

Trabalho de Conclusão de Curso

Avaliação da Dosagem de Radiação dos Exames por Imagem Usados para Diagnóstico em Ortodontia

Alex Restel Trennepohl



**Universidade Federal De Santa Catarina
Curso De Graduação Em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Alex Restel Trennepohl

**AVALIAÇÃO DA DOSAGEM DE RADIAÇÃO DOS EXAMES
POR IMAGEM USADOS PARA DIAGNÓSTICO EM
ORTODONTIA**

Trabalho apresentado à
Universidade Federal de Santa
Catarina, como um dos requisitos
para a conclusão do Curso de
Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto
Rocha

Florianópolis

2013

Alex Restel Trennepohl

**AVALIAÇÃO DA DOSAGEM DE RADIAÇÃO DOS EXAMES
POR IMAGEM USADOS PARA DIAGNÓSTICO EM
ORTODONTIA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 16 de maio de 2013.

Banca Examinadora:

**Prof. Dr. Roberto Rocha,
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina**

**Prof. Dr. Arno Locks,
Universidade Federal de Santa Catarina**

**Prof. Dr. Márcio Corrêa,
Universidade Federal de Santa Catarina**

Dedico este trabalho a meus pais, Newton e Ione, e à minha irmã Aline.
Vocês são meu porto seguro.

Um grande beijo do Mano.

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço:

À minha família, por sempre ter me apoiado, acreditado em mim e estar presente nos momentos mais difíceis.

Ao prof. Roberto Rocha, por colaborar com a execução deste trabalho, pela paciência e atenção dispensadas.

Aos colegas de turma, pela amizade e pelos momentos memoráveis vivenciados durante toda a graduação.

RESUMO

A realização deste estudo, que consiste em uma revisão de literatura, visa atualizar e informar o profissional da área odontológica a respeito dos aspectos que devem ser considerados no momento da solicitação de exames de imagem. Sua relevância está relacionada ao fato de a maioria dos exames desta natureza utilizarem-se da ação da radiação X sobre o corpo humano para a obtenção da imagem diagnóstica. Tal espécie de radiação não apresenta níveis seguros de exposição contemplados pela literatura. Este trabalho analisa os diferentes tipos de exames por imagem usados em ortodontia, juntamente com suas principais características, indicações e respectivas dosagens de radiação. Na parte de discussão tais aspectos foram comparados entre os exames a fim de nortear a conduta ideal do cirurgião-dentista no momento da requisição de exames por imagem, através da apresentação dos tipos de exame que possuem a relação risco/benefício mais favoráveis.

Palavras-chave:

Dosagem de radiação, Exames de imagem, Ortodontia

ABSTRACT

This study, that consists of a literature revision, aims to update and inform the dental professional about the issues that must be considered when requesting image exams. Its relevance is related to the fact that most tests of this nature utilize the action of x radiation on the human body to obtain diagnostic image. This kind of radiation has no safe levels of exposure covered by the literature. This paper analyzes the different types of image exams used in orthodontics, alongside its main features, its indications and dosages of radiation. On the discussion session such aspects were compared between the tests, in order to guide the ideal behavior of the dentist when requesting for image exams, through the presentation of exam types that have the most favorable risk/benefit ratio.

Key words:

Radiation dosage; Image exams; Orthodontics

LISTA DE ABREVIATURAS

2D - Bidimensional

3D - Tridimensional

AAO - American Association of Orthodontists

AAOMR - American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology

ADA - American Dental Association

AJODO - American Journal of Orthodontics and Dentofacial
Orthopedics

ALARA - As Low As Reasonably Achievable

ATM - Articulação Têmporo-mandibular

BOS - British Orthodontic Society

EURATOM - European Atomic Energy Community

FOV - Field of View

Q - Fator de Eficiência Biológica

TC - Tomografia Computadorizada

TCFC - Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo Geral	22
2.2. Objetivos Específicos	22
3. REVISÃO DA LITERATURA	23
3.1. Evolução dos exames por imagem	23
3.2. Tomografia Computadorizada	25
3.3. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico	26
3.4. Aplicações da TCFC em Ortodontia	28
3.4.1 Cefalometria	28
3.4.2 Avaliação de impacções dentais	29
3.4.3 Diagnóstico de reabsorção radicular	30
3.4.4 Utilização de mini-implantes ortodônticos	31
3.4.5 Avaliação da ATM	31
3.5. Utilização da radiação ionizante em odontologia	32
3.5.1. Exposição dos pacientes à radiação	32
3.5.2. Efeitos biológicos da radiação ionizante	34
3.5.3. Unidades de medida de radiação	35
3.5.4. Dosagem de radiação dos exames por imagem utilizados em ortodontia	36
3.5.5. Riscos do diagnóstico radiológico odontológico	38
3.6. Orientações das entidades de referência	39
3.6.1. British Orthodontic Society	39
3.6.2. American Association of Orthodontics	40
3.6.3. European Atomic Energy Community	41
4. DISCUSSÃO	43
5. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

