

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA E ORTOPEDIA
ESPECIALIZAÇÃO EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA E
IMAGINOLOGIA

**RECONSTRUÇÃO PANORÂMICA X RADIOGRAFIA
PANORÂMICA: REVISÃO DE LITERATURA**

LETÍCIA FERNANDA HAAS

Porto Alegre

2013

LETÍCIA FERNANDA HAAS

RECONSTRUÇÃO PANORÂMICA X RADIOGRAFIA
PANORÂMICA: REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a conclusão do Curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Heraldo Luis Dias da Silveira

Porto Alegre

2013

É uma bênção ter em casa os melhores exemplos de caráter, perseverança e amor. Exemplos estes que me acompanham constantemente. É por esta razão que dedico este trabalho aos meus pais, Homero Erni Haas e Marlene Gonçalves Haas.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida.

A minha família e ao meu namorado, que com paciência e amor, compreenderam minha ausência no convívio e apoiaram este trabalho para a conquista de mais uma meta.

Ao meu orientador, Professor Dr. Heraldo Luis Dias da Silveira, exemplo de competência e dedicação, por ajudar-me na realização deste trabalho.

Aos demais professores da Radiologia Odontológica e Imaginologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dra. Heloísa Emília Dias da Silveira, Dra. Mariana Boessio Vizzotto, Dra. Nádia Assen Arús e Dr. Reni Raymundo Dalla-Bona por compartilharem seus conhecimentos e pelos momentos agradáveis de convivência.

Ao Dr. Márcio Corrêa e à Dra. Letícia Ruhland Corrêa por terem cedido gentilmente algumas imagens utilizadas neste trabalho.

Aos colegas de curso, em especial à amiga Jeniffer Zettermann Costa, pela amizade e companheirismo.

“E a vida, assim como as ondas, tem um jeito diferente de se repetir. De prometer descobertas e abrigar todos os tipos de sonhos e embarcações. O que faz a gente ser grande é ser como o mar: incansável na sua procura pela onda perfeita. Até descobrir que a perfeição está na própria busca”.

(Autor desconhecido)

RESUMO

A radiografia panorâmica é uma das incidências mais solicitadas pelo cirurgião-dentista. Sua técnica, seus benefícios e suas limitações já estão consolidadas na prática clínica por meio de inúmeras pesquisas que foram realizadas ao longo dos anos. Com o advento da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) alterou-se de forma significativa o diagnóstico por imagem, visto que esta modalidade proporciona a visualização das estruturas sem qualquer sobreposição na imagem, permitindo reconstruções nos planos axial, coronal e sagital, bem como reconstrução panorâmica e em três dimensões, auxiliando substancialmente no tratamento odontológico. O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura acerca desses exames por imagem, em especial, comparando a radiografia panorâmica com a reconstrução panorâmica por meio da TCFC.

Palavras-chave: radiografia panorâmica, tomografia computadorizada de feixe cônico, tomografia computadorizada.

ABSTRACT

Panoramic radiography is one of image modalities the most requested by the dentist. This technique, benefits and limitations are consolidated in clinical practice through numerous studies, over the years. Diagnostic imaging changed significantly with the advent of cone beam computed tomography (CBCT), as this modalitie provides the visualization of structures without any overlap in the image. It also allwos reconstructions in the axial, coronal and sagittal planes, as well as panoramic and reconstruction in three dimensions, substantially assisting in the dental treatment. The objective of this study is to conduct a literature review of these imaging modalities, in particular comparing the panoramic radiograph with panoramic reconstruction by CBCT.

Keywords: panoramic radiography, cone beam computed tomography, computed tomography.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μSv	MicroSievert
ALARA	<i>As low as reasonably achievable</i>
ATM	Articulação têmporomandibular
CCD	<i>Charge-coupled device</i>
CMOS	<i>Complementary metal oxide semi-conductor</i>
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
FOV	<i>Field of view</i>
ICC	Coeficiente de correlação intraclasse
ICRP	<i>International commission on radiological protection</i>
kVp	quilovoltagem pico
mA	miliamperes
PA	Pósterio anterior
Pixel	<i>Picture Element</i>
TC	Tomografia computadorizada
TCFC	Tomografia computadorizada de feixe cônico
TCFL	Tomografia computadoriza de feixe em leque
Voxel	<i>Volum Element</i>

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Radiografia panorâmica.....	11
Figura 2: Diferentes tamanhos do FOV.....	22
Figura 3: Reconstrução panorâmica a partir da TCFC.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Radiografia Panorâmica.....	11
2.2 Tomografia Computadorizada.....	17
2.3 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.....	20
2.4 Reconstrução Panorâmica da TCFC	24
3 METODOLOGIA.....	27
4 DISCUSSÃO.....	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico por imagem na Odontologia teve seu início em 1895, quando Otto Walkhoff realizou a primeira radiografia intrabucal. Após, um passo importante foi dado em 1949, pelo professor Paatero, quando desenvolveu a radiografia panorâmica. Dentro das técnicas extrabucais existentes, a radiografia panorâmica se destaca por permitir uma visualização de toda a região maxilo-mandibular com apenas uma incidência (TAVANO e ALVARES, 2002).

Com o contínuo aprimoramento da tecnologia no diagnóstico por imagem, Mozzo et al. (1998), divulgaram os primeiros resultados de um moderno aparelho de tomografia volumétrica voltado para o diagnóstico odontológico, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Essa tecnologia trouxe para classe odontológica uma nova visão sobre a imagem, pois esta modalidade permite a visualização das estruturas sem nenhum tipo de sobreposição, como acontece nos exames radiográficos convencionais.

A reconstrução panorâmica por meio da TCFC vem se tornando rotina aos cirurgiões-dentistas, pois à semelhança da radiografia panorâmica, proporciona a análise da maxila e mandíbula. Esta mudança na prática clínica se deve à familiaridade dos profissionais com a visão panorâmica. Apesar do crescente uso e difusão da TCFC na Odontologia, princípios fundamentais não devem ficar secundários à excelente imagem gerada pela TCFC, como o princípio ALARA (*As low as reasonably achievable*) e a solicitação de exames baseada em evidências.

Frente a esta mudança no cenário do diagnóstico por imagem, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura comparando a radiografia panorâmica com a reconstrução panorâmica a partir da TCFC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Radiografia Panorâmica

A história da radiografia panorâmica teve seu início em 1946 quando o professor Yrjo V. Paatero publicou seu estudo sobre os raios X de feixe estreito e os requisitos básicos para a radiografia panorâmica, onde o filme era posicionado no interior da boca, o que foi considerado pouco prático. Essa dificuldade motivou o pesquisador que em 1949, publicou os princípios básicos da radiografia panorâmica utilizando um filme extraoral. O primeiro aparelho que Paatero e Nieminen desenvolveram em 1950 continha placas fixas e a cadeira do paciente girava em torno das placas. Em 1957 aprimoraram o aparelho e desenvolveram o equipamento ortopantomográfico, o qual o tubo emissor girava e a cadeira ficava imóvel (FREITAS, ROSA e SOUZA, 2004).

