

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

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE  
FEIXE CÔNICO NA ODONTOLOGIA

FERNANDA BRAGA DE ANDRADE

PORTO ALEGRE, SETEMBRO DE 2011.

FERNANDA BRAGA DE ANDRADE

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE  
FEIXE CÔNICO NA ODONTOLOGIA

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.

PROF. DR. HERALDO LUIS DIAS DA SILVEIRA  
ORIENTADOR

PORTO ALEGRE, SETEMBRO DE 2011.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me fornecido energia, proteção e saúde para vencer mais esta etapa em minha vida profissional.

Aos professores da Radiologia Odontológica e Imaginologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Heloísa Emília Dias da Silveira, Heraldo Luis Dias da Silveira, Nádia Assein Arús e Reni Raymundo Dalla-Bona por compartilharem os seus conhecimentos e experiências e pelos momentos de agradável convívio.

Um agradecimento muito especial é dirigido aos meus pais, Luiz Fernando e Maria Nira e a minha irmã, Marina que com seu amor e compreensão entenderam as horas de ausência de convívio e apoiaram este trabalho para a conquista de mais uma meta.

## RESUMO

O exame radiográfico é um meio auxiliar de diagnóstico imprescindível para as diferentes especialidades da Odontologia. O aumento da utilização pelo cirurgião-dentista de exames e técnicas mais modernas e precisas é evidente, visto a maior complexidade dos procedimentos odontológicos realizados. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura a respeito das principais possibilidades de aplicações da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) como método de diagnóstico por imagem na Odontologia. Foi comum a todos os autores citados que a TCFC, quando bem indicada, fornece uma melhor qualidade de imagem em múltiplos ângulos proporcionando um diagnóstico mais preciso e um planejamento com maior confiabilidade, principalmente, nos casos em que as imagens convencionais suscitam dúvidas. Além disso, na TCFC a dose de radiação é menor quando comparada com a tomografia computadorizada de feixe em leque (TCFL). A TCFC proporciona uma excelente sensibilidade, especificidade e acurácia no diagnóstico odontológico mostrando-se uma tecnologia extremamente promissora e valiosa. Porém, as doses efetivas de radiação ainda são mais elevadas do que com as imagens intra-orais e panorâmicas bidimensionais. Portanto, antes de solicitar uma TCFC, é coerente que o cirurgião-dentista avalie cuidadosamente a relação custo-benefício deste exame complementar, ou seja, a TCFC vai contribuir para o diagnóstico a ponto de alterar o plano de tratamento? Se a resposta for positiva, a TCFC deve ser indicada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tomografia computadorizada de feixe cônico, Diagnóstico, Tridimensional.

## **ABSTRACT**

The radiographic examination is an indispensable auxiliary means of diagnosis for the different specialties of Dentistry. The increased use by the dental surgeon for examination and the most modern and accurate techniques is evident, since the more complex dental procedures performed. This study aimed to conduct a literature review about the main potential applications of cone beam computed tomography (CBCT) as a method of diagnostic imaging in Dentistry. It was common to all the authors mentioned that the CBCT, when properly indicated, provides better image quality from multiple angles giving a more accurate diagnosis and planning with greater reliability, especially in cases where conventional images doubts. In addition, the CBCT radiation dose is lower when compared with fan beam computed tomography (FBCT). The CBCT provides excellent sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of dental technology proved to be an extremely promising and valuable. However, the effective doses of radiation are still higher than the images with intra-oral and panoramic two-dimensional. Therefore, before applying for a CBCT is consistent that the dentist carefully evaluates the cost-benefit of this diagnostic test, ie CBCT will contribute to the diagnosis as to change the treatment plan? If the answer is yes, CBCT should be indicated.

**KEYWORDS:** Cone beam computed tomography, Diagnosis, Three-dimensional.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TCFC: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

TC: Tomografia Computadorizada

CBCT: *Cone Beam Computed Tomography*

CT: *Computed Tomography*

TCCB: Tomografia Computadorizada *Cone Beam*

TCFL: Tomografia Computadorizada de Feixe em Leque

% : Percentagem

μSv: microSievert

ALARA: *As Low As Reasonably Achievable*

kVp: kilovoltagem

mA: miliamperagem

FOV: *Field Of View*

CCD: *Charge Coupled Device*

Bits: *Binary digits*

s: segundo

mm: milímetro

RMP: Reconstrução Multiplanar

ATM: Articulação Têmporo-Mandibular

PA: Pósterio-Anterior

PSP: *Photostimulable Phosphor Plates – Phosphor Storage Plates*

S-N: Plano cefalométrico que une os pontos Sela e Násio

Ba-N: Plano cefalométrico que une os pontos Básio e Násio

N-Me: Plano cefalométrico que une os pontos Násio e Mentoniano

ENA-N: Plano cefalométrico que une os pontos Espinha Nasal Anterior e Násio

ENA-ENP: Plano cefalométrico que une os pontos Espinha Nasal Anterior e Espinha Nasal Posterior

Pog-Go: Plano cefalométrico que une os pontos Pogônio e Gônio

Go-Me: Plano cefalométrico que une os pontos Gônio e Mentoniano

Po-Or: Plano cefalométrico que une os pontos Pório e Orbital

Go-Co: Plano cefalométrico que une os pontos Gônio e Condílio

EPR: Expansão Palatal Rápida

FDA: *Food and Drug Administration*

cm: centímetro

AJI: Artrite Juvenil Idiopática

US: Ultra-sonografia

HM: Histomorfometria

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

SCIELO: *Scientific Eletronic Library Online*

*MedLine: National Library of Medicine*

LILACS: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	9
2.1 A TCFC para a Ortodontia .....	16
2.2 A TCFC para a Implantodontia .....	31
2.3 A TCFC para a Endodontia .....	37
2.4 A TCFC para a Articulação Têmporo-Mandibular .....	49
2.5 A TCFC para a Cirurgia Buco-Maxilo-Facial .....	52
2.6 Outras aplicações da TCFC na Odontologia .....	58
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	64
<b>4 APRESENTAÇÃO DE DADOS</b> .....	66
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	72
<b>REFERÊNCIAS LITERÁRIAS</b> .....	73



## 1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico por imagem tem apresentado evoluções tecnológicas importantes ao longo do tempo, permitindo com isso um melhor planejamento, tratamento e preservação em Odontologia. Um destes avanços é o da tomografia computadorizada (TC), criada na década de 1970 e que utiliza os raios X para reproduzir uma parte do corpo humano.

No final do século passado, foi desenvolvida a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), também conhecida como tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB), tendo revolucionado ainda mais a área de diagnóstico por imagem na Odontologia. Esta apresenta vantagens relacionadas com a praticidade do exame, a baixa dose de radiação e a alta definição da imagem.

A TCFC consiste em uma técnica de aquisição da imagem baseada na forma cônica do feixe de raios X centrado no detector bidimensional. O sistema realiza uma rotação em torno do objeto produzindo uma imagem bidimensional podendo também ser reconstruída em imagem tridimensional.

A TCFC trata-se de um método de diagnóstico por imagem com várias aplicabilidades na Odontologia, principalmente, nas áreas de Implantodontia, Endodontia, Diagnóstico Bucal, Cirurgia e Ortodontia.

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura das principais possibilidades de aplicações da TCFC como método de diagnóstico por imagem na Odontologia.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A Radiologia tem passado por grandes transformações desde a descoberta da radiação X por Roentgen em 1895. Novos métodos de avaliar estruturas anatômicas em sua totalidade têm trazido a possibilidade de análises cada vez mais precisas. Hounsfield e Cormack, em torno de 1970, publicaram os primeiros estudos sobre TC. Desde então, este método vem sendo aperfeiçoado e atualmente é um dos mais utilizados no mundo em diagnóstico por imagem. Surgiu, então, um tomógrafo voltado para a área odontológica (CAVALCANTI, 2010).

Os primeiros relatos literários sobre a TCFC para uso na Odontologia ocorreram muito recentemente, ao final da década de 90. Esta nova tecnologia teve como pioneiros os italianos Mozzo et al. (1998), da Universidade de Verona, que apresentaram os primeiros resultados de um “novo” aparelho de TC volumétrica para imagens odontológicas, baseado na técnica do feixe de raios X em forma de cone, em 1998, batizado como NewTom-9000. Relataram alta acurácia das imagens e uma dose de radiação equivalente a 1/6 da liberada pela TC tradicional. Anteriormente, a técnica do feixe cônico já era utilizada para outros propósitos tais como: radioterapia, imagiologia vascular e microtomografia de pequenos espécimes com aplicabilidade biomédica ou industrial (MOZZO et al., 1998).

Em 1999, um grupo de professores japoneses e finlandeses de radiologia odontológica apresentou outro aparelho com tecnologia e recursos muito semelhantes ao tomógrafo italiano. O tomógrafo consistia do aparelho convencional de radiografia panorâmica finlandês, Scanora, com a película radiográfica substituída por um intensificador de imagem (detector). Este aparelho foi denominado de Ortho-CT (ARAI, 1999).

A tecnologia do tomógrafo computadorizado odontológico vem sendo aperfeiçoada ao longo de poucos anos a um custo bem mais acessível em comparação à tomografia computadorizada de feixe em leque (TCFL). A história da TCFC aponta para um cenário aonde a imagem radiográfica tridimensional será utilizada ampla e rotineiramente na Odontologia (SUKOVIC, 2003; GARIB et al., 2007).

É inegável que o processo de obtenção de imagens através da TCFC resulta em uma menor exposição dos pacientes à radiação, uma vez que o completo escaneamento da região de interesse é processado com um feixe de radiação em formato cônico, através da rotação em um ângulo de 360°. Estudos têm mostrado que a exposição à radiação com a TCFC corresponde a 20% da exposição gerada na TCFL e equivalente a uma série radiográfica periapical completa (QUERESHY, SAVELL, PALOMO, 2008; PATEL, 2009).

A diferença de absorção é ainda mais evidente quando comparada com a TCFL em que os valores variam de 364-1200  $\mu\text{Sv}$  no escaneamento da mandíbula e 100-3324  $\mu\text{Sv}$  na maxila. Apesar desse avanço tecnológico e da qualidade da imagem obtida, a TCFC ainda leva a uma maior absorção da radiação quando comparada com alternativas mais simples de exames, como as radiografias periapicais (1-8.3  $\mu\text{Sv}$ ), panorâmicas (4-30  $\mu\text{Sv}$ ) e cefalométricas laterais (2-3  $\mu\text{Sv}$ ), devendo ser prescrita com critério e em casos bem selecionados (RODRIGUES et al., 2010).

Segundo Farman (2005), o princípio de ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) continua sendo atual para o diagnóstico e para a prescrição de qualquer exame radiológico, bem como para a TCFC de modo que o risco provocado pela exposição à radiação ionizante deve ser sempre confrontado pelo benefício em potencial desse exame para o paciente.

O risco da TCFC para o paciente está relacionado à carcinogênese induzida pela radiação. A situação é pior para as crianças que estão em risco muito maior do que os adultos a partir de uma determinada dose de radiação tanto porque são inerentemente mais radiosensíveis tanto porque elas têm mais anos restantes de vida durante a qual uma neoplasia induzida pela radiação pode desenvolver-se. Os cirurgiões-dentistas têm a obrigação moral de manter e melhorar as suas competências profissionais através de cursos de aperfeiçoamento para que possam fazer uso de novas tecnologias. O nível de instrução é, portanto, para que os profissionais se familiarizem com os aspectos operacionais da TCFC e também compreendam a validade científica e os riscos para a saúde advindos do seu uso. Há muitas “normas” para serem consideradas com a utilização da TCFC. O profissional ao solicitar uma TCFC deve ter o cuidado apropriado para cada paciente baseado na seleção de critérios decorrentes da melhor evidência disponível. Nesta expansão da era de imagens em 3D, a aparente urgência de adoção de novas tecnologias deve ser equilibrada com a conduta baseada em evidência científica. A norma, portanto, para todos os interessados é: “apressa-te lentamente” (SCARFE, 2011).

Mesmo que a tecnologia da TCFC seja capaz de fornecer imagens tridimensionais volumétricas com redução da dose de radiação em até quatro vezes quando comparada com uma TCFL, o resultado da radiação efetiva depende das configurações utilizadas como a kilovoltagem e a miliamperagem (kVp e mA respectivamente). O uso de mA inferior e / ou de colimação são algumas das maneiras de reduzir a quantidade de radiação que o paciente recebe, mas, ao mesmo tempo, pode produzir uma qualidade de imagem inferior do que usando as configurações mais altas. Uma relação entre a exposição aceita e a qualidade da imagem precisa ser atingida, a fim de utilizar o princípio de ALARA (KAU et al., 2005).

Há uma série de fatores que afetam a dose de radiação produzida por um sistema de TCFC: os parâmetros de imagem utilizados (kVp, mA); feixe pulsado versus feixe contínuo; quantidade, tipo e forma do feixe de filtração, utilização de 360 ° ou menor rotação e as limitações no tamanho do campo de visão (FOV). Fatores como a qualidade do feixe e a filtração são exclusivos para uma máquina específica, enquanto outros fatores, como por exemplo o FOV, pode ser controlado pelo operador. Normalmente, quanto menor o campo de visão para um determinado sistema, menor a dose de radiação aplicada (SCARFE, 2009).

Na TCFC os raios X são capturados por um intensificador de imagem (substituto do filme radiográfico) e um sensor sólido: CCD – dispositivo de carga acoplada (pode também ser uma placa de silício ou selênio amorfa) que, juntamente com a fonte de raios X, gira em torno da cabeça do paciente durante o mapeamento. O conjunto de dados é feito a partir de projeções em sequência durante a rotação do tubo (ampola de raios X) e do receptor de imagem (detector) ao redor do volume irradiado (cabeça do paciente). Esses dados são, posteriormente, reconstruídos através de programas de computador, formando assim a imagem final. Para isso, todo o feixe de radiação é utilizado (QUERESHY, SAVELL, PALOMO, 2008).

O computador faz a reconstrução do volume total e a partir daí as imagens são produzidas nos planos anatômicos axial, coronal e sagital a fim de possibilitar a visualização das estruturas anatômicas em todos os ângulos, inclusive a reconstrução em terceira dimensão. Assim, são projetadas 360 imagens (uma por grau de rotação) que são unidas formando a imagem tridimensional do crânio. A voltagem do tubo é constante e a corrente elétrica é verificada através de um controlador de exposição automática (SCARFE, FARMAN e SUKOVIC, 2006; CAVALCANTI, 2010).

Pelo fato da TCFC ser uma imagem digital, ela é composta por um arranjo matricial (linha versus colunas) que formam as estruturas retangulares ou quadradas, conceituadas de pixels. Cada tipo de aparelho possui pixels com dimensões específicas e isto está relacionado com o tamanho da imagem que o tomógrafo irá adquirir. Cada um dos pixels também possui um valor específico de tonalidade de cinza relacionado à escala utilizada (8 bits – 256 tons de cinza, 16 bits – 65.636 tons de cinza). As imagens bidimensionais são originadas pelos pixels, no entanto, as imagens tomográficas computadorizadas são tridimensionais. Para que isso ocorra, as projeções radiográficas advindas do feixe cônico de radiação são unidas e formam um volume tridimensional contendo milhões de voxels. Simplificando, o pixel seria como a face de um dado e o voxel seria o cubo correspondente ao dado. A qualidade final da imagem está diretamente relacionada à morfologia dos voxels (tamanho de suas faces). Em relação aos elementos formadores da imagem tomográfica, quanto menor o voxel e mais semelhante de um cubo perfeito, melhor a imagem tomográfica obtida. Todavia, apesar de teoricamente a imagem tender a ser mais nítida quanto menor for o tamanho do voxel, outros fatores também interferem na nitidez final, como a marca do aparelho, a qualidade do sensor, o *software* e a estabilidade do paciente (CAVALCANTI, 2010).

Como as imagens são geradas a partir de um único escaneamento, não existe a formação de “*gaps*”, ou seja, as imagens são compostas por voxels isotrópicos (altura = largura = profundidade) que resultam em imagens sem distorções e com maior nitidez (SUKOVIC, 2003; SCARFE, FARMAN e SUKOVIC, 2006).

O tomógrafo realiza uma rotação variável de 180 graus a 360 graus ao redor da cabeça do paciente para a aquisição da imagem. Nesse estágio são obtidas as projeções da área irradiada conforme a colimação selecionada. Esta colimação é que irá determinar o FOV do

exame. O FOV pode variar do arco mandibular até o maxilar unitariamente, ambos os arcos, ou todo o complexo maxilofacial, desde a base da mandíbula até o seio frontal, de acordo com o tomógrafo utilizado. O tipo de procedimento a ser realizado irá determinar o FOV que deve englobar a área de interesse bem como as estruturas anatômicas adjacentes (por exemplo, mandíbula e maxila, seios maxilares, etc.) (SCARFE, 2009).