Os exames por imagem consistem em uma das principais bases de dados que orientam o planejamento e avaliam tanto o tratamento empregado quanto os resultados finais de um paciente submetido à intervenção odontológica. É por meio destes que o cirurgião-dentista complementa um teste diagnóstico através da adição de informações sub-clínicas ao caso em questão. Tais informações sub-clínicas, não detectadas pelo profissional e nem pelo paciente, obtidas pela análise das estruturas do complexo crânio-facial (elementos dentais, estruturas esqueléticas e tecidos moles), aumentam a probabilidade de acerto tanto no diagnóstico de problemas quanto no seu enfrentamento (RIBEIRO-ROTTA, 2004). Entretanto o uso indiscriminado destes tipos de exame esbarra em uma questão ética: até que ponto é aceitável expor pacientes em tratamento à radiação ionizante? É importante lembrar que não existe nenhum nível seguro conhecido de exposição à radiação, portanto, cabe ao cirurgião-dentista a ponderação do risco/benefício e as potencialidades diagnósticas de cada exame no momento de sua solicitação, devendo esta escolha estar respaldada por uma justificativa apropriada (VITRAL, 2011).

No contexto específico da ortodontia, o conjunto de exames mais freqüentemente solicitados, respaldados tanto pelo tempo de uso quanto pelos custos, consiste basicamente de exames radiográficos tradicionais, compostos por Radiografias Periapicais, Panorâmicas, Telerradiografias e Radiografias Oclusais (RIBEIRO-ROTTA, 2004). A escolha dos exames a serem solicitados tem como parâmetro a apresentação clínica do caso. É com base na análise da situação clínica do paciente que o ortodontista opta por este ou aquele exame, solicita a bateria total ou parcial de exames. É com base nessas tomadas radiográficas que o ortodontista amplia o estudo do caso clínico, mede e analisa as estruturas maxilofaciais. Entretanto tais técnicas radiográficas, apesar das características e potencialidades que fundamentam suas indicações, apresentam limitações, já que são representações bidimensionais de estruturas tridimensionais, além do fato de não possibilitarem a análise de tecidos moles (RIBEIRO-ROTTA, 2004). Contudo, os avanços tecnológicos das últimas décadas, principalmente no campo da informática, ampliaram o horizonte no ramo da Imaginologia, e possibilitaram um aumento no leque de opções de exames por imagem a

disposição do ortodontista, sendo um dos principais ganhos nesta área o advento do Tomógrafo.

A tomografia computadorizada, criada na década de 70 pelos físicos Hounsfield e Comark (CASTRO, 2011) representou uma enorme contribuição para a área de diagnóstico médico, já que, a partir de então imagens do interior do corpo humano puderam ser representadas de maneira mais fiel, de maneira tridimensional. Além da possibilidade de obtenção de reconstruções tridimensionais, imagens bidimensionais semelhantes às obtidas pela tecnologia anterior, com nitidez e contraste superiores, também podiam ser geradas a partir da Tomografia Computadorizada. Sua aplicação na medicina seu deu de forma quase imediata. Na odontologia, por outro lado, sua aplicação apresentava uma série de entraves, sendo que o seu emprego de maneira mais intensa aconteceu somente a partir da década de 90, com o desenvolvimento e popularização da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. A TCFC consiste em um método tomográfico desenvolvido especificamente para a análise da região maxilofacial, apresentando esta, aparelhagem reduzida, menor exposição do paciente a radiação e menor custo financeiro se comparada à Tomografia Computadorizada Convencional (CASTRO, 2011). Ambos os métodos tomográficos, apesar de representarem um avanço tecnológico e um ganho de qualidade no produto final, ainda assim dependiam da incidência e ação da radiação X sobre o organismo para a obtenção da imagem diagnóstica, tal qual os exames da geração anterior.

A possibilidade de a Radiação Ionizante provocar efeitos deletérios ao organismo a ela exposto foi verificada quase que imediatamente após ter sido anunciada a sua descoberta, por Roentgen, em dezembro de 1895 (FREITAS, 2004). A Radiação X, ou Ionizante, apresenta efeitos orgânicos deletérios devido ao fato de esta possuir a capacidade de ao atravessar alguma substância remover elétrons dos átomos que constituem a mesma, transformando tais átomos, anteriormente estáveis, em íons-pares. É esta alteração no número eletrônico dos átomos afetados que acarretará em alterações químicas que posteriormente provocarão o desencadeamento dos efeitos biológicos associados à exposição (FREITAS, 2004).