A radiografia panorâmica (Figura 1) é uma técnica que produz uma única imagem tomográfica das estruturas faciais que inclui ambos os arcos dentários, maxila e mandíbula, e suas estruturas de suporte. Esta se constitui como uma variante curvilínea da tomografia convencional e também se baseia no princípio de movimento recíproco da fonte de raios X e de seu receptor da imagem ao redor de um plano ou ponto central, denominado plano de corte, no qual se localizam os objetos de interesse (WHITE e PHAROAH, 2007).



Figura 1- Radiografia panorâmica. Fonte: Imagem cedida gentilmente pela clínica Márcio Corrêa.

Para que haja a formação da imagem é necessário que dois discos adjacentes rotacionem à mesma velocidade em direções opostas à medida que um feixe de raios X atravessa seus centros de rotações. Colimadores de chumbo, no formato de uma fenda, localizados na fonte de raios X e no receptor da imagem, condicionam o feixe central a um estreito feixe vertical. Na interface fonte de raios X e receptor da imagem está localizado o objeto (WHITE e PHAROAH, 2007).

Segundo Rushton, Horner e Worthington (1999), a radiografia panorâmica tornou-se o exame por imagem de rotina nos consultórios odontológicos. De acordo com Tanner et al. (2000) em 2004/2005 1,3 milhão de radiografias panorâmicas foram realizadas no Serviço Nacional de Saúde Bucal na Inglaterra, enquanto que no serviço odontológico privado estima-se que 0,5 milhão de radiografias panorâmicas foram executadas.

O que contribui para este cenário são as vantagens que a radiografia panorâmica apresenta, como: ampla visibilidade dos ossos faciais e dos dentes; baixa dose de radiação ao paciente; não causa desconforto ao paciente; possibilidade de ser realizada em pacientes com pouca abertura de boca; aquisição em curto tempo e facilidade de compreensão pelo paciente, tornando-as um útil auxílio visual na educação do paciente e apresentação de casos clínicos. A grande desvantagem da radiografia panorâmica consiste no princípio básico do exame que é a representação bidimensional de estruturas tridimensionais. Desta forma, os detalhes das estruturas anatômicas são inferiores àqueles observados nas radiografias periapicais e interproximais assim como a sobreposição das imagens que dificulta ou algumas vezes pode até mascarar o diagnóstico de lesões. Outro problema advém da ampliação desigual e da distorção geométrica ao longo da imagem (WHITE e PHAROAH, 2007).

Com o contínuo desenvolvimento da tecnologia, criou-se a radiografia panorâmica digital. A imagem digital é composta por pequenos pedaços de informações, definidos como pixels (*picture element*). Os pixels encontram-se

em células específicas, formadas por uma disposição de linhas e colunas, conhecidas como matriz de imagem digital. O número total de pixels contido na imagem é o produto do número de linhas multiplicado pelo número de colunas, logo, quanto menor o tamanho do pixel, maior será o número de linhas e colunas. O tamanho do pixel afeta diretamente os detalhes da imagem digital, quanto menor o pixel, mais detalhes a imagem terá. Além disso, o tamanho do pixel está relacionado com a resolução da imagem (ANGELOPOULOS, et al. 2004).

A aquisição de imagens digitais apresenta duas modalidades: uma utiliza placas de fósforo, aquisição indireta da imagem digital, e a outra é o sistema CCD (*charge-coupled device*) ou CMOS (*complementary metal oxide semiconductor*), aquisição direta da imagem digital. A placa de fósforo substitui o filme radiográfico convencional e não necessita de tela intensificadora. A imagem é capturada na placa como na informação analógica e é convertida para digital quando a placa de fósforo é processada em um scanner especial. A emulsão de fósforo armazena a informação obtida com a exposição aos raios X por meio de uma imagem latente, quando o fósforo é estimulado com a luz, a energia é liberada resultando na imagem final. O método de aquisição por CCD ou CMOS utiliza um sensor eletrônico que capta a imagem e de forma gradual repassa esses dados ao computador, simultaneamente. O sensor está ligado ao tubo radiográfico e move-se em uma direção oposta durante a exposição exatamente como o filme radiográfico faz na obtenção das imagens convencionais (VANDERBERGHE, JACOBS e BOSMANS, 2010).

Gijbels et al. (2000) realizaram uma pesquisa para avaliar a qualidade subjetiva da imagem entre as radiografias panorâmicas convencionais e as digitais. As imagens panorâmicas foram obtidas com três equipamentos diferentes (uma panorâmica digital direta e duas panorâmicas convencionais), e dividiram em grupos 54 pacientes com dentes naturais em todos os quadrantes. O primeiro grupo utilizou a radiografia panorâmica digital com o equipamento Orthophos DS Ceph® (Sirona, Bensheim, Alemanha), o segundo grupo usou o equipamento Cranex Tome Multimodal Unit® (Soredex, Helsinki,

Finlândia) e por último o terceiro grupo obteve as imagens por meio do equipamento Orthopantomograph® 10 (Siemens AG, UB Med, Bensheim, Alemanha; Palomex Instrumentarium Hyryla, Finlândia). Para as imagens digitais os pesquisadores aplicaram três diferentes filtros. As imagens digitais foram exibidas em um monitor e as convencionais em uma caixa de visualização mascarada em um quarto escuro. Os observadores foram cegados quanto ao tipo de radiografia, e estes ainda não puderam manipular as imagens digitais. A partir desta pesquisa, os autores concluíram que a qualidade da imagem obtida com o Cranex Tome® e o Orthopantomograph® (unidades convencionais) foi significativamente melhor do que aquela obtida com o Ortophos® (unidade digital), porém quando o contraste foi aplicado às imagens digitais o diagnóstico melhorou de forma significativa.

Com o intuito de comparar a radiografia panorâmica convencional com a digital, quando da avaliação da localização do canal mandibular para prevenir danos ao nervo alveolar inferior durante a remoção dos terceiros molares, Szalma et al. (2012) avaliaram 400 exames com aquisição convencional e 272 exames com aquisição digital. Os pesquisadores analisaram quatro sinais específicos como interrupção da linha cortical superior, desvio, estreitamento e sobreposição do canal mandibular sobre as raízes do terceiro molar. Os valores preditivos positivos das características observadas foram encontrados entre 3,6% e 10,9%, nas radiografias convencionais enquanto que nas radiografias digitais variou de 2,9% para 7,9%, podendo concluir que o estudo não demonstrou diferença significativa entre a precisão da imagem convencional e da digital para predizer dano e parestesia pós-operatória do nervo alveolar inferior.