Antes da aquisição da imagem, é possível selecionar diferentes parâmetros que alteram o tempo de aquisição (de 10 s -segundos- para crianças e pacientes idosos a 40 s para a máxima qualidade da imagem) e o tamanho do voxel para formar a imagem (0,125 a 0,4mm). As imagens iniciais são denominadas de imagens-base, dados de projeção ou *raw data*. Há uma diferença importante entre a aquisição da imagem na TCFC e na TCFL. Na TCFC é realizada a aquisição primária de todo o volume de interesse e em sequência esse volume é reformatado através de programas de computador, para a obtenção das imagens axiais, coronais e sagitais (reconstruções multiplanares – RMP). Na TCFL a imagem do volume é adquirida em fatias e o computador tem a função de uni-las para a obtenção da imagem como um todo. Com isso, todas as imagens obtidas são reconstruções advindas do volume primário (CAVALCANTI, 2010).

Somente estruturas ósseas são visualizadas no exame de TCFC devido à baixa quilovoltagem e à baixa miliamperagem e, por conseguinte, à capacidade da ampola deste tomógrafo ser muito semelhante a dos aparelhos para radiografias panorâmicas. Por esta razão, ocorre uma redução na dose de radiação utilizada quando comparada à TCFL. A TCFC apresenta como características a visualização das estruturas anatômicas sem superposição, a possibilidade de obtenção de múltiplos ângulos de visão da mesma estrutura, a realização de RMP, a possibilidade de reconstrução em terceira dimensão e a possibilidade de transmissão

das imagens via internet ou rede local. Adicionalmente, o programa da TCFC permite gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais utilizadas na Odontologia, como a panorâmica e as telerradiografias em norma lateral e frontal, função denominada RMP em volume, que constitui outra importante vantagem da TCFC (SCARFE, FARMAN, SUKOVIC, 2006; SCARFE, 2009).

Quando se realiza um exame de TCFC que engloba a cavidade bucal e as estruturas adjacentes e o volume mapeado apresenta materiais metálicos decorrentes de restaurações, implantes ou contenções cirúrgicas ocorrem o aparecimento de artefatos na imagem. Este artefato denomina-se *Beam hardening* ou efeito de “endurecimento do raio”. Com isso, a borda do objeto metálico examinado tem a aparência mais brilhante que o centro. O artefato é causado por um aumento da energia dos raios X ou “endurecimento” quando passa pelo objeto metálico examinado. Muitas vezes, é difícil diferenciar o *Beam hardening* das variações dos materiais metálicos quando os objetos são irregulares. Na imagem, o resultado mostrado aparece em forma de faixas claras e brilhantes e erros nas amostras da superfície de um implante ou restauração, tornando a visualização anatômica da região a ser examinada um tanto difícil. Isso ocorre porque os metais têm número atômico elevado e, assim, atenuam os raios X muito mais do que o osso e os tecidos moles. A atenuação do feixe de raios X é tão intensa que os fótons quase não chegam aos detectores. Na TC, os materiais que constituem as restaurações metálicas dentárias produzem artefatos mais graves do que as ligas de titânio. A consequência mais prejudicial que os materiais metálicos causam sobre as imagens é a perda de dados e, com isso, a dificuldade de localizar e interpretar a área englobada pelo artefato. A formação dos artefatos é afetada pelos seguintes fatores: a composição do objeto metálico, a orientação do objeto metálico, os parâmetros de aquisição (pico de tensão, carga do tubo, colimação e espessura da secção na aquisição) e de parâmetros de reconstrução (espessura da



secção de reconstrução, algoritmo de reconstrução utilizado, e se uma escala estendida de TC foi utilizada) (SCARFE, 2009; CAVALCANTI, 2010).

Chadwick e Lam (2010) realizaram um trabalho com o objetivo de comparar os efeitos de dois diferentes parâmetros de processamento de imagem, espessura de corte e intervalo entre os cortes, sobre as reconstruções das imagens da TCFC. Foram examinados 102 sítios em 18 indivíduos que tiveram tratamento planejado para a colocação de implantes dentários e que foram feitas TCFC com marcadores radiopacos lineares. A altura óssea foi utilizada como medida para comparar as imagens reconstruídas com uma fatia de diferentes espessuras e intervalos entre os cortes. A espessura da fatia e o intervalo entre os cortes foram aumentados em incrementos milimétricos de 1 a 5 mm e a altura óssea foi usada para determinar se estes parâmetros variáveis tiveram peso sobre as imagens resultantes. Diferenças estatisticamente significativas foram encontradas entre as alturas ósseas quando a espessura do corte ou o intervalo entre os cortes foram variados sendo maiores que 1 mm. Quando as fatias foram muito espessas (4 mm ou 5 mm), parecia haver alguma perda de detalhe em comparação com o contorno mais fino, com os cortes aproximados. Os autores concluíram que a espessura do corte e o intervalo entre os cortes afetam quantitativamente a aparência das imagens reconstruídas como refletidas por diferenças nas alturas ósseas em sítios desdentados na mandíbula. A compreensão dos efeitos da espessura de corte e intervalo entre os cortes pode ser importante na representação de imagens através da TCFC tanto da anatomia normal quanto de patologias.

## 2.1 A TCFC PARA A ORTODONTIA

Em Ortodontia a exposição à radiação para o paciente foi parcialmente responsável em limitar o uso da TCFL para os complexos problemas craniofaciais e informações de diagnóstico especializado. Com a tecnologia da TCFC todas as radiografias possíveis podem ser tomadas em menos de um minuto. O ortodontista tem agora a qualidade diagnóstica das radiografias periapicais, da panorâmica, das telerradiografias, das oclusais e da articulação têmporo-mandibular (ATM) à sua disposição, juntamente, com uma visão que não pode ser produzida por máquinas radiográficas convencionais como as exibições axiais e os cefalogramas separados para os lados direito e esquerdo (KAU et al., 2005).

Apesar de a TCFL criar novas perspectivas e possibilidades de avaliação da face, tanto sob o aspecto dimensional quanto qualitativo, a cefalometria convencional pode ser executada normalmente com a TCFC (GARIB et al., 2007).

Atualmente, o método de escolha para a análise cefalométrica tridimensional é através das imagens geradas pela TCFC que oferece cortes tomográficos e reconstrução volumétrica com uma redução substancial da dose de radiação, maior acessibilidade e custo-benefício favorável (SWENNEN e SCHUTYSER, 2006).

A imagem cefalométrica bidimensional pode ser obtida de três maneiras distintas a partir do exame de TCFC: pelo uso do *Scout* (primeira imagem obtida com a TC assemelha-se à telerradiografia lateral e é utilizada para verificar o posicionamento da cabeça do paciente); pelo uso da imagem base, tomada lateralmente à cabeça do paciente, que mostra menos distorção entre os lados direito e esquerdo; ou pela manipulação dos dados volumétricos, sobrepondo-se todos os cortes sagitais gerados e obtendo uma única fatia sagital mais espessa. O segundo recurso também é utilizado para gerar a tomada pósterio-anterior (PA) da face e o

terceiro recurso pode ser implementado para a reconstrução da PA assim como da imagem panorâmica convencional. Tais imagens bidimensionais podem ser transportadas para programas que executam mensurações cefalométricas. Existe apenas uma diferença entre a imagem cefalométrica proveniente da TCFC e a telerradiografia em norma lateral convencional. Diferentemente da segunda, que mostra uma suave ampliação do lado do paciente pelo qual entra o feixe de raios X (convencionalmente o lado direito), a primeira mostra-se ortogonal, com igual dimensão nos lados esquerdo e direito do paciente, o que pode significar maior acurácia das mensurações. No entanto, critérios de seleção devem ser desenvolvidos para o uso da TCFC em ortodontia que levem em consideração o princípio de ALARA (FARMAN e SCARFE, 2006).

Moshiri et al. (2007) realizaram um trabalho com o objetivo de comparar a precisão das medidas lineares cefalométricas de telerradiografias derivadas de radiografias digitais - *Photostimulable Phosphor - Phosphor Storage Plates* (PSP) e da TCFC com as dimensões reais dos crânios secos. A amostra foi composta por 23 crânios secos com dentição permanente completa e oclusão estável. Os crânios não foram identificados pela idade, sexo ou etnia. Quinze pontos anatômicos, dos quais quatro eram bilaterais, foram identificados sobre cada crânio. Na análise cefalométrica lateral foram utilizadas nove medidas lineares. Para estabelecer as distâncias entre os pontos anatômicos selecionados, as medições foram feitas de forma independente, três vezes cada, por dois observadores, utilizando um paquímetro eletrônico digital. As distâncias lineares utilizadas foram: S-N, Ba-N, N-Me, ENA-N, ENA-ENP, Pog-Go, Go-Me, Po-Or, e Go-Co. As imagens dos crânios foram capturadas com a TCFC com uma única rotação de 360 ° produzindo 360 imagens base com resolução de voxel 0,4 mm (milímetros). Duas outras abordagens de cefalograma foram usadas com o sistema de TCFC - uma única transmissão de imagem gerada como uma

imagem de *scout* projetada para verificar o posicionamento do paciente antes da TCFC, e de uma imagem base lateral. Os cefalogramas laterais convencionais foram adquiridos com o sistema digital de PSP. As imagens foram importadas para um programa de análise cefalométrica (Dolphin Imaging Cephalometric and Tracing Software, Chatsworth, Califórnia) para calcular as medidas lineares incluídas. O coeficiente de correlação intraclasse foi determinado como um índice de confiabilidade intra e interobservador. Os resultados mostraram que o coeficiente de correlação intraclasse para os cefalogramas laterais convencionais digitais foi significativamente menor do que a medida anatômica real e para todas as imagens derivadas da TCFC. As imagens da TCFC foram precisas para todas as medições exceto para Pog-Go e Go-Me. As imagens do *scout* da TCFC tiveram a segunda maior precisão para todas as medições exceto para Pog-Go, Go-Me e Go-Co. Os cefalogramas laterais convencionais tiveram a menor precisão, pois eles foram precisos apenas para Po-Or e ENA-N. Os autores concluíram que os cefalogramas laterais bidimensionais derivados da TCFC provaram ser mais precisos do que os cefalogramas laterais convencionais para a maioria das medidas lineares calculadas no plano sagital. Embora os cefalogramas bidimensionais gerados a partir de projeções com base única na TCFC tenham melhorado a precisão das medições cefalométricas sobre a cefalometria convencional, não houve ganho adicional de usar imagens geradas a partir da TCFC.

Hassan, Van der Stelt e Sanderink (2009) realizaram um estudo com os objetivos de avaliar a precisão das medidas lineares nas imagens tridimensionais geradas pela TCFC em comparação com os cortes bidimensionais e com as projeções cefalométricas laterais bidimensionais e PA e também de investigar a influência da posição da cabeça do paciente no *scanner* sobre a precisão nas mensurações cefalométricas. Oito crânios humanos secos foram escaneados duas vezes com a TCFC em uma posição ideal e em uma posição levemente

girada. Os conjuntos de dados obtidos foram utilizados para criar modelos tridimensionais renderizados e cortes tomográficos bidimensionais e projeções bidimensionais lateral e PA. Dez distâncias lineares foram definidas para a cefalometria. As medições físicas e radiográficas foram repetidas duas vezes por três observadores independentes. As medidas radiográficas foram comparadas entre a posição ideal e a posição levemente girada do crânio. Os resultados mostraram que as mensurações radiográficas de imagens tridimensionais estão mais próximas das medições físicas do que nos cortes bidimensionais e nas projeções de imagens bidimensionais. Para as imagens tridimensionais e para os cortes tomográficos bidimensionais, não houve diferenças estatisticamente significativas encontradas entre a posição ideal e uma pequena variação na posição da cabeça do paciente. Para as projeções bidimensionais cefalométrica lateral e PA foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre as duas posições da cabeça do paciente. Os autores concluíram que pequenas variações na posição da cabeça de um paciente quando a TCFC é realizada não afetam a precisão das medidas lineares baseadas em modelos tridimensionais. As medidas baseadas em cortes tomográficos bidimensionais são também precisas, mas há um aumento no tempo de observação e mais esforço é necessário para identificar os pontos anatômicos. Assim, do ponto de vista de um ortodontista, isto pode ser considerado impraticável para a análise cefalométrica. Nas projeções lateral e PA as medidas lineares com base em imagens bidimensionais virtuais foram sensíveis a pequenas variações na posição da cabeça, o que significa que a correção da retrospectiva de posição do paciente usando ferramentas de *software* é necessária quando cefalogramas virtuais bidimensionais são utilizados. Isto levanta questões a respeito de como um ortodontista pode compensar um paciente em posição incorreta na ausência de ferramentas de *software* para realizar esta tarefa. Ao introduzir protocolos para a análise tridimensional em Ortodontia com a TCFC, é importante ressaltar as vantagens e limitações das diferentes técnicas disponíveis. Os resultados deste estudo

sugerem que a realização da análise cefalométrica em modelos tridimensionais renderizados parece ser a mais adequada abordagem com relação à precisão e à comodidade.

Delamare et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a influência de um programa de calibração profissional sobre a variabilidade na identificação dos pontos cefalométricos comparando as radiografias convencionais com a TCFC. A validade de qualquer medida obtida por meio de uma radiografia em grande parte depende da reprodutibilidade dos pontos cefalométricos. Cinco alunos de pós-graduação em radiologia odontológica identificaram 20 pontos cefalométricos de cefalogramas gerados a partir de radiografias convencionais, da TCFC protocolo *Ray-Sum* e da TCFC metade do crânio de 10 pacientes. Após um período de reforço na instrução e na calibração com avaliação inter e intrapesquisadores e da reprodutibilidade para radiografias convencionais, TCFC *Ray-Sum*-cefalogramas sintetizados e TCFC metade do crânio obtidos a partir de 5 pacientes diferentes, os observadores foram convidados a repetir a análise dos primeiros 10 pacientes sob as mesmas circunstâncias. Os examinadores identificaram 20 pontos anatômicos para cada exame utilizando o *software* Radiocef (Radio Memory). Os resultados mostraram que houve redução significativa nos níveis de variabilidade após o programa de calibração profissional e que não houve diferenças entre os métodos de aquisição de imagem. Medidas repetidas indicaram que o programa de calibração profissional contribuiu para a redução dos níveis de variabilidade em 14 dos 20 pontos de referência. Apesar dos métodos de aquisição de imagens utilizados, os resultados apresentados neste estudo indicaram que a formação dos profissionais deve ser priorizada, a fim de minimizar os erros de interpretação associados à análise cefalométrica. A influência da avaliação profissional periódica parece ser mais importante para melhorar a precisão do que os novos métodos de aquisição de imagem. Os autores concluíram que este estudo sugeriu que um programa de calibração profissional pode

reduzir significativamente a variabilidade da determinação dos pontos cefalométricos. As diferenças detectadas entre as telerradiografias obtidas a partir de radiografias convencionais e dos dois tipos de reconstrução a partir da TCFC não foram estatisticamente significativas. Assim, esses métodos podem ser considerados como equivalentes para aplicações clínicas e experimentais.

Martins et al. (2009) realizaram um trabalho que teve como objetivo ilustrar com um caso clínico a importância da TCFC no diagnóstico e no planejamento do tratamento ortodôntico de dentes inclusos, ressaltando como as condutas clínicas podem ser diferentes quando se avalia o mesmo paciente com exames bi ou tridimensionais. O caso clínico referia-se a uma criança de oito anos e oito meses de idade, do sexo masculino, com dentição mista que apresentava os elementos 11 e 12 inclusos, elemento supranumerário conóide na região do 11, sobremordida e sobressaliência normais, leve apinhamento ântero-inferior e relação molar de classe I. Foi realizada a exodontia do elemento supranumerário. Após um ano de acompanhamento, não houve melhora na posição dos elementos inclusos. Foi solicitada uma TCFC. Neste exame foi possível diagnosticar uma severa dilaceração radicular que envolvia a raiz do dente adjacente e não identificada no exame bidimensional, determinando assim, alteração no planejamento inicial em função dos riscos do tracionamento serem maiores do que o seu benefício. Foi proposta, então, a exodontia do elemento 11, a exposição cirúrgica do elemento 12 para tracionamento e a manutenção do espaço para implante na região do dente 11. Os autores concluíram que a TCFC se mostrou uma ferramenta de diagnóstico essencial para os casos de dentes inclusos, pois forneceu a localização precisa destes elementos e dos dentes e estruturas adjacentes. Este exame também permitiu um planejamento mais seguro e preciso com relação à movimentação ortodôntica, além de fornecer importantes informações da condição radicular.

Castro, Estrela e Valladares-Neto (2011) realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar a influência de exames tridimensionais no redirecionamento do plano de tratamento ortodôntico. Para isso, duas situações clínicas (reabsorção cervical e deiscência óssea) foram descritas, nas quais os exames clínico e/ou radiográfico convencional sugeriram a complementação com imagens tomográficas. Os resultados redirecionaram a conduta ortodôntica para a simplificação da mecânica e o controle das lesões durante o tratamento ortodôntico. Os autores concluíram que as imagens tridimensionais podem identificar lesões camufladas pela limitação bidimensional de exames convencionais e são capazes de redirecionar o plano de tratamento ortodôntico. No entanto, o uso rotineiro da TCFC ainda não deve ser recomendado, mas, sim, como ferramenta complementar quando dúvidas surgirem após os exames clínico e radiográfico convencionais.