Toda esta gama de alterações radioquímicas, que resultam em fenômenos biológicos, está condicionada a uma série de fatores, como dose, idade do paciente irradiado, frequência das aplicações, tipo celular exposto, entre outros (FREITAS, 2004).

Dentre os fatores que modulam os efeitos biológicos relacionados à exposição à radiação um dos mais influentes é a Dosagem. A Dose pode ser entendida como sendo a quantidade total de radiação à qual um organismo é exposto (PANELLA, 2006), e esta difere em cada um dos exames por imagem usados em ortodontia. Devido ao fato de a Dosagem ter um grande peso nos resultados biológicos associados à irradiação por Raios-X e variar entre os diferentes exames imaginológicos utilizados, é que esta muitas vezes é utilizada como parâmetro para que seja feita a análise do risco/benefício dos exames, e estes sejam comparados entre si (RIBEIRO-ROTTA, 2004). Tais comparações devem, entretanto, considerar outros tópicos de relevância relacionados à imagem, tais como a qualidade da imagem formada, o grau de fidelidade na reprodução das estruturas corporais, as informações que podem ser obtidas a partir da mesma, e a sua repercussão no planejamento ortodôntico.

A literatura existente contempla a preocupação de entidades de referência em ortodontia de todo o mundo, como o American Association of Orthodontists e a American Association of Maxillofacial Radiology, em relação à quantidade de Raios-X aos quais os pacientes são expostos durante a realização de exames radiográficos por motivos odontológicos. Tal preocupação se intensificou com a popularização dos exames de TCFC, nos anos 90, passando este novo método de exame, a ser o foco de atenção dos estudos mais recentes sobre o assunto (VITRAL, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Avaliar a dosagem de radiação referente aos diferentes exames por imagem de interesse ortodôntico e as implicações biológicas associadas à exposição continuada aos Raios-x

2.2. Objetivos Específicos:

- Comparar a exposição à radiação à qual o paciente é submetido durante a realização de uma radiografia periapical, uma radiografia panorâmica, uma telerradiografia, uma radiografia oclusal, uma Tomografia Computadorizada convencional de face e uma Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico;

- Apresentar os riscos inerentes ao diagnóstico radiológico odontológico;

- Fundamentar a conduta correta do cirurgião-dentista no que se refere à solicitação de exames de imagem, por meio da apresentação das potencialidades diagnósticas de cada exame e de resultados de estudos comparativos entre os mesmos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. EVOLUÇÃO DOS EXAMES POR IMAGEM

O diagnóstico por imagem em ortodontia tem, por anos, se baseado em Radiografias Panorâmicas, Periapicais, Telerradiografias e Radiografias Oclusais. Tais exames consistem em representações bidimensionais de estruturas tridimensionais, as quais são utilizadas para que seja estabelecido o diagnóstico e traçado o plano de tratamento de pacientes com necessidades ortodônticas (HECHLER, 2008).

Os princípios da modalidade ideal de exame devem incluir a representação de uma anatomia o mais próximo do real em termos de precisão, de orientação espacial, tamanho, forma e relação com as estruturas anatômicas adjacentes (RIBEIRO-ROTTA, 2004).

Durante o tratamento ortodôntico os dentes são expostos a forças que os movimentam nos três planos do espaço: vertical, transversal e sagital. Deste modo o ortodontista não possui real conhecimento da anatomia do paciente para determinar o melhor vetor de forças, a fim de alcançar o correto posicionamento dos elementos dentários. (HECHLER, 2008).

Informações importantes são perdidas quando a estrutura tridimensional é representada por um grupo de coordenadas bidimensionais (RIBEIRO-ROTTA, 2004).

As imagens radiográficas representadas em 2 planos já atravessam mais de um século. Poucos anos após a descoberta dos Raios-X a maioria das técnicas radiográficas odontológicas intra e extra-orais já haviam sido estabelecidas (CASTILHO et al. 2003).

Desde o desenvolvimento da radiografia cefalométrica em 1931, por Broadbent e Hofrath (HECHLER, 2008), esta tem sido utilizada por ortodontistas como base para o diagnóstico e elaboração de planos de tratamento. É sobre tais imagens que são feitas análises de dimensões lineares e angulares das estruturas de interesse, mediante a marcação de pontos cefalométricos de referência.

Em 1950 o desenvolvimento da Radiografia Panorâmica representou um grande avanço para a odontologia devido à sua abrangência na representação de estruturas maxilofaciais, mediante a exposição do paciente a doses de radiação relativamente pequenas (CASTILHO et al., 2003).