Benediktsdottir et al. (2002) compararam a acurácia de radiografias panorâmicas convencionais e digitais para a avaliação da posição e morfologia de terceiros molares inferiores, assim como a presença de anomalias dentárias e patologias. Para tal, analisaram 335 pacientes totalizando 388 terceiros molares inferiores. Para a aquisição das imagens os autores utilizaram sete aparelhos diferentes, sendo cinco digitais e dois convencionais. Dois

observadores determinaram os escores categóricos de cinco variáveis anatômicas como: estado da impacção, posição dentária, número de raízes, morfologia das raízes e a proximidade com o canal mandibular. Também apontaram a presença ou ausência de anomalias dentárias, cáries, cistos, espaço folicular aumentado e outras patologias. Com este estudo, concluíram que as imagens produzidas pelos cinco equipamentos digitais, quando confrontadas com as obtidas com os aparelhos convencionais foram igualmente capazes para a avaliação dos terceiros molares inferiores, bem como no diagnóstico de anomalias dentárias e patologias.

Em se tratando de um exame que utiliza raios X para obtenção das imagens, a dose de radiação é um fator importante. Neste sentido, Farman e Farman (1998), avaliaram a dose de radiação da radiografia panorâmica digital com sistema CCD com o equipamento Orthopantomograph® OP 100 (Instrumentarium Imaging, Finlândia) e o conversor DigiPan®. As imagens digitais foram adquiridas, utilizando a dosimetria fantasma (Alderson Research Laboratories, CT) com configurações de 60, 66, 70 e 80 quilovoltagem (kVp) e 2.0, 3.2, 6.4 e 10.0 miliamperes (mA). O tempo de exposição foi fixado conforme o padrão do fabricante, 17,6 segundos. A qualidade da imagem para diagnóstico foi analisada por dois radiologistas e um patologista. As exposições foram avaliadas nos pontos de entrada de feixe de raios X nos dentes posteriores e anteriores, tanto usando o DigiPan® quanto o filme convencional. Com a DigiPan®, a qualidade da imagem aceitável foi alcançado com combinações de 60 kVp e 3.2, 6.4 ou 10 mA, 70 kVp e 2.0, 3.2 ou 6,4 mA e não foi aceitável em todos para 80 kVp independentemente do mA. Desta forma, a redução da exposição aos raios X foi alcançada usando um kVp de gama média (66 a 70 kVp) combinado com uma configuração baixa de mA. Assim, os pesquisadores concluíram que os dispositivos CCD permitem a redução substancial na exposição sem afetar a qualidade da imagem.

Na mesma linha de pesquisa, Dannewitz et al. (2002), avaliaram o efeito da redução de radiação na aquisição de radiografias panorâmicas digitais na percepção da qualidade da imagem e na capacidade diagnóstica. Foram

realizadas duas tomadas panorâmicas de 100 pacientes, onde a primeira dose de radiação foi a recomendada pelo fabricante e a segunda dose de radiação foi reduzida entre 43% e 81%, sendo analisadas por 10 observadores, 21 áreas anatômicas e 30 achados patológicos. A quantificação da qualidade foi dividida em categorias, definida como: um, quando excelente e cinco, quando insuficiente para o diagnóstico. Todas as obtenções das imagens com redução de dose de radiação tiveram números menores para a marcação dos pontos anatômicos. Não houve diferença dos escores para os achados patológicos. Com esses resultados, os pesquisadores concluíram que as imagens com dose reduzida tiveram qualidade de imagem inferior, entretanto, não houve diferença na capacidade diagnóstica. Por conseguinte, as imagens com dose reduzida apresentaram qualidade inferior, mas redução de aproximadamente 50% na dose de radiação e em algumas situações, como nos exames para casos de preservação, uma redução de 65% pode ser considerada.

Gijbels et al. (2005) realizaram estudo no qual mediram a dose de radiação durante a realização de radiografias panorâmicas em aparelhos distintos. Os pesquisadores utilizaram um manequim antropomórfico o qual foi preenchido com um dosímetro termoluminescente, onde realizaram 10 exposições consecutivas com cinco aparelhos de radiografias panorâmicas digitais diferentes. Concluíram que os equipamentos digitais entregam uma dose de radiação menor que os aparelhos convencionais, e que novos estudos devem tentar reduzir as doses de radiação preservando uma boa qualidade de imagem.

Shousha, Hafez e Ahmad (2011) realizaram um estudo dosimétrico das doses efetivas resultantes durante as radiografias panorâmicas, radiografias cefalométricas e radiografias intraorais. Medições das doses foram realizadas em adultos homens, na região de cabeça e pescoço e nos tecidos adjacentes (medula óssea, cérebro, olhos, glândula tireóide, glândulas salivares e pele) através da dosimetria fantasma *in vitro* (Alderson Research Lab, Stanford, CA, EUA). O total da dose efetiva para a radiografia panorâmica ficou entre 2 e 2,4 microSievert (μSv), para a radiografia panorâmica com a radiografia

cefalométrica oscilou entre 4,7 e 5,5 μSv e no levantamento periapical completo obteve 8,5 μSv . Portanto as doses efetivas totais resultantes do exame panorâmico estão muito abaixo daqueles resultantes a partir da técnica intraoral. Os pesquisadores ainda ressaltam que o princípio ALARA deve ser seguido e que o paciente deve ser protegido durante os exames.

Em vista desse aspecto, a radiografia panorâmica deve ser indicada somente após o exame clínico do paciente, considerando os achados anamnésicos e a necessidade individual de cada caso (WHITE et al., 2001), pois a *International Commission on Radiological Protection* (ICRP), 1991, suporta a teoria de que a radiação a qualquer tipo de tecido tem o potencial para induzir transformação maligna, afirmando que não existe uma dose limiar abaixo do qual a radiação é previsivelmente segura.

2.2 Tomografia Computadorizada

A tomografia computadorizada (TC) é um método complementar de diagnóstico, a qual foi desenvolvida por Sir Godfrey Newbold Hounsfield, na década de 60, e que resultou no prêmio Nobel de Medicina ao pesquisador em 1979. Desde então, diversas inovações vêm ocorrendo, melhorando assim a forma de aquisição e a avaliação dos dados obtidos (CAVALCANTI, 2008).

A TC consiste em uma imagem que representa uma secção, *slice* ou “fatia” do corpo sem qualquer sobreposição, utilizando um feixe de raios X colimado em forma de um leque que gira ao redor do paciente, associado a uma rede de sensores (MENDES, 2007).

O tomógrafo computadorizado é composto por: *gantry*, o qual contém sensores, colimadores e a fonte de raios X; mesa, local onde o paciente é posicionado e levado até o *gantry* e *workstation* (computador) que gera os dados que formarão as imagens (GARIB et al., 2007).