A incidência de caninos superiores ectópicos ocorre em aproximadamente 3% da população. A distribuição e a localização tem sido relatada em 80% por palatino e 20% por vestibular. A técnica radiográfica convencional utilizada para a localização destes dentes é a Técnica de Clark. Além disso, a extensão da patologia causada pelo dente ectópico e as suas estruturas adjacentes também são avaliadas por essas radiografias. Entretanto, os relatórios clínicos utilizando imagens tridimensionais e RMP com a TCFC têm mostrado que a incidência de reabsorção radicular aos dentes adjacentes foi maior do que se pensava anteriormente. O uso da TCFC pode agregar valor ao manejo de pacientes com tais anomalias (KAU et al., 2005).

De acordo com estudo realizado por Mah e Alexandroni (2010), o uso da TCFC em Ortodontia aumenta muito o entendimento dos caninos impactados e oferece informações abrangentes e exclusivas para situações individuais. A imagem bidimensional para estimar a



probabilidade de reabsorção radicular do incisivo lateral superior adjacente a um canino superior impactado não é tão confiável como a imagem tridimensional da TCFC. Em comparação com as imagens convencionais, a fidelidade de informação da TCFC é insuperável. Além disso, esta informação é inestimável para a previsão e o desenvolvimento de abordagens biomecânicas para o manejo dos caninos impactados.

Segundo Walker, Enciso e Mah (2005) a precisão da localização tridimensional dos caninos impactados é fundamental para o seu manejo clínico. Estes autores realizaram um estudo com o objetivo de quantificar a relação espacial dos caninos superiores impactados utilizando imagens volumétricas tridimensionais obtidas com o QR-DVT NewTom 9000 (Srl QR Verona, Itália). Os seguintes fatores foram analisados: proximidade com estruturas adjacentes, reabsorção dos incisivos, largura alveolar e tamanho do folículo pericoronário. Imagens de TCFC foram coletadas de 19 pacientes (15 do sexo feminino e 4 do sexo masculino) que foram encaminhados para a localização de caninos impactados unilateral ou bilateral ou com erupção ectópica. Um total de 27 caninos foram estudados, incluindo 16 com impacção bilateral, 5 com impacção unilateral esquerda e 6 com impacção unilateral direita. A idade dos pacientes variou de 8 a 20 anos de idade (média de 13,3 anos de idade). Em 48,1% dos casos, o canino decíduo ainda estava presente. Na amostra, 61,1% dos pacientes apresentavam dentição adulta e 38,9% ainda estavam em fase de dentição mista. O QR-DVT NewTom 9000 é um tomógrafo para a região bucomaxilofacial com sistema de imagem volumétrica com um volume de reconstrução de 110 x 150 mm e um tempo de aquisição de imagens de cerca de 75 s. O dispositivo adquire 360 imagens em intervalos de 1 grau com uma resolução de 512 x 512 pixels e 8 bits por pixel (256 tons de cinza). A reconstrução da matriz voxel é 0,25 x 0,25 x 0,3 mm. As relações espaciais dos caninos impactados em relação às estruturas adjacentes e à reabsorção dos incisivos foram avaliadas com o *software*

de visualização tridimensional do fabricante do tomógrafo. As medições foram feitas sobre as imagens adquiridas (distâncias e ângulos). Os resultados mostraram que a maioria dos pacientes com caninos impactados neste estudo (78,9%) eram do sexo feminino. Não houve diferença significativa entre os lados esquerdo e direito. A maioria dos caninos impactados superiores foram localizados por palatino (92,6%) e apenas 7,4% estavam localizados por vestibular. Dos 27 caninos superiores impactados, 21 incisivos foram reabsorvidos, incluindo 18 incisivos laterais (66,7% dos 27 casos) e 3 incisivos centrais (11,1% dos 27 casos). Em todos os casos de reabsorção do incisivo central também houve reabsorção do incisivo lateral. Dos 27 caninos, 63,0% estava em contato (distância inferior à 0,5 mm) com o incisivo lateral e, em 18,5% dos 27 casos, o canino impactado estava em contato com o incisivo central. Aproximadamente metade dos folículos pericoronários dos caninos impactados examinados estavam dentro dos limites normais (53,8%). O casos restantes (46,2%) foram considerados alargados (2 mm). O tamanho do folículo pericoronário não desempenhou um papel importante na posição da impacção do canino. O alvéolo foi menor no lado afetado pela impacção do canino em comparação com o lado do canino irrompido. No entanto, a largura do alvéolo do lado do canino impactado foi independente dos caninos decíduos. Os autores concluíram que as imagens volumétricas tridimensionais dos caninos impactados podem mostrar o seguinte: a presença ou a ausência do canino, o tamanho do folículo pericoronário, a inclinação do longo eixo do dente, as posições relativas vestibular e palatina, a quantidade de osso que cobre o dente, a proximidade e a reabsorção das raízes dos dentes adjacentes, as condições dos dentes adjacentes, o local, as considerações anatômicas e o estágio geral de desenvolvimento dental. Resumindo, a imagem volumétrica tridimensional fornece informações valiosas sobre os caninos impactados para melhor entender e tratar estes casos cirurgicamente e ortodonticamente.

A TCFC fornece uma grande melhoria na análise das vias aéreas permitindo a sua avaliação tridimensional e volumétrica. A análise das vias aéreas tem sido convencionalmente realizada utilizando os cefalogramas laterais. Entretanto, a avaliação das mesmas em três dimensões, sem dúvida, é útil na compreensão das razões pelas quais certas condições clínicas, como a apnéia do sono e as adenóides aumentadas, afetam a maneira como os profissionais podem manejar estas condições complexas (KAU et al., 2005).

Vizzotto et al. (2011) realizaram um estudo com o propósito de avaliar a precisão das medições das vias aéreas a partir de telerradiografias laterais, TCFC com a reconstrução lateral e TCFC no plano axial, bem como correlacionar estes achados com as medições da área adquirida com o último método de imagem. Este estudo avaliou trinta pacientes (12 do sexo masculino e 18 do sexo feminino, com idade média de 17,5 anos de idade). Foram analisadas as documentações ortodônticas que incluíam radiografia convencional e TCFC. Os pontos de referência foram definidos para as medições da naso e orofaringe para diferentes planos usando medidas lineares ântero-posteriores e a área correspondente. As medidas foram realizadas por um examinador calibrado em duas ocasiões com um intervalo de 15 dias. A análise de variância mostrou diferenças significativas nas medições lineares da orofaringe entre os dois métodos, apesar de todas as medidas avaliadas corresponderem às respectivas áreas. As imagens axiais a partir da TCFC permitem a obtenção das medidas das vias aéreas em uma visão ântero-posterior para a naso-orofaringe sem a interferência dos tecidos moles vizinhos. Por outro lado, com as imagens no plano sagital, tanto com as reconstruções a partir da TCFC como em telerradiografias laterais a interferência pode resultar devido à sobreposição das estruturas, em particular na nasofaringe, aonde tecidos hipertróficos são comumente observados. Os resultados mostraram que os valores para a nasofaringe no plano axial, na reconstrução lateral a partir da TCFC e as telerradiografias de perfil foram

estatisticamente semelhantes. Um aumento da orofaringe foi observado, embora sem diferença estatisticamente significativa, quando o corte axial foi comparado com a reconstrução lateral da TCFC e também com a radiografia convencional. No entanto, quando as medidas lineares dos cortes axiais foram comparadas com as telerradiografias laterais, um aumento estatisticamente significativo foi observado. Os autores concluíram que os resultados indicam que as medidas lineares das vias aéreas são confiáveis, tanto com as telerradiografias laterais quanto com a TCFC e que existe uma correlação positiva com as respectivas áreas medidas nos cortes axiais.

Miyazawa et al. (2010) realizaram uma pesquisa com o objetivo de investigar o uso da TCFC e a precisão de guias cirúrgicos em uma abordagem que permite o controle tridimensional para a colocação exata dos miniimplantes autoperfurantes no local e ângulo desejados. Dezoito pacientes (5 homens e 13 mulheres, com idade média de 23,8 anos de idade) que necessitavam de ancoragem esquelética para o tratamento ortodôntico foram incluídos neste estudo. Quarenta e quatro miniimplantes autoperfurantes (34 na maxila e 10 na mandíbula) foram colocados no interior do osso através de um guia cirúrgico. Os parafusos tinham 1,6 mm de diâmetro e 8 mm de comprimento. Um guia cirúrgico foi fabricado para incorporar um tubo guia de acordo com a posição planejada e ângulos do minimplante a fim de examinar a posição do minimplante em perspectiva e o ângulo ideal de inserção, a TCFC foi realizada com o guia cirúrgico no local antes da cirurgia. A posição do tubo guia foi ajustada conforme necessário antes da cirurgia de acordo com a informação radiográfica para orientar o miniimplante autoperfurante para o local correto. As imagens da TCFC no pós-cirúrgico à colocação dos minimplantes autoperfurantes mostrou que não houve nenhum contato da raiz (0 / 44). No entanto, com base na avaliação da TCFC, foi necessário alterar a localização ou o ângulo de 52,3% (23/44) dos tubos guia antes da cirurgia, a fim de obter

melhor posicionamento. Se a força ortodôntica pudesse ser aplicada ao parafuso até o término do tratamento ortodôntico, a ancoragem dos minimplantes seria registrada como bem sucedida. A taxa de sucesso total de todos os minimplantes foi de 90,9% (40/44). Estes resultados sugeriram que uma direção mais precisa e suficiente estabilidade são obtidas utilizando um guia cirúrgico. Os autores concluíram que a utilização de guias cirúrgicos fabricados a partir das imagens da TCFC parece ser uma técnica promissora para a colocação de minimplantes ortodônticos autoperfurantes próximos às raízes dentárias e aos seios maxilares.

Baratieri, Canongia e Bolognese (2011) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a angulação e a inclinação dos incisivos centrais e laterais e correlacionar os resultados com a posição dos caninos intra-ósseos durante a dentição mista por meio da TCFC. Foram selecionadas 30 crianças entre 7 e 10 anos de idade, no período inicial da dentição mista, apresentando incisivos e primeiros molares permanentes erupcionados, caninos, primeiros e segundos molares decíduos presentes na cavidade bucal e caninos permanentes intra-ósseos. Também tinham que apresentar oclusão excelente ou boa; nenhum ou apenas leve apinhamento dos incisivos, perfil agradável e nenhuma intervenção ortodôntica anterior. Foi realizada a TCFC e com o *software* Dolphin Imaging, versão 11.0 foi realizada a reconstrução tridimensional destas imagens e feitas as medidas. A inclinação dos incisivos centrais e laterais superiores direito e esquerdo foi medida em relação ao plano sagital (angulação méso-distal) e ao plano coronal (inclinação vestibulo-lingual). A altura intra-óssea dos caninos superiores direito e esquerdo foi medida da ponta da cúspide ao plano axial. Como pôde ser observado neste estudo, mesmo em crianças com desenvolvimento normal da dentição mista, a inclinação e a angulação dos incisivos superiores, bem como a posição intra-óssea do canino mostraram grande variabilidade entre as crianças. A maior variação foi encontrada na angulação do

incisivo lateral (60,69 graus e 46,27 graus esquerdo e direito respectivamente). No entanto, quando os recursos foram comparados em uma mesma criança, os resultados do lado direito e esquerdo foram semelhantes. A posição do canino teve maior influência na angulação do que na inclinação dos incisivos. O incisivo lateral foi mais influenciado que o incisivo central. Assim, quanto mais para oclusal a coroa do canino superior permanente, menor a angulação do incisivo lateral. Não houve correlação entre a altura do canino e a inclinação do incisivo. Os autores concluíram que a posição intra-óssea dos caninos superiores tem influência direta sobre a angulação dos incisivos superiores, principalmente, os incisivos laterais. Estes autores também chegaram à conclusão que as imagens advindas da TCFC facilitam o diagnóstico e a orientação ao longo da fase de tratamento ortodôntico.

Silva et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de comparar as doses de radiação para as imagens panorâmicas e as cefalométricas convencionais com as doses de duas diferentes unidades de TCFC e uma unidade de TC multi-slice na prática ortodôntica. As doses absorvidas pelos órgãos foram medidas através de um fantoma carregado com dosímetros termoluminescentes em 16 sítios relacionados a órgãos radiosensíveis. Os quatro aparelhos (Sirona DS Plus [Sirona Dental Systems, Bernsheim, Alemanha], i-CAT [Imaging Sciences International, Hatfield, Pa], Newtom DVT 9000 [QR Verona, Itália] e Somatom Sensation [Siemens Medical Solutions, Erlangen, Alemanha]) foram utilizados com protocolos padrão e, quando possível, no modo de exposição automática. As doses efetivas foram calculadas. O cálculo das doses efetivas baseou-se nas recomendações da Comissão Internacional de Proteção Radiológica de 2005. Os resultados mostraram que a menor dose de radiação em órgão (13,1  $\mu\text{Sv}$ ) foi recebido pela glândula tireóide durante as imagens panorâmicas e cefalométricas laterais convencionais. A dose mais alta em órgão (15.837,2  $\mu\text{Sv}$ ) foi recebida pela pele do pescoço com o TC multi-slice. A dose eficaz foi menor para a radiografia

panorâmica e para a radiografia cefalométrica lateral (10,4  $\mu$ Sv) e maior para o TC multi-slice (429,7  $\mu$ Sv). Os autores concluíram que do ponto de vista da proteção da radiação aos pacientes, as imagens convencionais ainda utilizam doses de radiação mais baixas. Quando a imagem latente tridimensional é necessária na prática ortodôntica, uma TCFC deve ser preferida sobre uma imagem de TC multi-slice. Mais estudos são necessários para justificar o uso rotineiro de TCFC no planejamento do tratamento ortodôntico.

Gohl, Nguyen e Enciso (2010) realizaram um estudo com o objetivo de utilizar a TCFC para comparar as alterações de estruturas esqueléticas e dentárias da abóbada palatina em um grupo de pacientes em crescimento tratados para mordida cruzada posterior, antes e após a expansão palatal rápida (EPR) com mudanças ao longo do tempo em um grupo controle. A amostra para este estudo retrospectivo incluiu 19 pacientes tratados com um expansor palatal hyrax em uma clínica de pós-graduação de Ortodontia e 19 pacientes controles que não receberam nenhum tratamento com EPR. A TCFC inicial e a evolução de todos os pacientes foram analisadas para medir o volume anatômico, a largura, a altura e as dimensões ântero-posterior da região palatal. Os resultados foram os seguintes: as imagens de evolução mostraram a porcentagem média de variação em volume palatal de 10,8% no grupo controle e de 21,7% no grupo da EPR. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa no volume palatal no início ou no acompanhamento entre os pacientes com EPR e os controles. Alterações na largura molar a molar nas imagens de evolução foram de 0,57 mm no grupo controle e de 3,27 mm no grupo com EPR. Alterações na largura canino a canino nas imagens de evolução foram de 0,45 mm no grupo controle e de 2,79 mm no grupo com EPR. Houve diferença significativa na porcentagem e variações absoluta na largura maxilar medida a partir de molar a molar e de canino a canino entre o grupo com EPR e o controle, mas não há diferenças significativas na altura da abóbada palatina ou nas alterações das dimensões ântero-

posterior. Os autores concluíram que o tratamento de EPR foi eficaz em aumentar o volume do palato de pacientes com constrição do arco maxilar (21,7%) em comparação com o grupo controle (10,8%). Neste estudo, o aumento do volume do palato dos pacientes tratados com EPR foi principalmente devido aos ganhos de largura de molar a molar e de canino a canino. Não houve mudança significativa na altura da abóbada palatina ou do comprimento ântero-posterior após o tratamento com EPR comparados com o grupo controle tratado ortodonticamente.

Pela primeira vez, a *Food and Drug Administration* (FDA) incluiu os métodos de diagnóstico por imagem que utilizam a radiação X na lista dos agentes cancerígenos. Foi defendido, recentemente, em várias conferências de profissionais, a avaliação ortodôntica de rotina com a TCFC. Normalmente, o paciente ortodôntico tradicional é um jovem adolescente, com muitos anos para viver, durante o qual os efeitos indesejáveis da radiação X latente podem evoluir para uma neoplasia. Além disso, o tratamento ortodôntico parece ser altamente eficaz atualmente utilizando as imagens bidimensionais convencionais. Não existe ainda nenhuma evidência de que abordagens com imagens tridimensionais sejam necessárias para o planejamento ortodôntico uma vez que a TCFC não foi anteriormente considerada essencial. Não importa quão baixa é a dose; é excessiva se é improvável para melhorar os resultados do tratamento prestado. Cabe ao ortodontista desenvolver os critérios de seleção para o uso adequado da TCFC. Também cabe aos radiologistas dos centros de imagem odontológicos educarem seus clientes da necessidade de selecionar os casos (FARMAN, 2005).