ARAÚJO (1988) cita uma série de vantagens relacionadas à Radiografia Panorâmica, tais como: representação dos arcos dentários em apenas uma única tomada radiográfica, facilidade da execução da técnica e baixa dose de radiação recebida pelo paciente.

Por muito tempo as radiografias foram baseadas em imagens bidimensionais (HAITER NETO et al., 2000), entretanto, imagens radiográficas convencionais intra e extra-orais, apesar de valiosas, apresentam algumas limitações por estarem apenas no plano bidimensional, como exemplo: distorções, ampliações, superposições e representações pobres de estruturas ósseas e dentárias (PATEL et al., 2007).

As constantes evoluções tecnológicas na área da radiologia e da informática propiciaram o surgimento de novas técnicas de obtenção de imagens.

Durante a última década, com a introdução da TCFC, a Ortodontia ampliou suas potencialidades de diagnóstico e capacidade de delinear um prognóstico mais realista (GARIB, 2009).

A Tomografia Computadorizada (TC) pode ser entendida como um método de diagnóstico por imagem, onde por meio da utilização da radiação X pode-se obter a reprodução de uma secção do corpo humano em quaisquer um dos três planos do espaço. Diferentemente das radiografias convencionais, que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos Raios-X, a TC evidencia as relações estruturais em profundidade, mostrando imagens em “fatias” do corpo humano (GARIB, 2009).

O interesse pela imagem digital tem crescido por uma série de razões que incluem: possibilidade de aquisição quase instantânea da imagem sem a etapa do processamento químico; possibilidade de tratamento/processamento das imagens em computador; dose de exposição à radiação equivalente; redução do espaço físico para armazenamento das imagens, além da transmissão eletrônica das mesmas (QUITERO, 2009).

O futuro das técnicas de aquisição de imagem que abrangem a região bucomaxilofacial reside na possibilidade de obtenção de imagens eficientes, de baixo custo, e com riqueza de detalhes tridimensionais cada vez maior (RIBEIRO-ROTTA, 2004).

3.2. TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONVENCIONAL

A Tomografia Computadorizada foi idealizada na década de 70 pelo engenheiro inglês Hounsfield, juntamente com o físico norte americano Comark. Tal criação representou um grande avanço na área médica e, por essa razão, seus idealizadores foram consagrados com o prêmio Nobel de Medicina em 1979 (CAVALCANTI; SALES, 2008).

Esta nova modalidade de exame permite a obtenção de imagens em secções do tecido ou órgão avaliado. A Tomografia Computadorizada permite a obtenção de imagens tridimensionais, eliminando deste modo a sobreposição de estruturas anatômicas, bem como possibilitando a diferenciação dos tecidos moles das estruturas ósseas (CAVALCANTI; SALES, 2008).

Exames de Tomografia Computadorizada podem ser divididos em duas categorias, *Fan Beam* e *Cone Beam*, com base na geometria de aquisição dos feixes de Raios-X (NAKAJIMA et al., 2005).

Em sua forma mais atualizada a Tomografia Computadorizada *Fan Beam*, ou convencional, tem sido desenvolvida para adquirir imagens em forma espiral ou helicoidal, onde o feixe possui formato de leque (LUDLOW; MOL, 2007).

O aparelho de Tomografia Computadorizada tradicional apresenta três componentes principais: o *gantry*, no interior do qual se localizam os tubos emissores de Raios-X e um anel de detectores de radiação; a mesa, que acomoda o paciente deitado, e que durante o exame se movimenta em direção ao interior do *gantry*; e o computador, que reconstrói a imagem tomográfica a partir das informações obtidas no *gantry* (GARIB, 2007).

Com esta varredura, enquanto o pórtico contendo os tubos de Raios-X e os detectores de radiação se movem ao redor do paciente, a mesa, onde o paciente está acomodado, avança continuamente pelo pórtico. O feixe de saída é capturado por um sensor digital, e o volume é reconstituído, para posterior visualização em qualquer superfície plana (LUDLOW; MOL, 2007).

A imagem da TC é uma imagem digital, reconstruída pelo computador, que matematicamente manipula os dados obtidos pelas múltiplas projeções (REINER; SIEGEL, 2003).

Por se tratar de uma modalidade de exame que não foi desenvolvida especificamente para a odontologia, a aplicabilidade da TC *Fan Beam* apresentou restrições, tais como: elevada dosagem de

radiação envolvida; excessiva dimensão da aparelhagem; necessidade de posição supina do paciente durante a tomada; além do custo financeiro elevado (NAKAJIMA et al., 2005).

Em odontologia, a exposição do paciente a quantidades excessivas de radiação envolvendo tal exame, foi responsável em limitar o uso da TC *Fan Beam* (KAU et al., 2005).