Durante a captura da imagem, o tubo de raios X gira ao redor do paciente, resultando na aquisição de informações de uma determinada fatia em vários ângulos diferentes. Os raios X interagem com o corpo e sofrem atenuações. O conjunto de informações como intensidade dos raios X, ângulo e fatia é processado pelos sensores e transformado em sinais elétricos, os quais são enviados ao computador. Já no computador, *softwares* fazem a leitura dessas informações e por meio de cálculos matemáticos formam múltiplas projeções de uma determinada fatia e as transforma em uma matriz de imagem composta por cubos denominados de *voxel* (*volume elements*), cujas paredes são constituídas por quadrados chamados de *pixels* (ELIAS, 2007; MENDES, 2007).

Um avanço importante na obtenção das imagens foi proporcionado pela técnica de aquisição helicoidal ou espiral. O tomógrafo helicoidal é capaz de adquirir a imagem com bastante rapidez, tendo em vista que uma fatia pode ser obtida em poucas dezenas de milissegundos (BRINK, 1995; GARVEY e HANLON, 2002).

A TC apresenta alto poder de contraste, o que justifica a boa resolução da imagem. Pequenas diferenças na densidade tecidual podem ser notadas e traduzidas em 5.000 tons de cinza em cada *pixel*. Adicionalmente, a TC permite manipular as imagens com a ajuda da computação gráfica e antagonicamente às radiografias convencionais, o fator de magnificação da TC é nulo, logo, a imagem que a TC reproduz é no tamanho real do objeto (GARIB et al., 2007).

Aos *voxels* e aos *pixels* são atribuídas coordenadas espaciais nos três planos do espaço (coronal, sagital e axial) e valores na escala de cinza de Hounsfield. A escala de Hounsfield é composta pelas unidades de Hounsfield. A densidade de cada *voxel* depende da quantidade de atenuação que os raios X sofreram. Como referência de calibração, é usado o coeficiente de atenuação da água, sendo a este atribuído o valor “zero” na escala de Housfield. Esta escala varia de – 1000 a + 1000, e esses valores dependem da densidade das

estruturas, do número atômico, dos elementos químicos e da sua espessura (FARMAN, 2006).

Após o processamento do volume primário pelo computador, as imagens podem ser reformatadas nos cortes axiais, coronais e sagitais e ainda podem ser reconstruídas tridimensionalmente. Indiferente do tipo de reconstrução, a imagem não sofre sobreposição das estruturas. Ainda essas imagens podem ser armazenadas no formato *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) que é um sistema universal que permite a interoperabilidade dos sistemas usados para a produção, armazenamento, visualização, processamento, envio e impressão de imagens médicas e documentos correlatos (CAVALCANTI, 2008).

A TC exhibe como vantagens a visualização dos diferentes tipos de tecidos, duros e moles, a possibilidade de reconstrução de imagens nos três planos do espaço, reconstrução tridimensional, intensificação de imagens pelo uso de contrastes intravenosos e a possibilidade de manipulação das imagens. As desvantagens abrangem o alto custo do equipamento, a alta dose de radiação, a limitação da técnica quando há artefatos metálicos (como implantes dentários e restaurações metálicas). O artefato causado é denominado como *beam hardening* ou efeito de endurecimento do feixe de raios X, que dá um brilho maior as bordas do que o centro do objeto metálico. Esse artefato é gerado porque há um significativo aumento da energia do feixe ou endurecimento deste quando ultrapassa o objeto metálico. Quando a superfície do material metálico é irregular causa dificuldade na diferenciação entre o *beam hardening* e as variações do material metálico. O resultado são faixas claras e brilhantes, com gradientes marginais não lineares e erros nas amostras da superfície de um implante ou restauração, diminuindo a visualização da área envolvida. Este fato ocorre devido ao elevado número atômico dos metais que atenuam os raios X, muito mais que os tecidos moles e o osso, bloqueando grande parte dos fótons que deveriam se chocar com os detectores (CAVALCANTI, 2009) e o risco associado ao uso de meios de contrastes intravenosos (WHAITES, 2003).

Quanto a dose de radiação, Rodrigues et al. (2005) apontam que a TC emite valores de 364 a 1,200 μSv no escaneamento da mandíbula e 100 a 3,324 μSv na maxila. Garib et al. (2007), afirma que a alta dose de radiação recebida pelo paciente durante o exame é indiscutivelmente maior quando comparada as radiografias convencionais, porém é difícil quantificar, porque a dose de radiação da TC varia conforme a área escaneada, a espessura do corte, e os ajustes do aparelho, assim como o tipo do aparelho. Desta forma, a TC deve ser prescrita com critério e em casos bem selecionados.

2.3 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

A TCFC foi desenvolvida para Odontologia a partir dos estudos de Mozzo et al. (1998) no final da década de 90 na Universidade de Verona. Estes apresentaram um moderno aparelho de TC volumétrica, o NewTom-9000®.

A TCFC utiliza feixes de raios X de forma cônica com largura suficiente para compreender toda a região de interesse. Os raios X são capturados por um intensificador de imagens (substituto do filme radiográfico) e um sensor sólido: CCD (podendo também ser uma placa de silício ou selênio amorfa) que, associado com a fonte de raios X, translada em torno da cabeça do paciente durante o mapeamento. As informações obtidas através desse escaneamento são transferidas para o computador, onde um programa específico faz a leitura das mesmas, resultando na imagem final (CAVALCANTI, 2009).

Depois de processada, são geradas imagens em vários planos anatômicos (axial, coronal e sagital) que permitem examinar as estruturas em todos os ângulos, possibilitando também a reconstrução panorâmica e a reconstrução em terceira dimensão (CAVALCANTI, 2009). Neste conjunto de ações são projetadas as imagens (uma por grau de rotação) que são unidas, formando a imagem tridimensional do objeto. A voltagem do tubo é invariável e medida em kV e a corrente elétrica, medida em mA, que é verificada por meio

de um controlador de exposição automática (SCARFE, FARMAN e SUKOVIC, 2006).

Assim como na TC, a imagem digital gerada é formada a partir de uma disposição matricial composta por linhas *versus* colunas que dão origem as estruturas retangulares ou quadradas denominadas de *pixels*. As dimensões de cada *pixel* mudam conforme o aparelho e também de acordo com o tamanho da imagem que o tomógrafo irá reproduzir. Cada *pixel* apresenta um valor específico de tonalidade de cinza relacionado à escala utilizada (8 bits – 256 tons de cinza, 16 bits – 65.636 tons de cinza). Desta forma, os *pixels* dão origem às imagens bidimensionais. O volume tridimensional da imagem é obtido através do *voxel*. Desta forma, o *pixel* seria a face de um dado enquanto que o *voxel* seria o cubo correspondente ao dado (CAVALCANTI, 2009).