## 2.2 A TCFC PARA A IMPLANTODONTIA



O uso de implantes dentários está se tornando o tratamento de escolha para a substituição de dentes perdidos. O êxito de um implante dentário, ou seja, a osseointegração, está na dependência de um planejamento pré-cirúrgico preciso. Uma vez que a carga funcional em implantes pode ser elevada, é importante que o implante seja colocado em uma posição aonde ele possa entrar em contato com o osso cortical e em um ângulo aonde as forças sejam tão perpendiculares quanto possíveis. A seleção do tamanho apropriado e a inclinação do implante em ambos os sentidos, vestibulo-lingual e méso-distal, exigem um conhecimento exato da anatomia do local proposto, incluindo a localização das estruturas anatômicas como as fossas nasais, os seios maxilares, os canais mandibulares e os forames mentonianos. Comumente utilizadas, as radiografias periapicais, as radiografias panorâmicas e as tomografias lineares produzem apenas imagens bidimensionais com superposições ou distorções. Como resultado, um número maior de cirurgiões-dentistas tem recorrido à TCFC para o planejamento preciso de implantes e outros procedimentos mais complexos. Recentemente, a prototipagem rápida tem sido desenvolvida para construir guias cirúrgicos com base nas imagens advindas da TCFC com a finalidade de melhorar a precisão na colocação de implantes (SUKOVIC, 2003).

Os implantodontistas têm utilizado muito as imagens tridimensionais em seus trabalhos clínicos. A TCFL é utilizada rotineiramente para avaliar as dimensões, a qualidade e a altura óssea, especialmente, quando vários implantes são colocados. Isto melhorou o sucesso clínico dessas próteses e levou a resultados mais precisos e estéticos na reabilitação oral. A introdução da tecnologia da TCFC significou que o custo e a dose de radiação efetiva podem ser reduzidos, sugerindo que a sua frequência de uso pode aumentar (KAU et al, 2005).

Com a TCFC o cirurgião tem a possibilidade de antecipar a colocação de implantes em um modelo virtual para avaliar a altura e a largura óssea, a posição de estruturas anatômicas e até mesmo medidas objetivas da qualidade óssea. No que diz respeito a uma radiografia panorâmica tradicional, a máquina produz em média cerca de 25% de ampliação, que deve ser considerada quando se planeja a colocação de implantes. Estudos preliminares sobre a TCFC, especificamente, o Newtom 9000, concluíram que a imagem da TCFC subestima a real distância, entretanto, essas diferenças foram significativas somente para a base do crânio. As imagens da região dentomaxilofacial demonstraram ser bastante confiáveis não havendo diferenças significativas. O fato de que as medidas a partir da TCFC são rotineiramente precisas para toda a maxila e para toda a mandíbula torna essa modalidade de exame uma excelente opção para o planejamento em Implantodontia (QUERESHY, SAVELL e PALOMO, 2008).

Chan et al. (2010) realizaram um trabalho com o objetivo de estudar a prevalência e o grau da concavidade lingual em mandíbulas na região desdentada do primeiro molar inferior utilizando imagens transversais por meio da TCFC. Todas as imagens usadas neste estudo foram provenientes do banco de dados completo dos pacientes da clínica de Periodontia e Medicina Oral da Universidade de Michigan no período de 2005 a 2009 e não foram feitas especificamente para este trabalho. Foram utilizados os seguintes critérios para selecionar as amostras: primeiro, as imagens da TCFC da mandíbula tinham que estar disponíveis; segundo, pelo menos um primeiro molar inferior deveria estar ausente enquanto o segundo pré-molar adjacente deveria estar presente; terceiro, o local experimental tinha que ter altura óssea vertical suficiente (12mm da crista alveolar até a borda superior do canal do nervo alveolar inferior) para, eventualmente, colocar um implante de 10 mm e em quarto lugar, o sítio experimental tinha que ter largura óssea adequada horizontal (3,5 mm.). Um total de 103

indivíduos foram incluídos, sendo 35 do gênero masculino e 68 do gênero feminino, com média de idade de 51 anos e 53,2 anos respectivamente. Em 18 indivíduos, os sítios dos primeiros molares inferiores bilateralmente preencheram os critérios de seleção. As imagens da TCFC foram visualizadas utilizando um programa de *software* de planejamento de implantes (InvivoDent). A morfologia mandibular de 2 mm acima do canal alveolar inferior foi classificada em convexa, paralela e côncava com base na presença de concavidade lingual e da forma do rebordo alveolar. A prevalência de cada grupo foi determinada. Posteriormente, as características da concavidade lingual incluindo a profundidade, a angulação e a posição vertical foram determinadas por medidas de marcos anatômicos selecionados. Toda a avaliação morfológica e de medidas foram realizadas por um examinador calibrado. O tipo côncavo foi o mais prevalente, responsável por 66% da população do estudo. A profundidade média da forma côncava de 2 mm no nível acima do canal alveolar inferior e a angulação foram em média 2,4 mm e 57,71 graus respectivamente. As distâncias média vertical do ponto mais proeminente da concavidade lingual até a junção cimento-esmalte de segundo pré-molar e a borda inferior da mandíbula foram 11,7 e 14,9 mm respectivamente. Os autores concluíram que a localização anatômica e o grau da concavidade lingual mandibular apresentada neste artigo adicionaram mais informações no planejamento do tratamento com implantes na região de primeiro molar inferior edentada.

Segundo Naitoh et al. (2009) a localização e o trajeto do canal mandibular e do forame mental são importantes na inserção de implantes dentários e nos procedimentos cirúrgicos que envolvem a mandíbula. Estes autores realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a presença do forame mental acessório vestibular na mandíbula utilizando a TCFC. Um total de 84 pacientes (27 homens e 57 mulheres) que realizaram exames pré-operatórios com a TCFC para colocação de implantes dentários foram incluídos no presente estudo. Para a idade, os

pacientes foram classificados em três grupos: menos de 30 anos de idade, entre 30 e 60 anos de idade e mais de 60 anos de idade. A presença do forame mental acessório vestibular no corpo mandibular, que foi definido como um defeito ósseo vestibular do canal mandibular penetrando o osso cortical vestibular, foi avaliado por meio de imagens de TCFC em duas e três dimensões por um radiologista oral e maxilo-facial. Os resultados mostraram que a presença do forame mental acessório vestibular localizado da região mediana a região de molar foi observada em 44% dos pacientes que reúne 24 das 57 mulheres (42%) e 13 dos 27 homens (48%). A presença do forame mental acessório vestibular foi observada em 5 de 9 pacientes (56%) com menos de 30 anos, em 21 dos 46 (46%) entre 30 e 60 anos de idade e em 11 dos 29 (38%) com mais de 60 anos de idade. Não houve diferença significativa entre o sexo e a idade. Além disso, o forame mental acessório vestibular mostrando a continuidade com o canal mandibular foi observado em 7,1% dos pacientes. Os autores concluíram que a presença do forame mental acessório vestibular no corpo mandibular pode ser avaliada em detalhes com as imagens da TCFC.

Bornstein et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de analisar as dimensões e as características anatômicas do canal nasopalatino e da cortical óssea correspondente vestibular do processo alveolar utilizando-se da TCFC. Cem pacientes parcialmente desdentados agendados para avaliação com a TCFC com mais de um local com potencial benéfico para implantes na maxila anterior foram incluídos, consecutivamente, neste estudo. A população estudada foi composta por 44 homens e 56 mulheres com idade média de 43,09 anos de idade. Para todas as imagens da TCFC, um FOV de 4 x 4 cm, 6 x 6 cm ou 8 x 8 cm foi selecionado. Reconstruções nos planos sagital e coronal foram analisadas no que diz respeito às dimensões e às características anatômicas do canal nasopalatino, bem como às dimensões da parede óssea vestibular. As variantes anatômicas do canal nasopalatino foram

diferenciadas em três grupos: um único canal, dois canais paralelos, as variações do tipo Y de canal com uma abertura oro-palatal e duas ou mais aberturas nasais. As imagens da TCFC foram avaliadas por um experiente estudante de graduação não estando diretamente envolvido no tratamento e acompanhamento destes pacientes. Os resultados mostraram que o sexo dos pacientes incluídos teve uma influência significativa sobre as dimensões da cortical óssea vestibular e sobre o comprimento médio do canal nasopalatino. Os valores médios foram mais elevados para os indivíduos do sexo masculino. A idade dos pacientes teve uma influência significativa em apenas um dos parâmetros avaliados, ou seja, o comprimento do canal nasopalatino com os valores médios, geralmente, decrescentes com o aumento da idade. O tipo de avaliação das variações anatômicas do canal nasopalatino resultou nas seguintes conclusões: um único canal foi identificado em 45 casos, dois canais paralelos separados foram detectados em 15 casos e variações do tipo Y de canal foram vistos em 40 casos. Os autores concluíram que este estudo demonstrou valores decrescentes para a largura coronal da parede óssea vestibular em pacientes com falta dos incisivos centrais em um intervalo de tempo desde a perda deste dente em mais de um ano. A TCFC com os FOVs variando entre 4 x 4 a 8 x 8 cm é uma alternativa válida para o diagnóstico por imagem transversal na maxila anterior para o planejamento de tratamento odontológico com implantes.

Jung et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de investigar se somente a radiografia lateral permite uma avaliação adequada e confiável de diagnóstico para o planejamento pré-operatório de implante palatal paramediano, ou se um dos modernos exames de imagem 3D (TCFL / TCFC) são adicionalmente necessários antes da inserção cirúrgica destes implantes no plano parassagital. Radiografias e exames tomográficos foram realizados a partir de 18 crânios humanos. Para a radiografia lateral, o assoalho nasal (esquerdo / direito) e o palato duro de todos os crânios foram revestidos com uma folha de

alumínio para o realce do contraste. A quantidade de osso vertical medida na radiografia lateral foi comparada com as medidas obtidas nos planos mediano e parassagital da TCFC bem como a altura óssea mínima. Os resultados mostraram que a altura óssea palatina mediana na TCFC (média de 8,98 mm) foi significativamente maior do que a altura vertical observada nas radiografias laterais (média de 6,6 mm). Comparando a radiografia lateral com a TCFC, a associação mais forte foi observada na altura óssea mínima palatal. A quantidade de osso vertical verificado na radiografia lateral não reflete a quantidade existente real de osso vertical no plano sagital mediano, mas geralmente expressa a quantidade mínima de osso. No que diz respeito à aplicação clínica, isto significa que mesmo para a inserção paramediana de implante palatal a radiografia lateral é confiável e adequada para o planejamento pré-operatório. A radiografia lateral identifica a mínima quantidade de osso vertical. Os pacientes com uma quantidade crítica de altura óssea vertical podem, seguramente, ser identificados com base em radiografias laterais. Assim, a avaliação do osso na radiografia lateral é válida mesmo para a inserção paramediana de implantes palatais. Os autores concluíram que a radiografia lateral fornece uma avaliação confiável da quantidade de osso vertical para a inserção paramediana de implante palatal. A dimensão vertical na radiografia lateral reflete a quantidade mínima de osso, que normalmente é vista no plano parassagital, e não a quantidade máxima de osso vertical no plano mediano. Portanto, a indicação para uma TCFL ou TCFC pré-operatória só existe quando a radiografia lateral revela uma quantidade marginal do osso.

### 2.3 A TCFC PARA A ENDODONTIA

A Endodontia utiliza com frequência as radiografias intrabucais periapicais porque estas fornecem riqueza de detalhes e definição das estruturas em questão. Porém, mesmo as radiografias periapicais apresentam limitações de informações, pois são imagens convencionais em que estruturas tridimensionais são projetadas em superfícies bidimensionais (filme radiográfico), ocorrendo várias sobreposições de imagens. A radiografia periapical é utilizada para diagnosticar lesões em região de periápice. Entretanto, mais informações são necessárias para realizar o plano de tratamento. A extensão da lesão, o número e a anatomia das raízes infectadas e a relação destas com as estruturas anatômicas nobres como o seio maxilar, a fossa nasal e o canal mandibular devem ser conhecidos. Algumas alterações endodônticas muitas vezes apresentam resultado radiográfico mascarado e / ou diminuído devido às limitações inerentes à formação das imagens bidimensionais. Com a TCFC, muitos destes problemas passaram a ser solucionados, pois este exame por imagem pode suplantar as limitações das técnicas bidimensionais trazendo informações até então despercebidas na rotina da Endodontia (CAVALCANTI, 2010).

Melo et al. (2010) realizaram um estudo para avaliar a influência dos pinos de ouro fundidos e da guta-percha na detecção de fraturas radiculares longitudinais através da TCFC. Somando-se a isto, foram também avaliadas as variações nos tamanhos do voxel. Cento e oitenta dentes preparados endodonticamente foram divididos em três grupos experimentais e três de controle e colocados em um crânio humano macerado. Os dentes dos grupos experimentais foram artificialmente fraturados. Alguns grupos experimentais e controle foram preenchidos apenas com cones de guta-percha. Outros grupos experimentais e controle foram preenchidos apenas com pinos de ouro fundido. Todos os dentes foram visualizados utilizando a TCFC com dois protocolos de resolução de voxel (0,3 mm e 0,2 mm). Um examinador calibrado, cego para o protocolo, avaliou as imagens utilizando o *software* de

digitalização específico. A presença de guta-percha ou de pinos reduziu a sensibilidade e a especificidade globais em ambas as resoluções de voxel, mas sem associação significativa. Os valores de especificidade da TCFC foram semelhantes e não dependeram da resolução de voxel utilizada. Em contrapartida, os valores de sensibilidade foram significativamente maiores a 0,2 mm de resolução de voxel nos canais não preenchidos, nos canais preenchidos com guta-percha e em geral em todos os grupos. Os resultados deste estudo indicaram que as imagens da TCFC possuem alto grau de sensibilidade e especificidade para a detecção de fraturas radiculares. A maior probabilidade de identificar corretamente as fraturas radiculares ocorreu quando a imagem foi obtida usando o parâmetro de 0,2 mm de resolução voxel. Os autores concluíram que a capacidade de diagnóstico através da TCFC para detecção de fraturas radiculares longitudinais não foi influenciada pela presença de pino metálico ou de guta-percha, e que, as imagens com 0,3 mm de resolução voxel demonstraram não ser um protocolo confiável para a investigação de fratura radicular longitudinal.

Patel et al. (2009) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a acurácia diagnóstica da radiografia periapical intrabucal digital com a da TCFC para a detecção de defeitos ósseos periapicais artificiais em mandíbulas humanas secas. Dez dentes primeiros molares em seis mandíbulas humanas secas parcialmente edentadas e intactas foram usadas neste estudo. Triagem, radiografias e exames tomográficos foram feitos de cada primeiro molar para identificar lesões periapicais pré-existentes. Cera odontológica foi utilizada como um substituto dos tecidos moles. As radiografias e exames tomográficos foram feitos após cada camada incremental de cera. Este processo foi mantido até que a aparência radiológica da mandíbula seca fosse semelhante ao aparecimento radiológico da mandíbula de um paciente. Uma vez que a espessura ideal de cera havia sido determinada, foi aplicada a todas as mandíbulas. A coroa do primeiro molar inferior foi seccionada através da bifurcação



separando as raízes mesial e distal. A raiz distal, em seguida, foi extraída atraumaticamente. Radiografias iniciais e exames tomográficos foram tomadas. Quatro primeiros molares não foram utilizados (um tinha uma lesão periapical existente e três foram fraturados quando estavam sendo extraídos). A raiz distal foi então retirada e produziu-se artificialmente uma lesão periapical com broca esférica de 2 mm de diâmetro. Estas raízes foram firmemente reimplantadas em seus alvéolos. As radiografias e exames tomográficos foram feitos. O processo foi repetido com uma broca de 4 mm de diâmetro para ampliar a lesão periapical. Um filé de carne fresca bem embrulhado em filme plástico foi usado para imitar a língua na mandíbula para os exames tomográficos. A cabeça do tubo de raios X, o sensor digital e a mandíbula foram alinhados para permitir tomadas radiográficas usando a técnica do paralelismo. Para a TCFC foi utilizado 0,125 mm de voxel e 1,5 mm de espessuras de corte. Seis examinadores avaliaram individualmente as radiografias e exames tomográficos. Os examinadores foram treinados por meio de exemplos de radiografias e imagens tomográficas com e sem a presença de lesões periapicais antes de iniciar a avaliação. Os examinadores foram orientados a anotar a presença ou a ausência de lesão periapical utilizando uma escala de confiança de 5 pontos como segue: 1 - lesão periapical definitivamente ausente; 2 - lesão periapical provavelmente ausente; 3 - inseguro, 4 - lesão periapical provavelmente presente e 5 - lesão periapical definitivamente presente. Os resultados mostraram que a TCFC foi significativamente mais exata do que a radiografia periapical intra-oral para detectar a presença de patologia periapical. A radiografia intra-oral não foi sensível na detecção de lesões periapicais de qualquer tamanho. A sensibilidade geral foi de 0,248 (24,8%) para a radiografia periapical e de 1,0 (100%) para a TCFC. Ambas as técnicas de imagem apresentaram valores de especificidade de 1,0. No entanto, a radiografia intra-oral foi mais precisa no diagnóstico de “grandes” lesões periapicais do que de “pequenas” lesões periapicais. Isso, provavelmente, reflete o aumento do volume de destruição óssea. Os

resultados deste estudo forneceram evidências da validade e da confiabilidade da TCFC para detectar a presença de lesões periapicais. Outras investigações são necessárias para determinar a validade diagnóstica dos diferentes *scanners* de TCFC bem como o efeito da alteração dos parâmetros de exposição sobre a detecção de lesões periapicais. Os autores concluíram que a TCFC permite que o clínico possa seleccionar os pontos de vista mais relevantes da área de interesse, resultando em uma melhor detecção da presença ou da ausência de lesões periapicais.