3.3. TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Ao final da década de 90, o avanço tecnológico conduziu ao desenvolvimento uma nova modalidade de exame tomográfico, que atendia mais especificamente às necessidades da região dental e maxilofacial (BUENO, 2007).

O desenvolvimento de um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial representou o surgimento de uma nova modalidade de exame tomográfico, a TCFC. O desenvolvimento desta nova tecnologia possibilitou à odontologia a reprodução de imagens tridimensionais dos tecidos mineralizados maxilofaciais, com mínima distorção e dose de radiação significativamente reduzida em comparação à TC convencional (SCARFE, 2006).

Assim como a TC convencional, a TCFC apresenta como vantagens: visualização de estruturas anatômicas sem sobreposição; possibilidade de obtenção de múltiplos ângulos de visão das estruturas de interesse; mínima distorção; reconstrução em terceira dimensão; transmissão de imagens via Internet; manipulação das imagens em computador (CAVALCANTI, 2010).

O pioneirismo desta nova tecnologia cabe aos italianos Mozzo et al., da Universidade de Verona, que em 1998 apresentaram os resultados preliminares de um “novo aparelho de TC volumétrica para imagens odontológicas, baseado na técnica do feixe em forma de cone (*cone-beam technique*)”, batizado como *NewTom-9000* (MOZZO, 1998).

O aparelho de TCFC é muito compacto e assemelha-se ao aparelho de radiografia panorâmica (CAVALCANTI, 2010).

O aparelho de TCFC apresenta dois componentes principais, posicionados em extremos opostos da cabeça do paciente: a fonte ou tubo de Raios-X, que emite um feixe em forma de cone, e um detector

de Raios-X. O sistema tubo-detector realiza somente um giro de 360 graus em torno da cabeça do paciente e a cada determinado grau de giro (geralmente 1 grau), o aparelho adquire uma imagem base da cabeça do paciente, muito semelhante a uma Telerradiografia, sob diferentes ângulos ou perspectivas (SCARFE, 2006).

A reconstrução volumétrica computadorizada é realizada por softwares, que fazem a utilização de algoritmos e a sequência de imagens base (*raw data*) obtidas, para reconstruir a imagem tridimensional (3D) em alta resolução (MARRET, 2009).

Após a reconstrução do volume total pelo computador, são produzidas as imagens nos vários planos anatômicos (axial, sagital e coronal), possibilitando assim a visualização das estruturas anatômicas em todos os ângulos e nuances (CAVALCANTI, 2010).

A TCFC ainda apresenta um recurso muito valioso para a Ortodontia. Alguns softwares que gerenciam imagens de TCCB permitem gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais comumente utilizadas, como a Radiografia Panorâmica e as Telerradiografias em norma lateral e frontal. Essa função é denominada reconstrução multiplanar em volume (SCARFE, 2006).

As imagens em cortes não apresentam ampliações ou distorções. São acuradas e precisas para realização de mensurações e mostram-se sensíveis e específicas para as avaliações qualitativas (GARIB, 2009).

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico provê ao ortodontista a capacidade de, em apenas um exame, obter todas as principais imagens convencionais em 2D que compõem a documentação ortodôntica, somadas à visão tridimensional detalhada das estruturas dentofaciais. Desse modo, quando se requisita a TCFC, não é necessário requisitar a documentação convencional ao mesmo paciente, com exceção dos modelos de gesso (GARIB, 2009).

A TCFC apresenta várias vantagens se comparada a TC convencional, tais como: menor tempo de varredura; menor dosagem de radiação envolvida; produção de menor quantidade de artefatos de metal (SCARFE, 2006).

Mesmo produzindo menos artefatos de metal que a TC convencional, aparatos ortodônticos, como *brackets*, podem produzir artefatos que interfiram na interpretação de imagens geradas a partir da TCFC (SANDERS et al., 2007).

O tempo de exame pode variar de 10 a 70 segundos (uma volta completa do sistema), porém o tempo de exposição efetiva aos Raios-x é bem menor, variando de 3 a 6 segundos (SCARFE, 2006).

A dose de radiação efetiva da Tomografia Computadorizada odontológica varia de acordo com a marca comercial do aparelho e com as especificações técnicas selecionadas durante a tomada (campo de visão, tempo de exposição, miliamperagem e quilovoltagem) (LUDLOW, 2006).

O campo de visão ou *Field of View* (FOV) é um dos fatores que interferem na dose de radiação produzida por um equipamento de TCFC, quanto menor for o FOV menor será quantidade de radiação envolvida no processo (BROOKS, 2009).