A qualidade da imagem está diretamente ligada ao *voxel*, por isso uma das características desejadas ao *voxel* é que ele seja isotrópico, ou seja, que todas suas dimensões mostrem-se iguais, formando um cubo perfeito, entretanto outros fatores acabam interferindo na nitidez final da imagem, como a qualidade do sensor, o projeto do aparelho, o *software* e a estabilidade do paciente (CAVALCANTI, 2009; WHITE e PHAROAH, 2007).

No estágio de rotação do tomógrafo, que pode variar de 180 a 360 graus ao redor da cabeça do paciente, são obtidas as projeções da área irradiada de acordo com a colimação determinada. Esta colimação indicará o campo de visão, FOV (*field of view*), o qual poderá variar desde o arco mandibular até o maxilar unitariamente, ambos os arcos ou ainda todo o complexo maxilofacial, compreendendo a base da mandíbula até o seio frontal, de acordo com o aparelho utilizado (SCARFE, 2008).

As primeiras imagens obtidas são definidas como imagens-base, dados de projeção ou *raw data*. A TCFC têm suas imagens a partir do pós-processamento das imagens-base. Antes da obtenção da imagem, é possível selecionar diferentes parâmetros que modificam o tempo de aquisição (de 10

segundos para crianças/pacientes idosos a 40 segundos para a máxima qualidade da imagem) e o tamanho do *voxel* que vai formar a imagem. A capacidade de resolução submilimétrica da TCFC permite excelente visualização das estruturas ósseas englobadas no exame. Com o FOV pré-estabelecido pelo operador, todas as imagens serão processadas pelo computador, originando três cortes: axial, coronal e sagital (CAVALCANTI, 2009, WHITE e PHAORAH, 2007). Existem modelos que podem apresentar resoluções compreendidas entre 0,076 e 0,4mm (SCARFE e FARMAN, 2008).

De acordo com Sezgin et al. (2012) o tamanho do FOV (Figura 2) deve ser cuidadosamente escolhido para evitar uma excessiva exposição do paciente à radiação. O FOV amplo deve ser utilizado apenas em condições em que um FOV restrito for insuficiente para demonstrar a região de interesse.

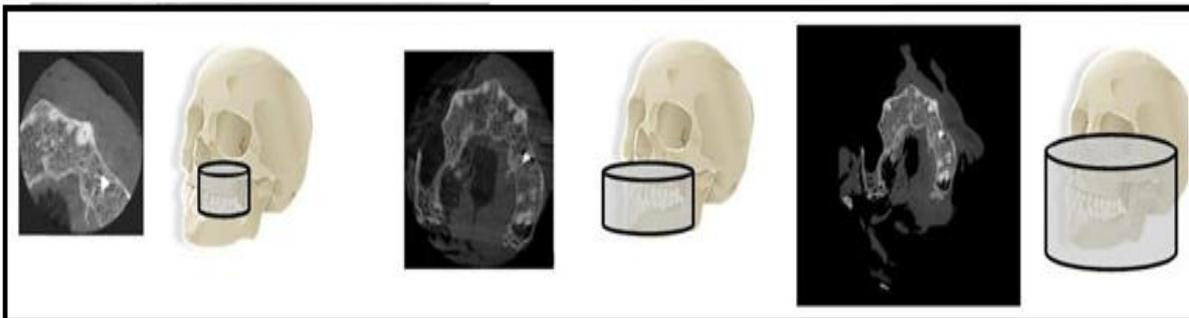


Figura 2- Diferentes tamanhos do FOV. Fonte: VANDENBERGHE, JACOBS e BOSMANS, 2010.

Em virtude do sistema de captura de imagem (baixo kV e baixa mA que tem por consequência a capacidade da ampola semelhante a de aparelhos para radiografias panorâmicas) a TCFC é um ótimo exame para análise de estruturas ósseas. É este regime de trabalho que possibilita a baixa dose de radiação utilizada no exame tomográfico (WHITE e PHAROAH, 2007).

White e Pharoah (2007), afirmam que a dose de radiação efetiva indicada pela ICRP em 2005, para vários tomógrafos de feixe cônico varia de 52 a 1025 μSv , dependendo do tipo e modelo do equipamento e do protocolo de imagem utilizada. Estes valores seriam aproximadamente equivalentes de 4 a 77 radiografias panorâmicas digitais (cerca de 13,3 μSv). Pontuam ainda que

a dose de radiação do paciente pode ser reduzida com a colimação do feixe de raios X, elevação do mento e protegendo a tiróide e a coluna cervical com o colar blindado. A TCFC oferece uma redução da dose de entre 96% e 51% em comparação com tomografia convencional (1400 a 2100 μ Sv) .

A TCFC tornou-se um exame de eleição para o tecido ósseo em função da qualidade da imagem, que possibilita a visualização das estruturas anatômicas sem sobreposição, a análise da mesma imagem sob diversos ângulos, as reconstruções multiplanares que permitem profunda exploração das estruturas, a reconstrução tridimensional que auxilia na visualização do exame e a capacidade de transmissão desse exame de forma rápida via internet (SCARFE, FARMAN e SUKOVIC, 2006).

Todavia, apesar da magnitude do exame de TCFC, assim como ocorre na TC, algumas situações podem reduzir bastante a qualidade desse exame, como por exemplo, a presença de materiais metálicos na cavidade bucal (restaurações metálicas, implantes dentários ou contenções cirúrgicas).

Na Odontologia, a TCFC pode ser usada para o diagnóstico de patologias, traumas, avaliação dos seios paranasais e disfunções da articulação temporomandibular (ATM) assim como a visualização de dentes retidos e mensurações dos sítios receptores de implantes dentários (Rodrigues e Vitral, 2007).

Em 2006, Arnheiter, Scarfe e Farman, realizaram a leitura de 329 solicitações TCFC entre maio de 2004 a janeiro de 2006, na Universidade de Louisville, procurando delinear o perfil dos profissionais requerentes, dos pacientes e os motivos para a indicação da TCFC. A média de idade dos pacientes foi de 21 a 45 anos, com 62% da amostra sendo do sexo feminino. Dentre os profissionais que mais solicitaram esta modalidade de exame estavam os cirurgiões bucomaxilofaciais com 51% seguido pelos periodontistas, 17%. As causas que motivaram a solicitação dos exames foram: planejamento para instalação de implantes dentários (40%), suspeita de

patologias (24%) e avaliação da ATM (16%). Os demais motivos foram a avaliação de dentes inclusos e o pré-tratamento ortodôntico. Na metade do término da pesquisa, houve crescimento nas indicações de TCFC para implantes, assim como nas solicitações das imagens DICOM para cirurgias guiadas. Com esse estudo, os autores concluíram que as requisições para diagnóstico de patologias devem manter-se estáveis, enquanto que as cirurgias guiadas por modelos e por imagens aumentarão o número de indicações da TCFC na Odontologia.