D'Addazio et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a TCFC com a radiografia periapical para a identificação de simulações de complicações endodônticas. Dezesesseis dentes humanos, em três mandíbulas, foram submetidos as seguintes simulações de complicações endodônticas: lima endodôntica fraturada, perfuração radicular, pino fundido com desvio do canal radicular e reabsorção radicular externa. Cada dente inserido em seu alvéolo correspondente foi submetido a exame radiográfico periapical padronizado. Um cone de raios X foi utilizado em três direções no plano horizontal: ortoradial, méso-radial e disto-radial. Os filmes foram processados em uma processadora automática. Cada mandíbula foi então submetida a exame tomográfico utilizando o protocolo de imagem para mandíbula com os seguintes parâmetros: FOV de 13 cm (centímetros) de aquisição, 40 s de tempo de aquisição e 0,25 mm de voxel. Um radiologista dentomaxilofacial, após ter sido calibrado, analisou as radiografias e os exames tomográficos. Os relatórios emitidos pelo examinador foram classificados de acordo com o seguinte sistema de pontuação: 0- alteração não identificada; 1- alteração identificada com diagnóstico impreciso e 2- alteração identificada com diagnóstico preciso. Os resultados deste estudo mostraram que a TCFC permitiu a identificação correta de um maior percentual de defeitos do que a radiografia periapical. Na detecção de reabsorções externas a TCFC foi

significativamente superior à radiografia periapical. A TCFC é, portanto, indicada para a avaliação e o planejamento de situações endodônticas complexas e é apresentada como tendo a perspectiva de uma boa visualização de lesões e complicações que geralmente são difíceis de se observar na radiografia periapical em função da sua angulação e da visão bidimensional. Os autores concluíram que a TCFC forneceu mais precisão na detecção de reabsorções radiculares externas. Nas simulações de limas endodônticas fraturadas, pinos fundidos com desvio do canal radicular e perfuração radicular, embora a TCFC tenha mostrado uma tendência de identificação mais precisa, não houve diferença significativa quando comparada à radiografia periapical.

Bornstein et al. (2009) realizaram um estudo com o objetivo de comparar as radiografias intra-orais (periapicais e oclusais) com a TCFC no diagnóstico de fraturas radiculares em dentes permanentes levando em conta a localização e a angulação destas fraturas. Participaram deste estudo 38 pacientes na faixa etária dos 8 aos 52 anos de idade (média de 24 anos). A partir desses pacientes um total de 44 dentes permanentes (43 incisivos centrais superiores e 1 incisivo lateral superior) com fratura radicular horizontal foram utilizados para análise posterior. As imagens da TCFC foram obtidas com tamanho de voxel de 0,125 mm. Para a realização das radiografias oclusais o raio central foi posicionado através do plano médio-sagital correspondente a um ângulo de 70 graus em relação ao filme. Para a realização das radiografias periapicais foi utilizada a técnica do paralelismo com posicionadores de filme. As radiografias intra-orais (periapicais e oclusais) e a TCFC (imagens sagitais) foram utilizadas para avaliar a localização (terço apical, terço médio e terço cervical da raiz) da linha de fratura. Nos cortes sagitais da TCFC o nível da fratura radicular foi examinado também sobre os aspectos vestibulares e palatinos da raiz (ângulo formado entre o longo eixo da raiz e a linha de fratura). As radiografias intra-orais e a TCFC foram

avaliadas por um experiente estudante de graduação não envolvido diretamente no tratamento e acompanhamento dos pacientes incluídos neste estudo. Os resultados mostraram que nas radiografias oclusais e periapicais, 28 fraturas (63,6%) foram localizados no terço médio da raiz, 11 (25,0%) no terço apical da raiz e 5 (11,4%) no terço cervical da raiz. Na TCFC no aspecto vestibular 31 dentes apresentavam fraturas no terço médio da raiz e 30 dentes tiveram uma fratura localizada no terço cervical no aspecto palatino da raiz. As radiografias intra-buciais (periapicais e oclusais) e as imagens da TCFC nos cortes sagitais por vestibular revelaram o mesmo nível de fratura radicular em 70,5% dos casos. As radiografias intra-buciais e a TCFC nos cortes sagitais mostraram por palatino mesmo nível de fratura radicular em 31,8% dos casos. Os autores concluíram que a imagem da TCFC oferece a clara vantagem sobre os métodos convencionais de imagem (radiografias periapicais e oclusais) devido ao fato de que os dentes traumatizados podem ser visualizados em três dimensões.

Kamburoglu, Cebeci e Gröndahl (2009) realizaram um estudo com o propósito de comparar a acurácia diagnóstica das imagens da radiografia convencional, digital CCD e placa de fósforo fotoestimuláveis (PSP) com a TCFC na detecção de fratura radicular horizontal simulada em dentes humanos extraídos. A fratura radicular pode ser ignorada se o feixe de raios X não passar ao longo da linha de fratura. Portanto, duas ou três tomadas radiográficas em vários ângulos são recomendadas. As fraturas radiculares foram criadas no plano horizontal em 18 dentes por uma força mecânica e os fragmentos foram reposicionados. Outros 18 dentes intactos, sem fratura radicular horizontal, serviram de grupo controle. Radiografias intra-orais foram obtidas em três diferentes ângulos. Três radiologistas odontológicos examinaram separadamente os exames intra-orais convencionais, digitais (PSP e CCD) e as imagens da TCFC para detectar a presença de fratura radicular horizontal. Os resultados mostraram que a TCFC revelou sensibilidade significativamente maior do que os

sistemas intra-orais, entre os quais não foram encontradas diferenças significativas. Quanto à especificidade não houve diferenças estatisticamente significantes entre qualquer um dos quatro sistemas. A TCFC superou o exame radiográfico bidimensional convencional e os digitais na detecção de fraturas radiculares horizontais simuladas. A TCFC forneceu resultados altamente precisos. Os autores concluíram que embora a TCFC seja uma tecnologia inovadora e promissora, as doses efetivas de radiação são ainda mais elevadas do que com as imagens intra-orais e panorâmicas convencionais. Portanto, ainda não há provas suficientes para dizer que a TCFC deva ser o método de escolha em todos os casos de trauma dental. Atualmente, a TCFC deve ser considerada apenas quando o exame radiográfico convencional não fornece informações úteis para o diagnóstico de fratura radicular horizontal.

Patel (2009) realizou um trabalho com o objetivo de revisar a literatura atual sobre as aplicações e as limitações da TCFC no manejo de problemas endodônticos. As patologias periapicais podem ser detectadas mais cedo através da TCFC em comparação com a radiografia periapical. A verdadeira dimensão, natureza, extensão e localização das lesões periapicais e das reabsorções, as fraturas radiculares, a anatomia do canal radicular e a natureza da topografia do osso alveolar ao redor dos dentes também podem ser avaliadas com a TCFC. Este exame permite detectar lesões endodônticas radiolúcidas antes que elas sejam aparentes na radiografia convencional. Os achados radiológicos da TCFC representam o verdadeiro estado dos tecidos periapicais, ou seja, este exame pode ser usado como um “padrão ouro” com uma sensibilidade e especificidade de 1,0 para detectar a presença ou a ausência de patologia periapical. Futuras pesquisas podem mostrar que os tecidos periapicais que parecem ter “curado” em radiografias convencionais podem ainda apresentar sinais de doença periapical quando exames de TCFC são feitos. Isto pode ter implicações para a tomada de decisão e os critérios de seleção quando se considera a (re) colocação de

restaurações indiretas nos dentes que tenham sido previamente tratados endodonticamente e parecem ter imagem radiográfica de sucesso. A TCFC também tem se mostrado útil no diagnóstico e tratamento de traumatismo dento-alveolar. Para detectar uma fratura podem ser necessárias radiografias periapicais tomadas em vários ângulos diferentes e, mesmo assim, pode não ser visualizada. Como a TCFC é uma técnica extra-oral também é muito mais confortável para o paciente que recentemente sofreu um traumatismo dentário realizar este exame ao invés de várias radiografias intra-orais. O autor concluiu que o aumento de dados advindos da TCFC resulta em um diagnóstico mais preciso e, portanto, em uma melhor tomada de decisões para o manejo das patologias do complexo endodôntico. No entanto, os casos endodônticos devem ser julgados individualmente e, até que novas evidências a respeito da TCFC estejam disponíveis, ela só deve ser considerada em situações em que as informações dos sistemas bidimensionais convencionais de imagem não produzam uma quantidade adequada de informações para permitir o manejo adequado dos problemas endodônticos.

Patel e Dawood (2007) relataram o uso clínico da TCFC como uma ferramenta eficaz de diagnóstico para a avaliação e o manejo da reabsorção cervical externa em dois casos clínicos. O exame clínico em ambos os casos foi normal. No primeiro caso clínico, um paciente do sexo masculino com 32 anos de idade apresentou uma radiografia periapical do dente 45 que revelou uma radiolucidez de 4 mm de diâmetro na região cervical da raiz. A lesão tinha limites bem definidos e o canal radicular era visível através da lesão, sugerindo que a lesão era externa ao canal radicular. Uma TCFC foi realizada e o diagnóstico de reabsorção cervical externa foi confirmado. A lesão de reabsorção foi confinada predominantemente no aspecto vestibular da raiz, sem perfurar o canal radicular. Um retalho mucoperiosteal foi realizado para ter acesso à lesão que foi escavada e o defeito tratado com

cimento de ionômero de vidro. No segundo caso clínico, uma paciente do sexo feminino com 37 anos de idade apresentou radiografia periapical do dente 11 que revelou uma radiolucidez cervical indicativa de reabsorção cervical externa no aspecto mesial do mesmo. Uma TCFC foi realizada e as imagens revelaram uma área hipodensa cervical indicativa de reabsorção cervical externa no aspecto mesial do dente 11. Era evidente a partir dos cortes sagitais e coronais que a lesão não estava em comunicação com o canal radicular. A TCFC revelou que a reabsorção era mais extensa do que parecia radiograficamente, tornando o prognóstico do tratamento reparador muito pobre. Neste caso, a paciente foi orientada a extrair este dente e substituí-lo por um implante. A TCFC revelou a verdadeira natureza destas lesões em três dimensões. Os autores concluíram que a extensão verdadeira das reabsorções cervicais externas nem sempre pode ser estimada a partir de radiografias bidimensionais e que a TCFC pode ser uma ferramenta de diagnóstico útil no manejo das reabsorções cervicais externas.

Liedke et al. (2009) realizaram um estudo que avaliou *in vitro* a capacidade de diagnóstico da TCFC em detectar reabsorção radicular externa simulada com diferentes resoluções de voxel. As variáveis experimentais foram: o tamanho da cavidade, a localização no terço radicular, o plano de visualização (frontal, sagital e axial) e a resolução voxel adotada. A amostra original consistiu de 60 incisivos inferiores humanos. Os dentes não foram seccionados, mas as porções de suas raízes foram divididas em terços cervical, médio e apical. Um total de 180 terços foi obtido. Para cada terço radicular (cervical, médio e apical) havia quatro possibilidades de simulações: nenhuma cavidade, cavidade pequena, média ou grande. Para simular a reabsorção radicular externa, os dentes foram colocados em bases de gesso e cavidades de 0,6 mm, 1,2 mm ou 1,8 mm de diâmetro e 0,3 mm, 0,6 mm ou 0,9 mm de profundidade (pequenas, médias e grandes cavidades) foram feitas. As cavidades foram perfuradas nas superfícies vestibular com brocas de alta rotação e esféricas de 0,6 mm,

1,2mm e 1,8 mm de diâmetro. Dos 60 dentes da amostra original, 1 dente foi perdido devido à fratura no momento da remoção da base de gesso. Os 59 dentes restantes foram divididos em dois grupos de 20 espécimes cada e um grupo de 19 espécimes. Os mesmos foram fixados em 1 cm de espessura de placas de cera e colocados sobre a mesa do aparelho de tomografia i-CAT (Imaging Sciences International, Inc, Hatfield, PA, 120 kVp, 3-8mA) para a aquisição da imagem. Cortes axiais, frontais e sagitais foram obtidos de acordo com três protocolos, dependendo da resolução voxel desejada: 0,4 mm voxel (8 cm de FOV, 20 s para a aquisição), 0,3 mm de voxel (8 cm de FOV, 20 s para a aquisição) e 0,2 mm voxel (8 cm de FOV, 40 s para a aquisição). As imagens foram analisadas utilizando o *software* i-CAT View (Imaging Sciences International, Inc). As imagens foram analisadas por um radiologista previamente calibrado. Em um intervalo de 15 dias, a mesma observação foi repetida. Os resultados não mostraram qualquer associação entre o tamanho do voxel (0,4 mm, 0,3 mm ou 0,2 mm) usado em imagiologia e os planos tomográficos (axial, frontal ou sagital), o tamanho da cavidade (pequena, média ou grande) ou com a localização da reabsorção radicular nos terços apical, médio ou cervical. Os resultados obtidos indicaram que os valores de sensibilidade e especificidade da TCFC foram semelhantes e não dependeram da resolução voxel adotada. No entanto, a razão de verossimilhança foi de 6,4 para o voxel de 0,4 mm, 16 para o voxel de 0,3 mm e 12 para o voxel de 0,2 mm. Este estudo mostrou que as três resoluções adotadas de voxel (0,4 mm, 0,3 mm e 0,2 mm) produziram os mesmos resultados para o diagnóstico de cavidades que simularam reabsorções radiculares externas. No entanto, este diagnóstico foi feito com mais facilidade quando as resoluções de 0,3 mm ou 0,2 mm de voxel foram utilizadas como os resultados da razão de verossimilhança confirmaram. Os autores concluíram que a TCFC é um método seguro para investigar as reabsorções radiculares externas com excelente especificidade e sensibilidade. Portanto, para a investigação desta patologia, a melhor abordagem seria incluir uma TCFC com resolução



de 0,3 mm voxel porque o protocolo oferece o mesmo desempenho no diagnóstico do que com a resolução de 0,2 mm voxel, mas com um menor tempo de varredura, o que reduz a exposição do paciente aos raios X.

Bernardes et al. (2009) realizaram um estudo que analisou, comparativamente, imagens obtidas por radiografia convencional e por TCFC para o diagnóstico de fraturas radiculares. Vinte pacientes com dentes tratados endodonticamente participaram deste estudo. Alguns destes pacientes tinham suspeita de fratura radicular e foram submetidos à radiografia periapical e à TCFC. As radiografias periapicais foram obtidas pela técnica do paralelismo com o uso de posicionadores de filme. As imagens da TCFC foram obtidas com o aparelho Accuitomo 3DX. A avaliação das radiografias periapicais e das imagens da TCFC foi realizada por dois examinadores, um radiologista e um endodontista, de acordo com os seguintes escores pré-estabelecidos conforme as características da fratura radicular que foram posteriormente confrontados com os sinais e sintomas: 0 (ausente), 1 (presente e ainda mal definida) e 2 (presente e bem definida). Os resultados revelaram diferença estatisticamente significativa entre a radiografia periapical em comparação com a TCFC para o diagnóstico de fratura radicular. Houve fraturas observadas nos exames tridimensionais que não puderam ser detectadas nas radiografias bidimensionais. Os autores concluíram que a TCFC foi melhor do que a radiografia convencional no diagnóstico de fraturas radiculares, constituindo uma excelente alternativa para o diagnóstico na prática odontológica. No entanto, os sinais e os sintomas clínicos são fundamentais para o diagnóstico de fraturas radiculares além dos recursos auxiliares como a TCFC.

## 2.4 A TCFC PARA A ARTICULAÇÃO TÊMPORO – MANDIBULAR

O diagnóstico e o tratamento dos distúrbios da ATM são muitas vezes bastante desafiadores. Embora a ressonância magnética permaneça como o método de eleição para a imagem dos componentes intra-articulares da ATM, as imagens oferecidas pela TCFC demonstraram fornecer uma avaliação completa dos componentes ósseos desta articulação. As imagens resultantes são de alta qualidade. Dada a significativa redução da dose de radiação e do custo em comparação com a TCFL, a TCFC pode em breve se tornar a ferramenta de escolha para avaliar as alterações ósseas da ATM (TSIKLAKIS, SYRIOPOULOS e STAMATAKIS, 2004).

Segundo Marques et al. (2010) há muitas limitações para a aquisição da imagem da região da ATM utilizando a radiografia convencional. A TCFC é uma opção melhor devido a sua maior precisão para fins de diagnóstico, planejamento e tratamento cirúrgico de lesões ósseas da ATM. Estes autores realizaram um estudo com o objetivo de testar dois protocolos de TCFC para a avaliação de lesões ósseas simuladas no côndilo da mandíbula. Lesões esféricas foram simuladas em 30 côndilos mandibulares secos utilizando brocas esféricas números 1, 3 e 6. Cada um dos côndilos mandibulares foi submetido à TCFC utilizando dois protocolos: 1) axial, reconstrução multiplanar coronal e sagital (RMP) e 2) cortes sagitais e coronais ao longo eixo longitudinal dos côndilos mandibulares. Para esses protocolos, dois observadores (estudantes de doutorado) analisaram as imagens da TCFC quanto à presença ou não de lesões ósseas nos côndilos mandibulares. Somente um dos observadores, no entanto, realizou esta análise em duas ocasiões diferentes. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois protocolos. Houve maior dificuldade na avaliação das lesões simuladas pequenas (broca número 1). Os autores concluíram que a

TCFC foi válida para a avaliação da presença ou da ausência de lesões ósseas na ATM mesmo para as pequenas alterações confirmando os resultados de estudos já publicados na literatura. Ambos os protocolos de pós-processamento da TCFC foram considerados adequados na avaliação das lesões ósseas no côndilo mandibular, com o protocolo de reconstrução multiplanar mostrando resultados um pouco melhores.