O FOV corresponde à área de interesse a ser analisada no exame, deste modo, o FOV pode abranger apenas maxila, apenas mandíbula, maxila e mandíbula, ou todo o complexo crâniofacial. O tamanho médio do FOV para análise do complexo crâniofacial gira em torno de 14cm (FARMAN; SCARF, 2011; CAVALCANTI; SALES, 2008).

O FOV pode ser entendido como sendo a dimensão vertical do exame tomográfico, podendo este variar de 5 a 22cm. Para ortodontia e cirurgia ortognática o campo de visão ideal deve englobar toda a face e base de crânio, com dimensão aproximada de 10 a 15cm (GARIB, 2009).

3.4. APLICAÇÕES DA TCFC EM ORTODONTIA

3.4.1. CEFALOMETRIA

Por muitos anos dados cefalométricos obtidos por meio de telerradiografias laterais têm sido utilizados como base para o diagnóstico, planejamento, avaliação dos resultados e acompanhamento de tratamentos ortodônticos (FARMAN; SCARFE, 2006).

A partir do desenvolvimento da TCFC, a cefalometria 3D se tornou algo viável, porém, ainda não existe um método específico, ideal e consagrado de avaliação (MOSHIRI et al., 2007).

A imagem em norma lateral, semelhante à Telerradiografia Lateral, pode ser obtida de três formas distintas a partir do exame de TC: através do uso do *Scout* (primeira imagem obtida pela TC, semelhante a Telerradiografia Lateral, que serve para verificação do posicionamento da cabeça do paciente); através do uso de uma imagem base (*raw data*) com incidência perpendicular ao plano sagital; e através

da manipulação dos dados volumétricos, pela sobreposição de todos os cortes sagitais, obtendo assim uma única fatia sagital de espessura superior (FARMAN; SCARFE, 2006).

Segundo estudos de Cattaneo et al. (2008) não existe diferença estatística entre análises cefalométricas realizadas sobre cefalogramas tradicionais, obtidos de Telerradiografias Laterais, e cefalogramas gerados de TCFC.

Moshiri et al. (2007) avaliaram a acurácia de uma série de medidas cefalométricas, através da comparação de diferentes reconstruções a partir de TCFC com Telerradiografias Laterais. No estudo foram utilizados 23 crânios humanos secos, e as conclusões do trabalho indicaram que as medidas obtidas das Telerradiografias Laterais são praticamente as mesmas que aquelas obtidas através da análise das reconstruções 2D, oriundas da TCFC.

Ao contrário de Telerradiografias Laterais, as distorções causadas pelo posicionamento incorreto da cabeça do paciente durante o exame podem ser corrigidas em cefalogramas obtidos a partir da TCFC (CATTANEO et al., 2008).

A padronização de uma documentação ortodôntica inicial obtida através da TCFC vai permitir aos ortodontistas reunir informações muito mais precisas e abrangentes sobre o paciente (LAMACHINE et al., 2009).

3.4.2. AVALIAÇÃO DE IMPACÇÕES DENTAIS

Para a determinação da localização de elementos dentais impactados os cirurgiões-dentistas fazem, tradicionalmente, o uso da Técnica de Dissociação de Clark, que consiste em modificar a angulação com que os raios incidem sobre o elemento dental, promovendo assim a dissociação da imagem e a localização vestibulo-palatal do elemento em questão (WHITE; PHAROAH, 2008).

A imagem da TCFC é precisa não apenas para determinar o posicionamento vestibulo-palatal do elemento dental retido, mas também para mostrar a sua exata angulação (ERICSON, 2006).

As imagens 3D também são ideais para a determinação da proximidade de raízes adjacentes de pré-molares e incisivos, informação valiosa na determinação da movimentação mais adequada do dente no

arco, a fim de diminuir ao máximo os riscos de reabsorção radicular em dentes adjacentes (HECHLER, 2008).

3.4.3. DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÃO RADICULAR

A reabsorção radicular é um efeito indesejável e comum que ocorre nos pacientes tratados ortodonticamente. O diagnóstico para tal patologia é realizado através da interpretação de radiografias panorâmicas e periapicais (DUDIC et al., 2009).

A reabsorção radicular é um fenômeno que ocorre nas três dimensões da raiz dental, e sua quantificação deve ser realizada com precisão. Até o momento os exames radiográficos tradicionais, embora tenham limitações importantes, são os mais amplamente utilizados para a avaliação da reabsorção apical de raízes dentárias (DUDIC et al., 2008).

Estudos realizados por Dudic et al. (2009) mostraram que a radiografia panorâmica se mostrou limitada em detectar reabsorções radiculares, se comparada com a TCFC.

A capacidade de diagnóstico da TCCB para detectar simulações de reabsorção radicular externa foi testada por Silveira et al. (2007). No referente estudo cavidades de diferentes profundidades foram preparadas nos terços cervical, médio e apical de raízes dentais. Os resultados mostraram que a TCFC mostrou alta sensibilidade diagnóstica para detecção de tais simulações.