2.4 Reconstrução Panorâmica da TCFC

Adicionalmente às reconstruções multiplanares axiais, coronais e sagitais, o programa que acompanha o tomógrafo computadorizado de feixe cônico permite gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais como a panorâmica (Figura 3) e as telerradiografias em normas lateral e frontal (GARIB et al., 2007).



Figura 3- Reconstrução panorâmica a partir da TCFC. Fonte: Imagem cedida gentilmente pela clínica Márcio Corrêa.

Hilgers et al. (2005) realizaram um estudo para comparar a acurácia de medidas lineares da ATM, assim como das estruturas adjacentes vistas nesta

imagem, com as medidas correspondentes realizadas em radiografias cefalométricas laterais digitais, pósterio anterior (PA) e submentovértice, complementadas ainda com as medidas reais dos crânios secos. Foram medidos 11 pontos anatômicos de 25 crânios secos. De acordo com os resultados, concluíram que as imagens oriundas das TCFC possibilitam medidas lineares da ATM e da mandíbula confiáveis e com capacidade diagnóstica.

Moshiri et al. (2007) avaliaram em um crânio seco a acurácia de medidas cefalométricas. Utilizando um paquímetro digital foram obtidas as medidas lineares reais, e comparadas com a cefalometria das radiografias teleperfil convencional e em duas imagens de perfil adquiridas com a TCFC. As medidas foram realizadas por três avaliadores. O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) foi menor nas imagens cefalométricas convencionais do que nas mensurações reais e da TCFC. Os pesquisadores concluíram que as medidas de radiografias cefalométricas convencionais foram menos precisas do que as provenientes da TCFC. Entretanto, outros trabalhos mostram que as imagens laterais reconstruídas e convencionais apresentam similaridade de resultados de precisão (LIEDKE et al., 2012).

Ludlow et al. (2007) realizaram um estudo para avaliar a eficácia das medidas em mandíbulas por meio da TCFC em 28 crânios secos. As medidas lineares foram feitas usando reconstruções panorâmicas e axiais com três posições diferentes dos crânios e previamente preparado com medidas verticais e horizontais, através da localização pré-determinada com fios ortodônticos metálicos. O equipamento utilizado para a TCFC foi o NewTom 9000® (Verona, Itália), com FOV de 9 polegadas. Para as medidas nas imagens utilizaram o *software* NewTom 3G® e para as medidas reais utilizaram um paquímetro digital. A partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que ambas as técnicas bi e tridimensionais são aceitáveis para aferição de medidas mandibulares e que as medidas realizadas por meio da TCFC não foram significativamente influenciadas pelo posicionamento do crânio durante a aquisição da imagem.

Na pesquisa realizada por Goulet, Fortin e Thierry (2008) utilizaram o tomógrafo computadorizado de feixe cônico NewTom 9000® (Quantitative Radiology, Verona, Itália) para avaliar medidas de espessura e altura óssea. Os autores submeteram ao exame por imagem três maxilares secos, onde cada maxilar foi demarcado com três marcadores radiopacos na crista óssea. Com um paquímetro digital, realizaram 14 medidas da espessura e da altura óssea e após analisaram as imagens com o *software* EasyGuide® (Keystone Dental, Inc., Burlington, MA, EUA). A compilação dos dados mostrou não haver diferença entre as medidas reais e as medidas feitas nas imagens. Desta forma, os autores concluíram que a técnica de TCFC é confiável para quantificar o tecido ósseo na região posterior da maxila para a instalação de implantes dentários.

3. METODOLOGIA

Metodologia é definida como o estudo da organização, dos passos a serem realizados para elaborar um estudo, uma pesquisa ou para fazer ciência (FONSECA, 2002).

A revisão de literatura tem como função apresentar um panorama sobre determinado assunto, abordando resumidamente as principais ideias discutidas por outros autores (GERHARDT e SILVEIRA, 2009). Para tal, Fonseca, 2009, pontua que a revisão de literatura é realizada a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas, como: livros, artigos científicos e páginas de *web sites*. O autor comenta ainda que a revisão de literatura é parte fundamental de qualquer estudo, pois é por meio da revisão que se colhe as respostas das hipóteses do problema ao qual se está buscando a solução.

Este trabalho constitui-se de um estudo de revisão de literatura onde se realizou uma síntese das informações disponíveis até o presente momento sobre o histórico do diagnóstico por imagem, a radiografia panorâmica, TCFC e a reconstrução panorâmica por meio da TCFC, sua aplicabilidade, sua eficácia diagnóstica e seu desempenho quando comparado com a radiografia panorâmica convencional e digital.

A coleta de dados incluiu as bases de consulta: PubMed (*US National Library of Medicine National Institutes of Health*), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), *National Library of Medicine* (MedLine), além da biblioteca do curso de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS – Biblioteca Malvina Viana Rosa). Definiu-se como limitação temporal o período de 1991 até os dias atuais. Como palavras-chave na busca foram utilizados os termos: radiografia panorâmica, tomografia computadorizada de feixe cônico, tomografia computadorizada cone beam, reconstrução panorâmica por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico. Estas palavras foram dispostas separadamente ou conjuntamente na língua inglesa e portuguesa.

Foram selecionados 39 artigos e sete livros onde os critérios de inclusão foram: a presença das palavras-chave selecionadas e a limitação temporal do período pré-determinado.

4. DISCUSSÃO

Atualmente, as técnicas convencionais de imagem estão sendo substituídas pelas imagens digitais. A radiografia panorâmica convencional vem perdendo espaço para radiografia panorâmica digital e a TCFC está sendo amplamente utilizada pela sua excelente qualidade de imagem. Apesar de as doses de radiação da TCFC serem baixas em comparação com a TC convencional, são significativamente maiores do que as técnicas radiográficas tradicionais (ROBERTS et al., 2009). Desta forma, o princípio ALARA continua sendo atual para o diagnóstico e para a prescrição de qualquer exame radiográfico, os riscos *versus* benefícios devem ser sempre levados em consideração (FARMAN, 2005).

Em função desses aspectos, para que se confronte o benefício do exame com o risco potencial que ele oferece aos pacientes, muitos estudos tem se proposto a comparar as técnicas radiográficas. Com esse objetivo, Tal e Moses (1991) realizaram pesquisa com 10 pacientes comparando a acurácia da radiografia panorâmica e da TC na avaliação de áreas mandibulares para instalação de implantes. Os pesquisadores mediram a distância entre a crista óssea alveolar edêntula e o bordo superior do canal mandibular. A distância precisa entre a crista óssea alveolar edêntula e o bordo superior do canal mandibular foi determinada por meio de radiografias pós-operatórias e a altura conhecida dos implantes colocados. Os autores concluíram que, apesar de as imagens das TC serem mais precisas, a radiografia panorâmica é suficientemente eficiente para as rotinas clínicas usuais. Em contrapartida, a TC tem a vantagem adicional no pré-operatório, pois demonstra as dimensões horizontais e a forma da mandíbula, bem como a topografia e localização vestibulo-lingual do canal mandibular.