Huntjens et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de determinar o grau de assimetria condilar em crianças com artrite juvenil idiopática (AJI) utilizando a TCFC. Vinte pacientes (14 meninas e 6 meninos com média de idade de  $11,21 \pm 3,54$  anos) com AJI examinados com a técnica da TCFC participaram deste estudo. O subtipo de AJI, a gravidade e a duração da doença foram variáveis. Todos os côndilos direito e esquerdo foram capturados pelo mesmo operador, de acordo com um protocolo clínico fixo (80,0 kVp, 4,0 mA). Durante a reconstrução os cortes utilizados foram de 1,0 mm. Os resultados mostraram que a inspeção visual das imagens do volume em 360 graus de rotação apresentou uma ampla variedade de padrões de destruição condilar que vão desde pequenas erosões no córtex até a quase completa deformação da cabeça da mandíbula. Como a segmentação foi restrita à delimitação da região cortical, possíveis mudanças nas zonas mais profundas (por exemplo, cistos) não foram reproduzidas. Os autores concluíram que, utilizando o método baseado na TCFC, foi demonstrado que a assimetria condilar foi uma característica comum em crianças com AJI. O grau de assimetria foi variável, porém significativo, na maioria dos indivíduos.

Sirin et al. (2010) realizaram um trabalho com o propósito de examinar os efeitos das diferentes espessuras de cortes das reconstruções secundárias em TCFC baseado no diagnóstico de fraturas mandibulares criadas artificialmente em côndilos de ovinos. Um total de 63 cabeças de ovinos frescas foram utilizadas neste estudo. Todas as regiões esquerda e

direita da ATM foram numeradas consecutivamente. Fixações maxilo-mandibular foram feitas utilizando fios de ligadura. Dois cirurgiões realizaram os procedimentos cirúrgicos e alguns tipos de fraturas foram criadas. Esta informação não estava disponível para os outros pesquisadores. Um total de 126 regiões da ATM foram operadas (n = 126). Algumas das fraturas (n = 106) foram planejadas para serem deslocadas (n = 61) e os subgrupos foram formados como medial (n = 16), lateral (n = 15), anterior (n = 15) e posterior (n = 15). As fraturas não deslocadas (n = 45) foram divididas em subgrupos: completa (n = 15), fissurada (n = 14) e cominutiva (n = 16). O restante dos côndilos foram deixados intactos (n = 20). Todas as cabeças de ovinos foram digitalizadas utilizando um *scanner* NewTom 3G TCFC (NIM sri, Verona, Itália) nas 2 horas após a cirurgia. A análise foi feita por uma única rotação de 360 graus do sistema de tubo de raios X e detector em torno das cabeças dos ovinos. Os dados foram então importados para o *software* NewTom 3G para a reconstrução das imagens. As reconstruções secundárias foram formadas em 0,2 mm, 1 mm, 2 mm e 3 mm de espessuras de corte. As reconstruções multiplanares foram avaliadas por sete observadores os quais estavam cegos para o número real de fraturas e também para as espessuras de corte das imagens reconstruídas. Uma sessão de pré-calibração foi realizada pelos sete observadores. Os resultados evidenciaram que quando a presença ou a ausência da variável fratura foi examinada para os cortes de 2 mm e 3 mm de espessura foram encontrados para ser significativamente menores do que os de 0,2 mm. O desempenho diagnóstico da TCFC com 0,2 mm de espessura de corte foi significativamente maior do que com 2 mm e 3 mm de espessura de corte para as fraturas do tipo fissura. No mesmo tipo de fratura, havia também diferenças estatisticamente significativas com 1 mm e 2 mm quando comparadas com as de 3 mm de espessura de corte. Para a detecção de fraturas cominutivas os grupos de 2 mm e 3 mm foram significativamente menores do que os de 0,2 mm. O desempenho para a detecção de fratura completa nos cortes de 2 mm e de 3 mm de espessura foram significativamente

inferiores aos de 0,2 mm. Não houve diferença estatística entre os cortes de 1 mm e 2 mm para este mesmo tipo de fratura. Porém, com 3 mm de espessura de corte foi significativamente inferior aos de 1 mm e 2 mm. Os autores concluíram que a TCFC foi precisa na detecção de todas as variantes de fraturas em 0,2 mm e 1 mm de espessura de corte. No entanto, os cortes com 2 mm e 3 mm de espessura não eram adequados para detectar fraturas não deslocadas do côndilo mandibular do tipo fissurada, completa e cominutiva.

## 2.5 A TCFC PARA A CIRURGIA BUCO-MAXILO-FACIAL

A avaliação radiográfica é ferramenta diagnóstica imprescindível e obrigatória na Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, a fim de evidenciarmos de maneira precisa o local cirúrgico, as áreas adjacentes e as estruturas anatômicas nobres envolvidas. As radiografias bidimensionais intra e extra-buciais apresentam-se adequadas para a avaliação de inúmeras situações clínicas, como o planejamento cirúrgico de dentes inclusos e supranumerários e as suas relações com as estruturas anatômicas adjacentes, e também no planejamento de intervenções das lesões do complexo maxilomandibular. Porém, a avaliação bidimensional de estruturas tridimensionais, a alta incidência de sobreposição das estruturas ósseas, assim como a magnificação e a distorção das imagens são fatores que dificultam a avaliação pré-operatória e os riscos cirúrgicos. O emprego da TCFC é considerado a modalidade de exame de imagem ideal na avaliação do complexo maxilomandibular, mostrando maior riqueza de detalhes, contribuindo para um melhor diagnóstico e planejamento cirúrgico (CAVALCANTI, 2010).

Segundo Danforth, Peck e Hall (2003) as possíveis complicações que podem ocorrer em exodontias associadas aos complexos terceiros molares impactados são bem conhecidas. Ao enfatizar a prevenção e reconhecendo a dificuldade de uma exodontia de terceiro molar impactado, é de suma importância, e um dos passos mais importantes, a obtenção de radiografias adequadas. A intenção da imagem radiográfica é de fornecer uma visão intra-óssea das estruturas relacionadas. Além de avaliar a complexidade do tratamento antes da exodontia destes dentes impactados, é importante visualizar a sua localização e a posição de outras estruturas como o canal mandibular, os dentes adjacentes, as paredes do seio maxilar, os limites das corticais ósseas e a presença ou a ausência de condições patológicas que possam afetar diretamente o resultado da cirurgia. O diagnóstico, o planejamento, o tratamento e a avaliação das potenciais complicações dos dentes impactados são grandemente melhorados através da adição da terceira dimensão com a TCFC. Estes autores realizaram um artigo com a intenção de apresentar dois relatos de casos exemplificando como um dispositivo de TCFC (Newtom 9000, Aperio Services Inc., Sarasota, Flórida) está sendo utilizado no diagnóstico e no planejamento do tratamento de terceiros molares impactados. No primeiro caso, o paciente era um homem de 24 anos de idade que procurou o cirurgião-dentista para possível remoção do seu terceiro molar inferior direito não irrompido. Ele vinha sofrendo com pericoronarite crônica desde o ano anterior. Na consulta uma radiografia panorâmica foi feita e mostrou o nervo mandibular desaparecer no terço apical do molar impactado. Isso levantou uma preocupação imediata de que os ápices estivessem dentro do canal mandibular e que um risco significativo de dano ao nervo durante a cirurgia pudesse ocorrer. A decisão de extrair o dente foi adiada até que o paciente pudesse realizar uma TCFC. Nas imagens da TCFC foi observado que os ápices radiculares estavam em contato com o canal mandibular. Depois de analisar as imagens, um protocolo convencional cauteloso cirúrgico foi utilizado permitindo que o dente fosse removido com sucesso sem

danificar o canal do nervo mandibular. No segundo caso, a paciente era uma mulher de 23 anos de idade que foi encaminhada para o cirurgião-dentista para a exodontia de todos os quatro terceiros molares. Uma radiografia panorâmica mostrou que o nervo alveolar inferior poderia estar em contato com as raízes do terceiro molar, aumentando a preocupação de que o nervo fosse envolto com as raízes e elevando o risco de ocorrer algum dano caso estes dentes fossem extraídos. Apesar de não haver nenhum plano imediato para a remoção destes dentes, a paciente concordou em realizar uma TCFC para melhor compreensão em relação às raízes e o nervo alveolar inferior, a fim de um planejamento futuro no caso destes dentes tornarem-se sintomáticos. A TCFC validou as preocupações levantadas pela radiografia panorâmica e evidenciou que de fato o nervo alveolar inferior estava envolto com as raízes dos terceiros molares. A paciente achou importante ter feito a TCFC mas fez uma decisão informada de adiar a exodontia dos terceiros molares inferiores. A TCFC revelou-se benéfica tanto para a avaliação pré-operatória quanto para a avaliação de risco cirúrgico. Com base na imagem, o primeiro paciente fez uma decisão informada para prosseguir com a cirurgia que foi bem-sucedida. A segunda paciente adiou a exodontia pelo risco cirúrgico ser maior do que o benefício de retirar o terceiro molar impactado assintomático. Os autores concluíram que a TCFC é uma tecnologia emergente que oferece imagens tridimensionais para o planejamento de casos cirúrgicos complexos de terceiros molares inferiores e é uma opção alternativa à TCFL devido à menor dose de radiação.

Olutayo et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de sistematizar os sinais clínico-radiológicos e o curso da osteonecrose mandibular relacionada ao bisfosfonato e avaliar o potencial de diagnóstico de técnicas radiográficas para detectar a osteonecrose em cada estágio da doença. A amostra consistiu de 22 pacientes (17 homens e 5 mulheres, na faixa etária de 54 a 87 anos de idade). Estes pacientes tinham diagnóstico prévio de doença

maligna extra-oral e desenvolvimento de osteonecrose no osso da mandíbula. Todos os pacientes foram tratados com doses intravenosas de zoledronato ou pamidronato e, portanto, em risco de desenvolver osteonecrose da mandíbula relacionada aos bisfosfonatos. O diagnóstico foi baseado em um exame clínico em conjunto com a radiografia panorâmica digital e com a TCFC. Na avaliação clínica foi constatado osso exposto à cavidade oral com áreas necróticas, presença de supuração, além do histórico negativo da radioterapia de cabeça e pescoço. A associação com exodontias anteriores ou traumas como possíveis fatores desencadeantes para o aparecimento das lesões foram documentados em todos os pacientes. As radiografias e as imagens da TCFC foram avaliadas por dois radiologistas dentomaxilofaciais considerando as seguintes variáveis: características da imagem do osso alveolar e basal (lítica / erosiva, escleróticas e mistas), a presença de sequestro, a descontinuidade cortical, a resposta periosteal e o envolvimento de estruturas vitais (como o canal mandibular e o antro maxilar). Quatro estágios da progressão da doença foram propostos com base nos achados clínico-radiológicos. Os resultados mostraram que 20 pacientes apresentaram envolvimento mandibular e outros dois tiveram envolvimento maxilar. Espessamento da lâmina dura foi detectado apenas com a TCFC tridimensional e com as radiografias periapicais, enquanto que ulceração e espessamento cortical ósseo foi detectado apenas pela TCFC tridimensional. Esclerose mista e destruição óssea envolvendo osso alveolar e basal, com ou sem invasão do canal mandibular e fraturas patológicas mandibular foram detectadas por imagens bidimensionais panorâmicas a partir da TCFC e tridimensionais. Outros achados foram alvéolos pós exodontias não cicatrizados, radiolucidez periapical, osteólise, sequestro, fístula oroantral e nova formação de periosteio. O corpo da mandíbula foi o local predominante do envolvimento em quase todos os pacientes. O estadiamento da doença foi feito com base nos achados clínico-radiológicos. As mudanças pelo menos na primeira apresentação foram observadas em pacientes com evidência



radiológica de osteoesclerose envolvendo o osso cortical, a margem alveolar e a lâmina dura, mas com mucosa clinicamente intacta e sem sintomas ou desconforto oral (fase I). Este achado radiológico foi detectado apenas usando as radiografias periapicais e a TCFC. Na fase II, ulceração foi localizada na região posterior / lingual da mandíbula na área da linha milo-hióidea. A superfície do osso exposto foi branda e os pacientes apresentaram desconforto quando a língua encostava-se à ulceração. Espessamento da cortical na região afetada foi achado radiológico somente na TCFC. As radiografias panorâmicas não produziram evidências óbvias do estado da doença nos estágios I e II. Incremento em manifestações de lesões escleróticas correlacionadas com uma expressão mais severa da osteonecrose da mandíbula relacionada aos bisfosfonatos em estágios III e IV foi detectado em ambas as modalidades de imagem, mas muito mais características patológicas e toda a extensão da lesão puderam ser visualizadas com a TCFC. Os autores concluíram que a osteonecrose mandibular relacionada aos bifosfonatos ocorre em quatro fases distintas clínico-radiológicas. Para os casos mais leves, o diagnóstico por imagem com a radiografia panorâmica foi muito menos óbvio. A TCFC foi plenamente capaz de caracterizar as lesões ósseas e descrever a sua extensão e o envolvimento das estruturas vizinhas em todos os casos. Assim, a TCFC pode melhor contribuir para o diagnóstico precoce da osteonecrose relacionada aos bisfosfonatos no osso da mandíbula, bem como para o manejo desta doença.

Dolekoglu et al. (2010) realizaram um relato de caso com o objetivo de discutir e ilustrar o uso clínico da TCFC para o diagnóstico de fratura maxilo-facial em um paciente traumatizado. Neste relato um paciente de 30 anos de idade, do sexo masculino, foi encaminhado para um serviço de diagnóstico oral relatando uma limitação de abertura bucal. A história do paciente revelou uma lesão traumática no rosto devido a uma queda. De acordo com a análise cefalométrica bidimensional não houve fratura. As radiografias panorâmica e pósterio-anterior mostraram fraturas bilaterais dos côndilos. Além disso, uma fratura na região

do incisivo inferior esquerdo pôde ser claramente detectada na radiografia panorâmica. Para um diagnóstico ainda mais preciso, foi feita uma TCFC. Os cortes transversais mostraram duas linhas de fratura vertical sobre o osso alveolar entre os dentes 17 e 18 e entre os dentes 14 e 15. A fratura da raiz palatina foi observada associada ao dente 18. A linha de fratura na região do incisivo inferior esquerdo, bem como as fraturas bilaterais dos côndilos puderam ser vistas claramente nas imagens da TCFC. Este exame está se tornando uma ferramenta popular na prática odontológica moderna. No diagnóstico de fraturas dentoalveolares, este método de diagnóstico por imagem tornou possível a obtenção de informações mais detalhadas.

A TCFC também pode ser utilizada para produzir modelos físicos, um processo conhecido como prototipagem rápida. Protótipos de modelos anatômicos podem ser produzidos da área de interesse utilizando a estereolitografia. A capacidade de produzir imagens tridimensionais e um modelo exato usando a estereolitografia da área de interesse a partir dos dados da TCFC significa que o operador pode se familiarizar com o sítio cirúrgico e, confiantemente, planejar a sua abordagem cirúrgica (SCARFE et al. 2006).

A prototipagem rápida é a tecnologia pela qual se obtém um modelo tridimensional real ou protótipo de uma estrutura do organismo a partir de imagens virtuais do mesmo. Ela vem sendo utilizada progressivamente em muitas áreas da saúde com ênfase em algumas especialidades odontológicas como a Cirurgia Bucomaxilofacial, a Cirurgia Ortognática e a Implantodontia. Com o advento da TCFC ao final da década de 1990, concomitantemente ao desenvolvimento de *softwares* interativos para a manipulação e reformatação de imagens tomográficas, houve um maior interesse dos profissionais da Odontologia sobre este tipo de exame. Isto, conseqüentemente, induziu a uma maior disseminação da tecnologia de prototipagem rápida, já que a TCFC constitui uma das possibilidades de aquisição de imagens

para a confecção de protótipos, tornado assim este tipo de procedimento mais acessível. O processo de fabricação dos biomodelos pode ser dividido em etapas, sendo que todas devem estar integradas adequadamente para a obtenção de um produto final satisfatório. A qualidade do protótipo depende basicamente de quatro etapas igualmente importantes sendo estas: o preparo do paciente, a qualidade do exame de tomografia computadorizada, o tratamento das imagens e a escolha da tecnologia de prototipagem (impressão do biomodelo). A prototipagem rápida e as suas tecnologias têm a capacidade de auxiliar diretamente no diagnóstico, planejamento, simulação cirúrgica, confecção de implantes e em uma posterior preservação de casos clínicos. O protótipo facilita a comunicação entre os profissionais e os pacientes, permitindo uma melhor compreensão e uma informação adequada e clara a respeito do seu plano de tratamento. Esta recente e promissora tecnologia tem a capacidade de diminuir em pelo menos 30% o tempo cirúrgico, aumentando assim as taxas de sucesso nas abordagens odontológicas (GAMBA et al., 2010).

