia computadorizada convencional, conforme propostos pelos fabricantes

Tabela Comparativa de Dosagem	NewTom	Tomografia Convencional
Tireóide	80 mR	4151 mR
Coluna Vertebral	90mR	7800 mR
Mandíbula	140 mR	8580 mR
Olhos	40 mR	5932 mR

“O arquivamento digital, transmissão de imagens a distância, discussão virtual dos casos e troca de experiências não tem limite físico neste tipo de aquisição. Do ponto de vista do meio ambiente, são totalmente eliminados o uso de filmes à base de poliéster (derivado de petróleo) e de soluções químicas como o fixador que retém metal pesado (prata).” Diz Cláudio Costa, vice diretor do departamento de Radiologia da APCD. Ele apenas faz um alerta para os “vícios” que o uso da tecnologia digital pode gerar em razão da facilidade que ela oferece. “A dica principal é examinar somente a imagem original usando a ferramenta de

ampliação. Somente depois de feita a avaliação e o levantamento da hipótese de diagnóstico, o profissional deve passar a lançar mão das outras ferramentas (contraste, densidade, pseudocolorização, relevo, negativo etc.) cuja função é complementar” (OLIVEIRA, 2008).

4. Discussão

Para Whaites, (2003) e Nair, (2007) a radiografia convencional é o exame mais simples e de rotina na clínica diária. Apesar da rapidez de aquisição e facilidade de uso, há a limitação, ainda, da imagem bidimensional e a resolução espacial pequena. Já para Bramante e Berbert, (2002) a radiografia panorâmica tem, como vantagens, a pequena dose de radiação, simplicidade de operação, melhor tolerância por parte do paciente, maior quantidade de estruturas examinadas e economia de tempo, mas não oferece nitidez adequada para um exame mais detalhado, necessita de equipamento especial, tem custo alto e apresenta distorções de imagem, com má definição de detalhes em algumas áreas.

Arai et al (2001), Honda et al (2001), Hashimoto et al (2003), Araki, (2004), NAIR e NAIR, (2007), Lofthg-Hansen et al, (2007) corroboram que quando esgotados os recursos das técnicas radiográficas e suas variações e a dúvida persistir, o uso da CBTC, com observação de imagens tridimensionais, está indicado e representa um grande avanço para o diagnóstico clínico. Portanto há que se ressaltar o custo maior desse recurso e a limitação da quantidade de aparelhos existentes.

Para Katsumata et al (2006), Sogur et al (2007), Lofthg-Hansen et al (2007) é importante salientar que embora a CBTC diminua a presença de artefatos de imagem, ocasionados quando na TC médica, eles ainda existem, pela presença de materiais radiopacos, como metais, guta-percha e cimentos obturadores.

O presente trabalho demonstrou que a CBTC, uma nova ferramenta, é excelente como recurso auxiliar do diagnóstico. O incremento da utilização desse novo tipo de tecnologia em universidades pode ser uma forma de socialização do diagnóstico. Todavia, devem ser esgotados todos os recursos e técnicas radiográficas, antes da indicação do recurso tomográfico como auxiliar de diagnóstico e, acima de tudo, considerar que os sinais e sintomas devem ser soberanos com relação à decisão do procedimento a ser realizado, pois nada substitui a capacidade, senso clínico e acurácia do profissional. O conhecimento e uso de novas técnicas são parceiros de sucesso, porém, acima de tudo, devem ser aliados à responsabilidade e respeito ao paciente, fatores imprescindíveis para o sucesso do trabalho.

5. Conclusão

A tomografia computadorizada Cone Beam apresenta uma concepção específica para o estudo da cabeça, com redução de exposição à radiação, menor tempo de exame, diminuição de artefatos metálicos e ótima qualidade de imagem, além de oferecer a opção de reconstrução tridimensional de alta resolução.

Apesar do alto custo dos aparelhos, a tendência é que a tomografia computadorizada Cone Beam seja cada vez mais solicitada para exames imaginológicos na Odontologia.

6. Referências Bibliográficas

APERIO SERVICES. NewTom Volumetric Conebeam Scanner. Disponível em: <<http://www.aperioservices.com>>. Acesso em: 10 set. 2005.

ARAKI K, MAKI, K et al Characteristics of newly developed dentomaxilofacial X-ray Cone Beam CT Scanner. Dentomaxilofacial Radiology (2004) 33, (51-59)

ARAI, Y. et al. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. Dentomaxillofac Radiol, Houndsmills, v. 28, no. 4, p. 245-248, July 1999.

BABA, R.; UEDA, K.; OKABE, M. Using a flat-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging. Dentomaxillofac. Radiol., London, v. 33, n. 5, p. 285- 290, Sept. 2004.

BISSOLI CF, AGREDA CG, TAKESHITA WM, CASTILHO JCM, MEDICI FILHO E, MORAES MEL. Importancia Y aplicación del sistema de tomografía computadorizada Cone Beam (CBCT). Acta Odontol Venezolana 2007;45(4):no prelo.

BROOKS, S. L. Computed tomography. Dent Clin North Am Dent, Philadelphia, v. 37, no. 4, p. 575-590, Oct. 1993.