As imagens obtidas a partir da TCFC permitem avaliar detalhadamente a forma radicular, bem como seu delineamento apical e proporção coroa-raiz. Nos casos de retratamento ortodôntico, a utilização da TCFC permite avaliar o estado das raízes dentais com mais precisão (CONSOLARO; FREITAS, 2009).

3.4.4. UTILIZAÇÃO DE MINI-IMPLANTES ORTODÔNTICOS

Muitos movimentos dentais considerados mecanicamente difíceis de serem realizados no passado, tornaram-se viáveis através da utilização dos mini-implantes ortodônticos (GRACCO et al., 2008).

Radiografias convencionais, como Panorâmicas e Periapicais, têm sido os exames de escolha para auxiliar na instalação destes dispositivos. Por se tratarem de imagens bidimensionais, a determinação exata da espessura da cortical óssea, responsável por grande parte da retenção mecânica dos mini-implantes, se torna difícil e imprecisa. As imagens de TCFC permitem visualizações mais precisas e confiáveis de tais estruturas (PECK et al., 2006).

Dados obtidos a partir da TCFC podem ser utilizados para a confecção de guias de colocação e posicionamento de mini-implantes entre as raízes de dentes adjacentes e em locais anatomicamente difíceis. A instalação de mini-implantes ortodônticos se torna mais fácil e segura com a utilização de guias obtidos de TCFC (KIM et al., 2007).

3.4.5. AVALIAÇÃO DA ATM

A TC fornece imagens excelentes das partes ósseas da ATM, porém imagens inadequadas do Disco Articular. Deste modo essa modalidade de exame deve ser utilizada na avaliação de alterações morfológicas dos componentes articulares ósseos (CAVALCANTI; SALES, 2008).

Hilgers et al. (2005), realizaram um estudo que tinha por objetivo definir as reformatações multiplanares da TCFC para avaliação da ATM. As medidas lineares obtidas a partir de TCFC foram comparadas com medidas lineares de cefalogramas convencionais e com a anatomia real (padrão ouro). Os resultados do estudo mostraram que as medidas obtidas a partir da TCFC foram significativamente mais confiáveis que as obtidas das Telerradiografias.

Honey et al. (2007) em seu estudo comparou a acurácia das imagens produzidas por TCFC com aquelas produzidas por radiografias panorâmicas e por Tomografia Computadorizada convencional. O estudo concluiu que as imagens de TCFC propiciaram confiabilidade superior e maior precisão na detecção de erosão cortical condilar, se comparadas àquelas oriundas da Tomografia Computadorizada convencional e das Radiografias Panorâmicas.

3.5. UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE EM ODONTOLOGIA

3.5.1. EXPOSIÇÃO DOS PACIENTES À RADIAÇÃO IONIZANTE

Nos últimos anos, tem aumentado a preocupação com a quantidade de Raios-X aos quais os pacientes são expostos durante a realização de exames radiográficos por motivos odontológicos. A atenção dispensada à exposição à radiação foi intensificada com a popularização dos exames de TCFC na Odontologia, tornando esse exame o novo foco de atenção (TURPIN, 2010).

Esta preocupação tem sido observada por entidades de referência em Ortodontia em todo o mundo. Prova disso é o editorial, publicado em 2008, no qual o então editor do American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (AJODO), David Turpin, analisou as orientações da British Orthodontic Society (BOS) para a realização de radiografias em Ortodontia (VITRAL, 2011).

Na realidade, pouco tempo depois da descoberta dos Raios-X por Roentgen, em 1895, as primeiras suspeitas sobre os efeitos danosos dos Raios-X sobre organismos vivos começaram a surgir (PASLER, 2005).

O exame radiográfico é um meio auxiliar de diagnóstico imprescindível para as diferentes especialidades da odontologia, apesar de as técnicas radiográficas intra e extra-orais fornecerem imagens limitadas, visualizadas em apenas dois planos.

Há algumas décadas os exames tomográficos e as reconstruções tridimensionais são utilizados progressivamente na área médica. Porém, devido à inerente quantidade de radiação à qual os pacientes são submetidos, esses exames não foram absorvidos como protocolo de rotina, ou seja, deixaram de ser solicitados pelos profissionais da área odontológica, mesmo tendo em vista seus benefícios associados (FALTIN, 2011).

Com o advento da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, estabeleceu-se uma quebra de paradigma. O desenvolvimento desse tipo de equipamento e princípio de aquisição volumétrica permitiu um exame tomográfico muito mais rápido, confortável e simples. Somou-se a esses atributos uma proporção surpreendentemente baixa de

exposição à radiação, quando comparada à dos exames tomográficos anteriormente utilizados (FALTIN, 2011).