## 2.6 OUTRAS APLICAÇÕES DA TCFC NA ODONTOLOGIA

O uso de modelos tridimensionais da dentição obtidos com a TCFC está se tornando cada vez mais popular na Odontologia. Uma tendência recente é de substituir os tradicionais modelos de gesso por modelos obtidos através da TCFC para o diagnóstico, plano de tratamento e simulações. Um estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a precisão das reconstruções tridimensionais das coroas e superfícies oclusais dentárias através da TCFC. Uma mandíbula e uma maxila humana secas, totalmente dentadas e *metal-free* foram colocadas em um recipiente plástico e imersas em água para fornecer algum nível de simulação de tecidos moles. Após, a mandíbula e a maxila foram digitalizadas separadamente

utilizando a TCFC com os FOVs pequeno, médio e grande. Os dentes foram extraídos e fixados em um recipiente de blocos de isopor e digitalizados utilizando um *scanner* MicroCT. Os resultados mostraram que as reconstruções tridimensionais através da TCFC são precisas dentro dos limites da resolução espacial e dos tamanhos do voxel e do FOV selecionados disponíveis para o sistema 3D Scanora (sistema utilizado neste estudo). Especificamente, as cúspides e as fossas foram maiores (super-estimadas) na TCFC quando em comparação com a MicroCT. Além disso, na TCFC os detalhes dos sulcos foram menos visíveis em comparação com a MicroCT. A escolha do FOV grande reduziu a visibilidade das superfícies oclusais em comparação com o pequeno ou médio FOV. A seleção do FOV grande teve influência significativa na qualidade da superfície do modelo tridimensional das arcadas dentárias provenientes da TCFC. Além disso, não houve diferença significativa entre os FOVs médio e o pequeno. A precisão das reconstruções tridimensionais com a TCFC é insuficiente para criar aparelhos protéticos como coroas com Sistemas CAD / CAM. No entanto, para outras aplicações odontológicas como o diagnóstico e o plano de tratamento na ortodontia e na cirurgia ortognática, estes modelos de superfície obtidos com a TCFC poderiam ser utilizados na rotina clínica. Os autores concluíram que os resultados indicaram que TCFC pode fornecer reconstruções tridimensionais precisas dos dentes dentro dos limites do tamanho do voxel do sistema selecionado (AL-RAWI et al. 2010).

Shirota et al. (2010) realizaram um trabalho com o objetivo de medir o volume ósseo necessário para realizar um enxerto ósseo na fenda alveolar utilizando um *software* de simulação cirúrgica baseado nos dados tridimensionais da TCFC para comparar esta medida com o volume real do enxerto ósseo. Treze pacientes, com fissura de lábio e palato submetidos a TCFC um mês antes da cirurgia seguida de enxerto ósseo com osso esponjoso para fechar a fissura, participaram deste estudo. O volume ósseo necessário para enxertia foi

medido com base nos dados da TCFC. Os autores concluíram que no pré-operatório a medição e o cálculo do volume ósseo necessário para enxerto ósseo com o *software* de simulação cirúrgica através da TCFC foi benéfico.

Garib et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de verificar a espessura e o nível do osso alveolar ao redor dos dentes adjacentes à fissura por meio da TCFC em pacientes com lábio leporino e fenda palatina bilateral completa antes da cirurgia de enxerto ósseo e da intervenção ortodôntica. A amostra foi composta por 10 pacientes com lábio leporino e fenda palatina bilateral completa (5 do sexo masculino e 5 do sexo feminino) com dentição mista. A idade média foi de 9,5 anos. A espessura do osso alveolar dos incisivos superiores e dos caninos superiores foi medido com a TCFC através da secção axial utilizando o *software* i-CAT Sistema Xoran. A distância entre a crista óssea alveolar e a junção cimento-esmalte foi medida em secções transversais. Os resultados na TCFC mostraram uma cortical óssea alveolar fina ao redor dos dentes adjacentes à fissura. Não foi observada deiscência óssea próxima a dentes adjacentes às fissuras durante a dentição mista. Um ligeiro aumento da distância entre a crista óssea alveolar e a junção cimento-esmalte foi observada na mesial e palatina dos caninos adjacentes à fissura. Os autores concluíram que apesar da presença de fendas, os dentes adjacentes à fissura geralmente apresentaram um suporte ósseo periodontal bom durante a fase da dentição mista. A movimentação ortodôntica no sentido palatino e méso-distal, bem como movimentos de rotação dos dentes anteriores superiores antes do enxerto ósseo alveolar devem ser evitados ou cuidadosamente conduzidos nesses pacientes.

Dreiseidler et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a TCFC no diagnóstico de sialolitos nas glândulas salivares maiores. Vinte e nove pacientes participaram

deste estudo. Vinte e nove exames de TCFC contendo cálculos salivares foram, retrospectivamente, avaliados quanto à qualidade da imagem e à influência de artefato. Os critérios de inclusão foram: a presença de cálculos salivares comprovada cirurgicamente e o diagnóstico pré-cirúrgico com a TCFC. Cinco pacientes sofriam de cálculos salivares na glândula parótida (17,24%) e os outros tinham cálculos na glândula submandibular (82,76%). Quatorze pacientes (48%) foram submetidos à remoção de cálculo local, que consistia em manipulação digital e / ou intervenção cirúrgica. Quinze pacientes (52%) foram tratados por ablação das glândulas afetadas. Todas as imagens da TCFC foram adquiridas com um dispositivo Galileus (Sirona, Bensheim, Alemanha). Investigações com ultra-sonografia, se documentadas em prontuários de pacientes, foram realizadas. Além disso, a reprodutibilidade de medição de cálculo e as diferenças entre as medições da TCFC, da ultra-sonografia (US) e da histomorfometria (HM) foram determinadas. Sensibilidade e especificidade foram calculadas com base nas habilidades de três observadores cegos para o estudo e calibrados para diagnosticar a presença ou a ausência de cálculos salivares. Os resultados mostraram que os cálculos salivares eram suficientemente visualizados em todos os pacientes. Artefatos de metal que dificultaram a visualização foram detectados em imagens de sete pacientes e artefatos de movimento em dois pacientes. A diferença média entre as medições da TCFC e da US foi de 0,43 mm, o que representa uma diferença de 5,76%. A diferença média entre as medições da TCFC e da HM foi de 0,97 mm, o que representa uma diferença de 12,02%. Com a TCFC havia apenas um falso positivo e um falso negativo. Para o diagnóstico de cálculo salivar, a sensibilidade média e a especificidade foram ambas de 98,85%. Os autores concluíram que embora as imagens de baixa qualidade e os artefatos possam reduzir as informações de diagnóstico, os cálculos salivares podem ser avaliados de forma adequada com a TCFC. As medições de cálculos salivares com a TCFC são altamente reprodutíveis e pouco diferem das medições feitas com o US e a HM. A sensibilidade diagnóstica e os níveis

de especificidade com a TCFC são tão elevados quanto ou maior do que aqueles obtidos com os outros métodos de diagnóstico. A TCFC é a modalidade de imagem preferível para o diagnóstico de cálculo salivar.

Ritter et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a prevalência de achados patológicos nos seios maxilares utilizando a TCFC. Mil e vinte e nove varreduras consecutivas de TCFC foram, retrospectivamente, inspecionadas para achados patológicos nos seios maxilares por três observadores experientes em radiologia oral e que foram previamente calibrados. Quinhentos e trinta e três pacientes (52,1%) eram do sexo masculino e quatrocentos e noventa e três (47,9%) eram do sexo feminino. O paciente mais jovem tinha 8 anos de idade e a paciente de mais idade tinha 107 anos no momento da investigação. O *scanner* de TCFC utilizado neste estudo foi um Galileus (Sirona Dental Systems, Bensheim, Alemanha). Os parâmetros utilizados foram: 85 kVp, 7 mA, tempo de aquisição da imagem de 14 s e voxel de 0,30/0,15 mm. As imagens da TCFC obtidas foram visualizadas utilizando o *software* Galaxis (Sirona Dental Systems) dando um módulo de visão panorâmica e o módulo de reconstrução multiplanar, ou seja, cortes axiais, sagitais e coronais. Os resultados foram diferenciados por espessamento da mucosa, opacificação parcial com acúmulo de líquido, opacificação total e espessamento da mucosa polipoidal. A posição e o diâmetro do óstio do seio maxilar foram avaliados. As correlações para os achados patológicos e os fatores de idade e sexo foram calculados. Os pacientes com manifestações clínicas de sinusite ou opacificação total em ambos os seios maxilares foram reavaliados. Os resultados mostraram que os achados patológicos em um ou em ambos os seios maxilares foram encontrados em quinhentos e setenta e nove pacientes (56,3%). A patologia mais frequente foi o espessamento mucoso. Duzentos e oitenta pacientes (27,2%) apresentaram sinais patológicos em ambos os seios maxilares e duzentos e noventa e nove pacientes (29,1%) em um de seus seios.

Quatrocentos e cinquenta (43,7%) dos mil e vinte e nove exames de pacientes investigados não apresentaram sinais patológicos nos seios maxilares. Um ou ambos os seios maxilares de setenta e três pacientes (7,1%) mostraram opacificação total. Destes setenta e três pacientes mostrando opacificação total em um ou em ambos os seios, vinte e um (28,8%) mostraram opacificação adicional no seio etmoidal. Trinta e sete pacientes com opacificação total de um ou ambos os seios mostraram uma destruição da parede medial do seio maxilar e foram encaminhados para tratamento. O diâmetro médio do óstio do seio maxilar esquerdo foi de 1,797 mm e de 1,792 mm do lado direito. Dos quinhentos e trinta e seis pacientes do sexo masculino, trezentos e vinte e seis (60,8%) tiveram pelo menos alguma patologia em um dos seios maxilares enquanto que apenas duzentos e cinquenta e três dos quatrocentos e noventa e três *scans* investigados de pacientes do sexo feminino (51,3%) apresentaram sinais patológicos em ambos os seios. A diferença entre os pacientes do sexo masculino e feminino foi estatisticamente significativa para a soma dos resultados, mas não para qualquer achado específico. Pacientes com 60 anos de idade, neste estudo, mostraram significativamente mais patologias nos seios maxilares. De trinta e seis pacientes que apresentaram sinais clínicos de sinusite, doze apresentaram o complexo ostiomeatal obstruído e foram tratados cirurgicamente. Os autores concluíram que a detecção de patologias nos seios maxilares parece ser viável com o uso de imagens de TCFC. No entanto, mais estudos são necessários para comparar prospectivamente a TCFC e a TC convencional na detecção de lesões patológicas no seio maxilar e o planejamento de cirurgia no mesmo. Alterações patológicas observadas como achados incidentais são frequentes em TCFC e devem ser tratadas ou acompanhadas conforme o caso. A TCFC é aplicável para o diagnóstico e o plano de tratamento de sinusite presente clinicamente.



### 3 METODOLOGIA

Metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência. Etimologicamente, significa o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica (FONSECA, 2002).

Para Minayo (2007), a metodologia se interessa pela validade do caminho escolhido para se chegar ao fim proposto pela pesquisa.

A revisão de literatura é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e páginas de *web sites*. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma revisão de literatura que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na revisão de literatura, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002).

A revisão de literatura consiste em expor resumidamente as principais idéias já discutidas por outros autores que trataram de um determinado assunto (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Este trabalho constituiu-se de um estudo de revisão de literatura na qual se realizou uma síntese das informações disponíveis até o presente momento sobre as principais aplicabilidades da TCFC na Odontologia.

A coleta de dados incluiu as seguintes bases de consulta: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), *National Library of Medicine (MedLine)*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), utilizando como limitação temporal o período de 1998 até os dias atuais. Como palavras-chave no levantamento de dados foram utilizados os seguintes termos: tomografia computadorizada de feixe cônico, diagnóstico e tridimensional. Estas palavras-chave foram utilizadas separadamente ou conjuntamente em inglês e português.

Foram selecionados 53 artigos e textos científicos conexos ao tema abordado aonde os critérios de inclusão foram: a presença das palavras-chave selecionadas e a limitação temporal do período pré-determinado.

#### 4 APRESENTAÇÃO DE DADOS

Nesta revisão de literatura os autores citados encontraram várias aplicabilidades para a TCFC na Odontologia.

Com relação à análise cefalométrica, os estudos dos autores Kau et al. (2005), Garib et al. (2007), Swennen e Schutyser (2006), Farman e Scarfe (2006), Moshiri et al. (2007) e Hassan, Van der Stelt e Sanderink (2009) encontraram que os cefalogramas laterais derivados da TCFC foram mais precisos do que os cefalogramas laterais convencionais. Entretanto, não houve ganho adicional em utilizar as imagens geradas a partir da TCFC para este fim.

Delamare et al. (2010) demonstraram que as diferenças detectadas entre as telerradiografias obtidas a partir de radiografias convencionais e da TCFC não foram estatisticamente significativas e que o mais importante foi reduzir a variabilidade na determinação dos pontos cefalométricos, sugerindo assim um programa de calibração profissional.

Martins et al. (2009), Castro, Estrela e Valadares-Neto (2011), Kau et al. (2005), Mah e Alexandroni (2010) e Walker, Enciso e Mah (2005) concluíram em seus estudos que a TCFC mostrou-se uma ferramenta de diagnóstico essencial para os casos de dentes inclusos, caninos impactados e de reabsorção radicular aos dentes adjacentes, permitindo um planejamento orto-cirúrgico mais seguro e preciso. No entanto, para Castro, Estrela e Valadares-Neto (2011) o uso rotineiro da TCFC não deve ser recomendado, mas somente quando dúvidas surgirem mesmo após os exames clínicos e radiográficos convencionais.

Para Kau et al. (2005), a TCFC forneceu uma grande melhoria na avaliação das vias aéreas permitindo a sua análise tridimensional e volumétrica. Entretanto, segundo Vizzotto et al. (2011), as medidas lineares das vias aéreas foram confiáveis tanto com as telerradiografias laterais convencionais quanto com a TCFC.

Miyazawa et al. (2010) encontraram que a utilização de guias cirúrgicos fabricados a partir de imagens da TCFC para a colocação de miniimplantes ortodônticos pareceu ser uma técnica promissora.

Para Silva et al. (2008), do ponto de vista da proteção da radiação aos pacientes, as imagens convencionais utilizam doses de radiação mais baixas do que as da TCFC. Entretanto, quando a imagem tridimensional é necessária na prática ortodôntica, uma TCFC deve ser preferida sobre uma TCFL. Porém, Farman (2005) afirma que não existe ainda nenhuma evidência de que as imagens tridimensionais são necessárias para o planejamento ortodôntico uma vez que a TCFC não foi anteriormente considerada essencial. Também não importa quão baixa é a dose; é excessiva se é improvável para melhorar os resultados do tratamento ortodôntico.

Conforme Sukovic (2003), Kau et al. (2005), Quereshy, Savell e Palomo (2008), as medidas realizadas a partir da TCFC são rotineiramente precisas para toda a maxila e para toda a mandíbula tornando esta modalidade de exame uma excelente opção para o planejamento em Implantodontia.

Os estudos realizados por Chan et al. (2010), Naitoh et al. (2009) e Bornstein et al. (2010) demonstraram que a localização de importantes estruturas anatômicas (por exemplo:

canais e forames) pode ser avaliada em detalhes com as imagens da TCFC evitando transtornos na colocação de implantes dentários.

A respeito da detecção de fraturas radiculares através da TCFC, os autores Melo et al. (2010), Bornstein et al. (2009), Kamburoglu, Cebeci e Gröndahl (2009) e Bernardes et al. (2009) encontraram que este método de diagnóstico por imagem possui alto grau de sensibilidade e especificidade para este fim. Também apresenta a clara vantagem sobre os métodos convencionais de imagem devido ao fato dos dentes traumatizados serem visualizados nas três dimensões. Entretanto, concordam que a TCFC não deve ser o método de escolha para todos os casos de trauma dental, mas apenas quando o exame radiográfico convencional não fornecer informações úteis para o diagnóstico de fratura radicular.

Segundo Patel (2009), a TCFC resulta em uma melhor detecção da presença ou da ausência de lesões periapicais proporcionando um diagnóstico mais preciso e, com isso, uma melhor tomada de decisões no manejo endodôntico.

No trabalho de D'Addazio et al. (2010), simulações de complicações endodônticas como limas endodônticas fraturadas, pinos fundidos com desvio do canal radicular e perfuração radicular mostraram que embora a TCFC tenha revelado uma tendência de ser mais precisa, não houve diferença significativa quando comparada à radiografia periapical.

O autor citado anteriormente e Liedke et al. (2009) encontraram que a TCFC é um método seguro para investigar as reabsorções radiculares externas com excelente especificidade e sensibilidade.

Para Patel e Dawood (2007), a extensão real das reabsorções cervicais externas nem sempre pode ser estimada nas radiografias convencionais. Porém, nestes casos, a TCFC pode ser uma ferramenta de diagnóstico útil para o manejo destas lesões.