Embora alguns estudos (Hilgers et al., 2005; Moshiri et al., 2007) mostrem vantagens dos exames de TCFC sobre exames radiográficos, outros mostram equivalência de medições nos exames (Ludlow et al., 2007; Liedke et al., 2012).

Ainda, Goulet, Fortin e Thierry (2008) demonstraram por meio da compilação dos dados do seu estudo, que não há diferença entre as medidas reais e as medidas feitas nas imagens da TCFC. Assim, os autores definem que a técnica de TCFC é confiável para quantificar o tecido ósseo na região posterior da maxila para a instalação de implantes dentários.

Pawelzik et al. (2002) compararam radiografias panorâmicas convencionais com tomografias computadorizadas na avaliação pré-operatória de terceiros molares inferiores impactados. Os pesquisadores concluíram que a TCFC, em cortes para-axiais, foi significativamente mais nítida na percepção do canal mandibular do que as radiografias panorâmicas. Porém, para a avaliação de terceiros molares inferiores impactados as radiografias panorâmicas convencionais demonstraram ser melhores do que as reconstruções panorâmicas, sendo estas consideradas ferramentas inválidas e insuficientes. Opostamente, Angelopoulos et al. (2008) compararam as radiografias panorâmicas e as radiografias reformatadas a partir da TCFC na avaliação do canal mandibular previamente à cirurgia de implantes ósseo integrados. Os autores concluíram que as imagens panorâmicas reformatadas da TCFC foram superiores às radiografias panorâmicas digitais quando da visualização do canal mandibular.

Ghaemina et al. (2011) realizaram pesquisa prospectiva comparando a radiografia panorâmica com a TCFC, em relação ao risco cirúrgico de lesão do nervo alveolar inferior. Após a análise da TCFC, um número importante de terceiros molares foi reclassificado para um menor risco de lesão ao nervo alveolar inferior em comparação com as radiografias panorâmicas, conseqüentemente os resultados deste estudo mostraram que a TCFC contribuiu para o planejamento e avaliação do risco cirúrgico, quando comparada a radiografia panorâmica.

Com o propósito de examinar caninos superiores impactados, Alqerban et al. (2011) confrontaram dois sistemas de TCFC com a radiografia panorâmica. As informações resultantes deste estudo permitiram aos

pesquisadores concluir que a TCFC é mais sensível do que a radiografia panorâmica, tanto para a localização e identificação do canino superior impactado assim como para a avaliação da reabsorção radicular dos dentes adjacentes.

Pittayapat et al. (2013) realizaram estudo comparando a qualidade de imagem subjetiva e validade diagnóstica entre a reformatação panorâmica da TCFC com radiografias panorâmicas digitais. Os resultados mostraram que as imagens das radiografias panorâmicas são significativamente melhores para o diagnóstico subjetivo e que as imagens panorâmicas reformatadas são moderadas ou boas, entretanto a dose de radiação deve ser levada em consideração, assim o exame de TCFC deve ter uma indicação clara.

Em relação à dose de radiação, Rodrigues et al. (2010) e Garib et al. (2007) defendem que a TC fornece alta dose de radiação e por isso deve ser prescrita com critério na Odontologia, da mesma forma que White e Pharoah (2007).

Roberts et al. (2009) realizaram uma pesquisa para calcular a dose eficaz entregue ao paciente durante os exames tomográficos em odontologia. Os pesquisadores concluíram que as doses de TCFC são baixas em comparação com a TC convencional, mas significativamente maiores do que técnicas convencionais de radiografia. Sezgin et al. (2012) também realizaram uma pesquisa dosimétrica comparando a radiografia panorâmica, TCFC e TCFL (*multislice*). Do mesmo modo, concluíram que as doses da TCFC não são suficientemente baixas para permitir a sua utilização como um exame por imagem de rotina. Indicam que o tamanho do FOV deve ser cuidadosamente escolhido, pois isto influencia, diretamente, a exposição do paciente à radiação.

Pfeipper, Bewerdorf e Schmage, 2012 alertam que apesar das inovações tecnológicas, a radiografia panorâmica ainda é um método de diagnóstico preliminar, para o profissional avaliar a necessidade de exames mais precisos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das radiografias tradicionais, em especial a radiografia panorâmica, não pode ser descartado na prática clínica, pois mesmo com as modernas técnicas, essas modalidades não perderam o seu valor.

A TCFC apresenta alto poder diagnóstico auxiliando inestimavelmente na conduta odontológica. Uma vez realizada permite a obtenção da reconstrução panorâmica, o que dispensaria a realização da radiografia panorâmica.

Portanto, é fundamental que os critérios de seleção sejam baseados em evidências, para que os benefícios de uma investigação por meio da TCFC sejam superiores a quaisquer potenciais riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALQERBAN, A. et al. Comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. **European Journal of Orthodontics**, v. 33, p. 93-102, 2011.

ANGELOPOULOS, C. et al. Digital Panoramic Radiography: An Overview. **Semin Orthod.**, v. 10, p. 194-203. 2004.

ANGELOPOULOS, C. et al. Comparison between digital panoramic radiology and cone-beam computed tomography for the identification of the mandibular canal as part of presurgical dental implant assessment. **Journal Oral Maxillofacial Surgery**, v. 66, n. 10, p. 2130-2135, 2008.

ARNHEITER, C.; SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G. Trends in maxillofacial cone-beam computed tomography usage. **Oral Radiol.**, Tokyo, v.22, n.2, p. 80-85, Dec. 2006.

BENEDIKTSDOTTIR, I.S. et al. Accuracy of digital and film panoramic radiographs for assessment of position and morphology of mandibular third molars and prevalence of dental anomalies and pathologies. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 32, n. 2, p. 109-115, Mar. 2002.

BRINK, J. A. Technical aspects of helical (spiral). **Radiol. Clin. North America.**, Philadelphia, v. 33, n. 5, p. 825-41. Sept., 1995.

CAVALCANTI, M. Diagnóstico por Imagem da Face. 1. ed. São Paulo: Santos livraria e editora, 2008.

CAVALCANTI, M. Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico - Interpretação e Diagnóstico para o Cirurgião-Dentista. 1. ed. São Paulo: Santos livraria e editora, 2009.

DANNEWITZ, B. et al. Effect of dose reduction in digital dental panoramic radiography on image quality. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsfills, v. 31, n. 1, p. 50-55, Jan., 2002.

ELIAS, J.J. Ciências da imagem e física médica. Disponível em http://cci.fmrp.usp.br/siaenet/novo_siae/download/Tomografia.pdf. Acesso em 08 nov. 2012.