BUENO, M. Cada vez mais ouço falar sobre tomografia computadorizada cone beam. Como funciona esta novatecnologia, quais os tipos de aparelhos e em quais especialidades ela pode ser aplicada? Ver. Clin. Ortodon. Dental Press, v.7, n.3, p. 17-23, 2008.

BUSHBERG J, et al. The essencial physics of medical imaging. Baltimore: Williams & Wilkings, 1995.

CEVIDANES, L. H. et al. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. Dentomaxillofac Radiol, Houndsmills, v. 34, no. 6, p. 369-375, Nov. 2005.

COTRIM-FERREIRA et al, Modernos Métodos De Radiologia E Imaginologia Para Uso Ortodôntico OrtodontiaSPO | 2008; 41(1):62-71

FARMAN, A. G.; SCARFE, W. C. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop, St. Louis, v. 130, no. 2, p. 257-265, Aug. 2006.

FREDERIKSEN NL. Specialized radiographic thechniques. oral radiology: principles and interpretation. 3ª ed. P. 266-290,1994.

GARIB, et al, Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone Beam): entendendo este novo método de diagn´stico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. R Dental Press Ortodon Ortop Facial, v. 12, n. 2, p 139-156, 2007.

HASHIMOTO, K. et al. A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, St. Louis, v. 95, no. 3, p. 371- 377, Mar. 2003.

HATCHER, D. C.; DIAL, C.; MAYORGA, C. Cone beam CT for pre-surgical assessment of implants sites. J. Calif. Dent. Assoc., Los Angeles, v. 32, n. 11, p. 825-833, Nov. 2003.

HILGERS, M. L. et al. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. Am J Orthod Dentofacial Orthop, St. Louis, v. 128, no. 6, p. 803-811, Dec. 2005.

HOLBERG, C. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. J Orofac Orthop, Munchen, v. 66, no. 6, p. 434-444, Nov. 2005.

HU H, HE HD, FOLEY WD, FOX SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. Radiology, 215 (1): p. 55-62, 2000.

KOBAYASHI, K. et al. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. Int J Oral Maxillofac Implants, Lombard, v. 19, no. 2, p. 228-231, Mar./ Apr. 2004.

LANGLAIS RP, LANGLAND OE, NORTJE CJ. Decision making in dental radiology. Diagnostic imaging of the jaws, p. 1-17, 1995.

LASCALA, C. A. Análise da confiabilidade de medidas lineares obtidas em imagens de tomografia computadorizadas por feixe cônico (CBCT-NEWTOM). 2003. 53 f. Tese (Livre Docência em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MAKI, K. et al. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. Orthod Craniofac Res, Oxford, v. 6, p. 95- 101, 2003. Supplement.

MARMULLA, R. et al. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. Dentomaxillofac Radiol, Houndsmills, v. 34, no. 1, p. 28-31, Jan. 2005.

MISCH, K. A.; YI, E. S.; SARMENT, D. P. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. J Periodontol, Chicago, v. 77, no. 7, p. 1261-1266, July 2006.

MOZZO, P. et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. Eur Radiol, Berlin, v. 8, no. 9, p. 1558-1564, 1998.

NOGA K; MORO A Tomografia Computadorizada De Feixe Cônico (Cone Beam) Na Odontologia *Revista Dens*, v.15, n.2, novembro/abril 2007

OLIVEIRA B. Uso das Tecnologias digitais aplicadas à Odontologia revolucionou o diagnóstico por imagens. APCD Jornal. Junho.p 26-28, 2008.

PARKS, E. T. Computed tomography applications for dentistry. Dent Clin North Am, Philadelphia, v. 44, no. 2, p. 371-394, Apr. 2000.

SCARFE WC, FARMAN A, SUKOVIC P. Clinical applications of Cone-Beam Computed Tomography in dental practice. J Can Dent Assoc 2006; 72(1): 75-80.

RITTER DE. Entrevista. Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial 2007; 12(1).

SENA LEC, XAVES ACC, FARIAS LF, NASCIMENTO NETO JBS. Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico no estudo corrigido da articulação Têmporo-mandibular. Int J of Dentistry 2005; 4(3): 80-124.

SCALA, C.; PANELLA, J.; MARQUES, M. M. Analysis of the linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). Dentomaxillofac. Radiol., São Paulo, v. 33, p. 291-294, July 2004.

TSIKLAKIS, K.; SYRIOPOULOS, K.; STAMATAKIS, H.C. Radiographic examination of the temporomandibular joint using cone beam computed tomography. Dentomaxillofac. Radiol., Athens, v. 33, n. 3, p. 196-201, May 2004.

WHAITES E. Princípios de Radiologia Odontológica. São Paulo: Ed Artmed; 2003. 444 p.

XAVES ACC, Sena LEC, Araújo LF, Nascimento Neto JBS. Aplicações da tomografia computadorizada de feixe cônico na odontologia. Int J of Dentistry 2005; 4(3): 80-124.

YAMAMOTO, K. Development of dento-maxillofacial cone beam X-ray computed tomography system. Orthod Craniofac Res, Oxford, v. 6, p.160-162, 2003. Supplement.