Conforme Marques et al. (2010), a TCFC foi válida para a avaliação da presença ou da ausência de lesões ósseas na ATM mesmo para pequenas alterações.

Huntjens et al. (2008) demonstraram que a assimetria condilar foi uma característica comum em crianças com artrite juvenil idiopática utilizando o método baseado na TCFC.

No estudo de Sirin et al. (2010), a TCFC foi precisa para a detecção de todas as variantes de fraturas de côndilo com 0,2 mm e 1 mm de espessura de corte. Porém, quando utilizaram 2 mm e 3 mm de espessura de corte, a TCFC não foi adequada para detectar fraturas sem deslocamento no côndilo mandibular.

Para Olutayo (2010), a TCFC foi plenamente capaz de detectar as lesões ósseas e descrever a sua extensão, bem como o envolvimento de estruturas adjacentes em todos os casos de osteonecrose mandibular relacionada aos bisfosfonatos.

No relato de caso de Dolekoglu et al. (2010), estes autores concluíram que a TCFC, para o diagnóstico de fraturas maxilo-faciais e dentoalveolares, tornou possível a obtenção de informações mais detalhadas.

Segundo Danforth, Peck e Hall (2003), a TCFC ofereceu imagens tridimensionais para o planejamento de casos cirúrgicos de complexos terceiros molares inferiores e foi uma opção alternativa à TCFL devido à menor dose de radiação.

Para Scarfe et al. (2006) e Gamba et al. (2010), a prototipagem rápida utilizada para se obter um protótipo de uma estrutura do organismo pode ser feita a partir de imagens virtuais do mesmo advindas da TCFC.

Segundo Shirota et al. (2010) e Garib et al. (2011), a TCFC trouxe benefícios para o planejamento pré-operatório de enxerto ósseo em pacientes com fissura de lábio e palato.

Dreiseidler et al. (2010) encontraram em seu estudo que os cálculos salivares podem ser avaliados de forma adequada com a TCFC e que as medições destes cálculos com este exame são altamente reprodutíveis e pouco difere das medições realizadas com a ultrasonografia e com a histomorfometria.

No estudo de Ritter et al. (2011) foi demonstrado que a detecção de patologias nos seios maxilares pareceu ser viável com o uso de imagens de TCFC. Estes autores também relataram que achados incidentais de alterações patológicas nos seios maxilares são frequentes em TCFC e devem ser tratadas ou acompanhadas conforme o caso.

Foi comum a todos os autores citados que a TCFC, quando bem indicada, forneceu uma melhor qualidade de imagem em múltiplos ângulos proporcionando um diagnóstico mais preciso e um planejamento com maior confiabilidade, principalmente, nos casos em que

as imagens bidimensionais suscitaram dúvidas. Além disto, na TCFC a dose de radiação é menor quando comparada com a TCFL.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A TCFC proporciona alta sensibilidade e especificidade para fins de diagnóstico odontológico mostrando-se uma tecnologia extremamente promissora e valiosa. Ainda que exista um aumento crescente da utilização de tomografias, deve ficar claro para o cirurgião-dentista a importância das radiografias convencionais para a elaboração do diagnóstico em Odontologia, uma vez que as doses efetivas de radiação ionizante da TCFC ainda são mais elevadas do que com as imagens intra-orais e panorâmicas convencionais.

É essencial que critérios de seleção baseados em evidências para o uso da TCFC sejam desenvolvidos. Os benefícios de uma investigação com a TCFC devem prevalecer sobre quaisquer potenciais riscos.

Portanto, antes de solicitar uma TCFC, é coerente que o cirurgião-dentista avalie minuciosamente a relação custo-benefício deste exame complementar, ou seja, a TCFC vai contribuir para o diagnóstico a ponto de alterar o plano de tratamento? Se a resposta for positiva, a TCFC deve ser indicada.

## REFERÊNCIAS LITERÁRIAS

- AL-RAWI, B.; HASSAN, B.; VANDENBERGE, B.; JACOBS, R. Accuracy assessment of three-dimensional surface reconstructions of teeth from Cone Beam Computed Tomography scans. *Journal of Oral Rehabilitation*, v. 37, p. 352-358, 2010.
- ARAI, Y. et al. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 28, no. 4, p. 245-248, July, 1999.
- BARATIERI, C.; CANONGIA, A.C.P.; BOLOGNESE, A.M. Relationship between Maxillary Canine Intra-Alveolar Position and Maxillary Incisor Angulation: A Cone Beam Computed Tomography Study. *Braz. Dent. J.*, v. 22 (2), p. 146-150, 2011.
- BERNARDES, R.A.; MORAES, I.G.; DUARTE, M.A.H.; AZEVEDO, B.C.; AZEVEDO JR, BRAMANTE, C.M. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v. 108, no. 2, p. 270-277, 2009.
- BORNSTEIN, M.M.; BALSIGER, R.; SENDI, P.; VON ARX, T. Morphology of the nasopalatine canal and dental implant surgery: a radiographic analysis of 100 consecutive patients using limited cone-beam computed tomography. *Clinical Oral Implants Research*, p. 1-7, xx, 2010; 000–000. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02010.x.
- BORNSTEIN, M.M.; WOLNER-HANSEN, A.B.; SENDI, P.; ARX, T.V. Comparison of intraoral radiography and limited cone beam computed tomography for the assessment of root-fractured permanent teeth. *Dental Traumatology*, v. 25, p. 571-577, 2009.
- CASTRO, I.O.; ESTRELA, C.; VALLADARES-NETO, J. A influência de imagens tridimensionais no plano de tratamento ortodôntico. *Dental Press J. Orthod.*, v. 16(1), p.75-80, Jan.-Feb., 2011.
- CAVALCANTI, M. Tomografia computadorizada por feixe cônico. Interpretação e diagnóstico para o Cirurgião-dentista. 1 ed. São Paulo: Editora Santos, 2010.
- CHADWICK, J.W.; LAM, E.W.N. The effects of slice thickness and interslice interval on reconstructed cone beam computed tomographic images. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v.110, p. e37-e42, 2010.
- CHAN, H.-L.; BROOKS, S.L.; FU, J.-H.; YEH, C.-Y.; RUDEK, I.; WANG, H.-L. Cross-sectional analysis of the mandibular lingual concavity using cone beam computed tomography. *Clinical Oral Implants Research*, 2010, 10.1111/j.1600-0501.2010.02018.x.
- D'ADDAZIO, P.S.S.; CAMPOS, C.N.; OZCAN, M.; TEIXEIRA, H.G.C.; PASSONI, R.M.; CARVALHO, A.C.P. A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *International Endodontic Journal*, p. 1-7, 2010.

DANFORTH, R.A.; PECK, J.; HALL, P. Cone Beam Volume Tomography: An Imaging Option for Diagnosis of Complex Mandibular Third Molar Anatomical Relationships. *Journal Calif. Dent. Assoc.*, v. 31, no. 11, p. 847-852, 2003.

DELAMARE, E.L.; LIEDKE, G.S.; VIZZOTTO, M.B.; SILVEIRA, H.L.D.; RIBEIRO, J.L.D.; SILVEIRA, H.E.D. Influence of a programme of professional calibration in the variability of landmark identification using cone beam computed tomography-synthesized and conventional radiographic cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 39, p. 414-423, 2010.

DOLEKOGLU, S.; FISEKCIOGLU, E.; ILGUY, D.; ILGUY, M.; BAYIRLI, G. Diagnosis of jaw and dentoalveolar fractures in a traumatized patient with cone beam computed tomography. *Dent. Traumatol.*, v. 26 (2): p. 200-3, Apr., 2010.

DREISEIDLER, T.; RITTER, L.; ROTHAMEL, D.; NEUGEBAUER, J.; SCHEER, M.; MISCHKOWSKI, R.A. Salivary calculus diagnosis with 3-dimensional cone-beam computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v. 110, no. 1, p. 94-100, 2010.

FARMAN, A.G.; SCARFE, W.C. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 130 (2), p. 257-65, 2006.

FARMAN, A.G. ALARA still applies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v. 100, no. 4, p. 395-97, October, 2005.

FONSECA, J.J.S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GAMBA, T.O.; FLORES, I.L.; DAMIAN, M.F.; BALDISSERA, E.F.Z.; LOPES, S.L.P.C. Conceitos de Prototipagem Rápida. *Revista da Associação Brasileira de Radiologia Odontológica*, v. 11, no. 01, p. 55-58, Janeiro/Junho, 2010.

GARIB, D.G.; RAYMUNDO JR., R.; RAYMUNDO, M.V.; RAYMUNDO, D.V.; FERREIRA, S.N. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Revista Dental Press Ortodontia Ortopedia Facial*, Maringá, v. 12, no. 2, p. 139-156, mar./abr. 2007.

GARIB, D.G.; YATABE, M.S.; OZAWA, T.O.; SILVA FILHO O.G. Alveolar Bone Morphology In Patients With Bilateral Complete Cleft Lip And Palate In The Mixed Dentition: CBCT Evaluation. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal In-Press*, 2011, doi: 10.1597/10-198.

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

GOHL, E.; NGUYEN, M.; ENCISO, R. Three-dimensional computed tomography comparison of the maxillary palatal vault between patients with rapid palatal expansion and orthodontically treated controls. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v.138 (4), p. 477-85, 2010.

HASSAN, B.; VAN DER STELT, P.; SANDERINK, G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. *European Journal of Orthodontics*, v.31, p. 129-134, 2009.

HUNTJENS, E.; KISS, G.; WOUTERS, C.; CARELS, C. Condylar asymmetry in children with juvenile idiopathic arthritis assessed by cone-beam computed tomography. *European Journal of Orthodontics*, v. 30, p. 545-551, 2008.

JUNG, B.A.; WEHRBEIN, H.; HEUSER, L.; KUNKEL, M. Vertical palatal bone dimensions on lateral cephalometry and cone-beam computed tomography: implications for palatal implant placement. *Clinical Oral Implants Research*, p. 01-05, 2010.

KAMBUROGLU, K.; CEBECI, A.R.I.; GRÖNDAHL, H.G. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. *Dental Traumatology*, v.25, p. 256-261, 2009.

KAU, C.H.; RICHMOND, S.; PALOMO, J.M.; HANS, M.G. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *Journal of Orthodontics*, v. 32, p. 282-293, 2005.

LIEDKE, G.S.; SILVEIRA, H.E.D.; SILVEIRA, H.L.D.; DUTRA, V.; FIGUEIREDO, J.A.P. Influence of Voxel Size in the Diagnostic Ability of Cone Beam Tomography to Evaluate Simulated External Root Resorption. *Journal Endod.*, v. 35, no. 2, p. 233-235, 2009.

MAH, J.K.; ALEXANDRONI, S. Cone-Beam Computed Tomography in the Management of Impacted Canines. *Seminars in Orthodontics*, v. 16, no. 3, p. 199-204, September, 2010.

MARQUES, A.P.; PERRELLA, A.; ARITA, E.S.; PEREIRA, M.F.S.M.; CAVALCANTI, M.G.P. Assessment of simulated mandibular condyle bone lesions by cone beam computed tomography. *Braz. Oral Research*, v. 24 (4), p. 467-74, Oct.-Dec., 2010.

MARTINS, M.M.; GOLDNER, M.T.A.; MENDES, A.M.; VEIGA, A.S.; LIMA, T.A.; RAYMUNDO JR., R. A importância da tomografia computadorizada volumétrica no diagnóstico e planejamento ortodôntico de dentes inclusos. *RGO, Porto Alegre*, v. 57, no. 1, p. 117-120, jan./mar. 2009.

MELO, S.L.S.; BORTOLUZZI, E.A.; ABREU, M.J.; CORREA, L.R.; CORREA, M. Diagnostic Ability of a Cone-Beam Computed Tomography Scan to Assess Longitudinal Root Fractures in Prosthetically Treated Teeth. *JOE*, v. 36, no. 11, p. 1879-1882, November, 2010.

MINAYO, M.C.S. O desafio do conhecimento. *Pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: HUCITEC, 2007.

MIYAZAWA, K.; KAWAGUCHI, M.; TABUCHI, M.; GOTO, S. Accurate pre-surgical determination for self-drilling miniscrew implant placement using surgical guides and cone-beam computed tomography. *European Journal of Orthodontics*, p. 1-6, 2010. Downloaded from [ejo.oxfordjournals.org](http://ejo.oxfordjournals.org) at Universidade Federal do Rio Grande do Sul on October 12, 2010.

MOSHIRI, M.; SCARFE, W.C.; HILGERS, M.L.; SCHEETZ, J.P.; SILVEIRA, A.M.; FARMAN, A.G. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral

cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 132, no. 4, p. 550-60, 2007.

MOZZO, P.; PROCACCI, C.; TACCONI, A.; TINAZZI MARTINI, P.; BERGAMO ANDREIS, I.A. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*, v. 8, (9), p. 1558-1564, 1998.

NAITOH, M.; NAKAHARA, K.; HIRAIWA, Y.; AIMIYA, H.; GOTOH, K.; ARIJI, E. Observation of buccal foramen in mandibular body using cone-beam computed tomography. *Okajimas Folia Anat. Jpn.*, v. 86 (1): p. 25-29, May, 2009.

OLUTAYO, J.; AGBAJE, J.O.; JACOBS, R.; VERHAEGHE, V.; VELDE, F.V.; VINCKIER, F. Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaw Bone: Radiological Pattern and the Potential Role of CBCT in Early Diagnosis. *Journal Oral Maxillofacial Research*, v. 1 (2): e (3), Apr.-Jun., 2010.

PATEL, S.; DAWOOD, A.; MANNOCCI, F.; WILSON, R.; PITT FORD, T. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *International Endodontic Journal*, v. 42, p. 507-515, 2009.

PATEL, S.; DAWOOD, A. The use of cone beam computed tomography in the management of external cervical resorption lesions. *International Endodontic Journal*, v.40, no. 9, p. 730-737, 2007.

PATEL, S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal*, v. 42, p. 463-475, 2009.

QUERESHY, F.A.; SAVELL, T.A.; PALOMO, J.M. Applications of Cone Beam Computed Tomography in the Practice of Oral and Maxillofacial Surgery. *Journal Oral Maxillofacial Surgery*, v. 66, p. 791-796, 2008.

RITTER, L.; LUTZ, J.; NEUGEBAUER, J.; SCHEER, M.; DREISEIDLER, T.; ZINSER, M.J.; ROTHAMEL, D.; MISCHKOWSKI, R.A. Prevalence of pathologic findings in the maxillary sinus in cone-beam computerized tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v. 111, no. 5, p. 634-640, 2011.

RODRIGUES, M.G.S.; ALARCÓN, O.M.V.; CARRARO, E.; ROCHA, J.F.; CAPELOZZA, A.L.A. Tomografia computadorizada por feixe cônico: formação da imagem, indicações e critérios para prescrição. *Odontol. Clín.-Cient., Recife*, v. 9 (2), p. 115-118, abr./jun., 2010.

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, no. 1, p. 75-80, Feb., 2006.

SCARFE, W.C.; LEVIN, M.D.; GANE, D.; FARMAN, A.G. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *International Journal of Dentistry*, Article ID 634567, p. 1-20, 2009.

SCARFE, W.C. "All that glitters is not gold": standards for cone-beam computerized tomographic imaging. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v. 111, no. 4, p. 402-408, 2011.

SHIROTA, T.; KURABAYASHI, H.; OGURA, H.; SEKI, K.; MAKI, K.; SHINTANI, S. Analysis of bone volume using computer simulation system for secondary bone graft in alveolar cleft. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, v. 39, no. 9, p. 904-908, September, 2010.

SILVA, M.A.G.; WOLF, U.; HEINICKE, F.; BUMANN, A.; VISSER, H.; HIRSCH, E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: A radiation dose evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 133, p. 640.e1 - 640.e5, 2008.

SIRIN, Y.; GUVEN, K.; HORASAN, S.; SENCAN, S.; BAKIR, B.; BARUT, O.; TANYEL, C.; ARAL, A.; FIRAT, D. The influence of secondary reconstruction slice thickness on NewTom 3G cone beam computed tomography-based radiological interpretation of sheep mandibular condyle fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v. 110, no. 5, p. 638-647, 2010.

SUKOVIC, P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod. Craniofacial Research*, v. 6, no. 1, p. 31-36, 2003.

SWENNEN, G.R.J.; SCHUTYSER, F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 130, no. 3, p. 410-416, 2006.

TSIKLAKIS, K.; SYRIOPOULOS, K.; STAMATAKIS, H.C. Radiographic examination of the temporomandibular joint using cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 33, no. 3, p. 196, May, 2004.

VIZZOTTO, M.B.; LIEDKE, G.S.; DELAMARE, E.L.; SILVEIRA, H.D.; DUTRA, V.; SILVEIRA, H.E. A comparative study of lateral cephalograms and cone-beam computed tomographic images in upper airway assessment. *European Journal of Orthodontics*, pp. 1-4. doi:10.1093/ejo/cjr012. 2011. Downloaded from [ejo.oxfordjournals.org](http://ejo.oxfordjournals.org) by guest on April 10, 2011.

WALKER, L.; ENCISO, R.; MAH, J. Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 128, no. 4, p. 418-23, 2005.