FARMAN, A.G. ALARA still applies. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 100 n. 4, p. 395-97, October, 2005.

FARMAN, A.G. Panoramic radiographic images and the prediction of asymmetry. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsfills, v. 35, n. 2, p. 129, Mar, 2006.

FARMAN, A.G.; FARMAN, T.T. Panoramic Dental Radiography Using a Charge-Coupled Device Receptor. **Journal of Digital Imaging**. V. 11, n. 3, p. 166-168, Aug. 1998.

FREITAS, A.; ROSA, J. E.; SOUZA, I. F. Radiologia Odontológica. 6. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

GARIB, D.G. et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na ortodontia. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial.**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 139-156 mar./abr. 2007.

GARVEY, C. J.; HANLON, R. Computed tomography in clinical practice. **BMJ.**, v. 324, n. 4, p. 1077-80, May., 2002.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. Métodos de pesquisa. 1 ed. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2009.

GHAEMINIA, H. et al. The use of cone beam CT for the removal of wisdom teeth changes the surgical approach compared with panoramic radiography: a pilot study. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 40, [S.N.], p. 834–839, Apr. 2011.

GIJBELS, E. et al. The subjective image quality of direct digital and conventional panoramic radiography. **Clin Oral Invest.**, v. 4, p. 162-167, 2000.

GIJBELS, F. et al. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: Patient exposure. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 34, n. 3, P. 145-149, May. 2005.

GOULET, V.S.; FORTIN, T.; THIERRY, A. Accuracy of Linear Measurement Provided by Cone Beam Computed Tomography to Assess Bone Quantity in the Posterior Maxilla: A Human Cadaver Study. **Clinical Implant Dentistry and Related Research.**, v. 10, n. 4. 2008

HILGERS, M. L. et al. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. **m. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.**, St. Louis, v. 128, n. 6, p. 803-811, Dec. 2005.

LIEDKE, G. S. et al. Comparative study between conventional and cone beam CT-synthesized half and total skull cephalograms. **Dentomaxillofac Radiol.** V. 41, n. 2, p. 136-142, Feb. 2012.

LUDLOW, J. B. et al. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 103, n. 4, p. 534-542, Apr. 2007.

MENDES, R. Produção de imagens por raios X convencional e produção de imagens por tomografia computadorizada. Disponível em: <http://rikmendes.vilabol.uol.com.br/Bioimagem.htm#tomografia>. Acesso em 08 nov. 2012.

MOSHIRI, M. et al. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. **Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.**, St. Louis, v. 132, n. 4, p. 550-560, Oct. 2007.

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, n. 9, p. 1558-1564, 1998.

PAWELZIK, J. et al. A comparison of conventional panoramic radiographs with volumetric computed tomography images in the preoperative assessment of impacted mandibular third molars. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 60, n. 9, p. 979-984, Sept. 2002.

PFEIFFER, P.; BEWERSDORF, S.; SCHMAGE, P. The Effect of Changes in Head Position on Enlargement of Structures During Panoramic Radiography. **Int J Oral Maxillofac Implants.**, v. 27, n. 1, p. 55-63. 2012.

PITTAYAPAT, P. et al. An in vitro comparison of subjective image quality of panoramic views acquired via 2D or 3D imaging. **Clin Oral Invest.**, v 17, p. 293-300, 2013.

ROBERTS, J.A. et al. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. **British Journal of Radiology.**, v. 82, [S.N.], p. 35-40, Jan. 2009.

RODRIGUES, A.F.; VITRAL, R. W. Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr.**, João Pessoa, v. 7, n. 3, p. 317-324, Set./Dez. 2007.

- RODRIGUES, M.G.S. et al. Tomografia computadorizada por feixe cônico: formação da imagem, indicações e critérios para prescrição. **Odontol. Clín.- Cient.**, Recife, v. 9, n. 2, p. 115-118, abr./jun., 2010.
- RUSHTON, V.E.; HORNER, K.; WORTHINGTON, H.V. The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. **British Dental Journal.**, v. 3, p.186-630, 1999.
- SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G. What is cone-beam CT and how does it work? **Dent Clin N Am.**, v. 2, p. 707-30, 2008.
- SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G.;SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **J. Can. Dent. Assoc.**, Ottawa, v. 72, n. 1, p. 75-80, Feb.2006.
- SEZGIN, S. et al. Comparative dosimetry of dental cone beam computed tomography, panoramic radiography, and multislice computed tomography. **Oral Radiol.**,v. 28, n. , p. 32-37. Dec, 2012.
- SHOUSHA, A.H.; HAFEZ, A.E.; AHMAD, F. Dosimetric study of the effective doses resulting during dental X-ray and panoramic radiography. **Radiation Effects & Defects in Solids.**, v. 166, n. 1, p. 67-73, Jan. 2011.
- SZALMA, J. et al. Digital Versus Conventional Panoramic Radiography in Predicting Inferior Alveolar Nerve Injury After Mandibular Third Molar Removal. **The Journal of Craniofacial Surgery.**, v. 23, n. 2, Mar. 2012.
- TAL, H.; MOSES, O. A comparison of panoramic radiography with computed tomography in the planning of implant surgery. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 20, n. 1, p. 40-42, Feb. 1991.
- TANNER, R.J. et al. Frequency of medical and dental x-ray examinations in the UK-1997/98. Chilton: **National Radiological Protection Board R320**; 2000.

TAVANO, O.; ALVAREZ, L.C. Técnicas Radiográficas. In:_____. **Curso de Radiologia em Odontologia**. 4. Ed. São Paulo: Liv. Santos, 2002.

VANDENBERGHE, B.; JACOBS, R.; BOSMANS, H. Modern dental imaging: a review of the current technology and clinical applications in dental practice. **Eur Radiol.**, v. 20, p. 2637-2655, Apr., 2010.

WHAITES, E. Princípios de Radiologia Odontológica. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.

WHITE, S. C.; PHAROAH, M. J. Radiologia Oral - Fundamentos e Interpretação. 5. ed. [S.l.]: Elsevier, 2007

WHITE, S.C. et al. Parameters of radiologic care: an official report of the american academy of oral and maxillofacial radiology. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 91, n. 5, p. 498-511, May. 2001.

CIP – Catalogação na Publicação

Haas, Letícia Fernanda

Reconstrução panorâmica x radiografia panorâmica: revisão de literatura /
Letícia Fernanda Haas. – 2013.

38 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Radiologia
Odontológica e Imaginologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Faculdade de Odontologia, Departamento de Cirurgia e Ortopedia, Porto Alegre,
BR-RS, 2013.

Orientador: Heraldo Luis Dias da Silveira

1. Radiografia panorâmica. 2. Reconstrução panorâmica. 3. Tomografia
computadorizada. I. Silveira, Heraldo Luis Dias da. II. Título.

Elaborado por Juliana Sanches – CRB 10/1815