Para muitos cirurgiões-dentistas, o uso de sistemas de imagens mais avançados tem sido limitado em função do custo, disponibilidade, conhecimento e considerações sobre as doses de radiação (ALMEIDA, 2011).

Em suas considerações gerais, a BOS basicamente lembra que não é conhecido nenhum nível seguro de exposição à radiação e recomenda uma análise criteriosa, para cada exame radiográfico, devendo tais exames somente serem indicados quando houver uma justificativa clínica apropriada (VITRAL, 2011).

Em cada exame radiográfico solicitado os benefícios devem ser avaliados frente aos riscos potenciais inerentes a exposição. O cirurgião-dentista deveria possuir dados concretos sobre os efeitos causados pela exposição aos Raios-X durante a realização dos exames por ele solicitados (PASLER, 2005).

Nos Estados Unidos, as recomendações sobre o uso da radiação ionizante e a prática radiográfica em odontologia foram estabelecidas pela American Dental Association (ADA, 2012).

No Brasil, as normas técnicas que dispõem sobre o uso de radiação ionizante em radiologia odontológica estão contidas na Portaria n 453 da Secretaria de Vigilância Sanitária, datada de 1998, a qual regulamenta e disciplina o exercício em radiodiagnóstico médico e odontológico (ANVISA, 1998).

Entretanto a regulamentação brasileira define o limiar de dose para fontes de radiação produzida pelo homem para indivíduos do público (1mSv/ano) e trabalhadores ocupacionalmente expostos (20mSv/ano). Pacientes, deste modo, não se enquadram em nenhuma dessas definições, sendo uma classe especial de indivíduos onde se aplica de forma mais evidente o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achieved*) e as considerações sobre a relação risco-benefício.

O princípio de ALARA se baseia no entendimento de que a exposição à radiação pela qual passa o paciente, durante a realização dos exames de imagem, é clinicamente justificável, bem como, os benefícios trazidos ao diagnóstico superarão os riscos da exposição (GELSKEY; BAKER, 1984).

3.5.2. EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO IONIZANTE

Os efeitos biológicos das radiações repousam sobre uma complicada cascata de processos físico, químicos e biológicos. Os parâmetros físicos são muito mais passíveis de medição, inclusive medição imediata, enquanto os efeitos biológicos somente aparecem após longos períodos de latência (PASLER, 2005).

Os efeitos biológicos dependem da transferência de energia dos Raios-X aos tecidos humanos. Esta incidência de energia provoca algum efeito, em maior ou menor grau, sobre o organismo, segundo a quantidade de energia contida nos raios. Sendo assim tais efeitos serão tão mais danosos quanto maior for a frequência de exposição (PANELLA, 2006).

Os efeitos biológicos da radiação podem ser divididos em 2 grupos: determinísticos e estocásticos (FREITAS, 2004).

Efeitos determinísticos são aqueles que se manifestam nos organismos atingidos após a exposição do mesmo a uma determinada dose, a qual supera o limiar de regeneração celular. São os efeitos agudos da radiação, tais como: eritema cutâneo induzido por radiação; desenvolvimento de processos fibróticos; catarata induzida por radiação. Tais efeitos possuem um tempo de latência que varia de horas até dias (PASLER, 2005).

Fala-se de efeitos estocásticos quando a probabilidade de surgimento de efeitos biológicos – não o grau de severidade – está em função da dose administrada. Como exemplo pode-se citar os tumores malignos induzidos por radiação e as alterações hereditárias. Os efeitos estocásticos podem apresentar um tempo de latência de vários anos. Os potenciais efeitos estocásticos da radiação ionizante são graves, e para os mesmos não existe uma dose limiar de desencadeamento, a probabilidade de desenvolvimento aumenta com o aumento da dose (PASLER, 2005).

A extensão das alterações que uma célula experimenta, pela exposição à radiação ionizante, depende fortemente de seu grau de diferenciação e de sua capacidade proliferativa. Tecidos temporários mostram, em comparação com tecidos permanentes uma clara sensibilidade maior à radiação (PASLER, 2005).

3.5.3. UNIDADES DE MEDIDA DE RADIAÇÃO

Para uma descrição quantitativa das radiações ionizantes deve-se definir grandezas físicas que possam ser medidas e relacionadas com danos biológicos. As unidades básicas do Sistema internacional de Medidas (SI) fornecem a base para a definição dessas grandezas. São elas:

- Dose Absorvida ou Dose de Energia: define-se como a quantidade de energia transmitida a um determinado elemento de massa irradiado, dividida pela massa do local irradiado. Sua unidade no SI é o Gray ($1\text{Gy} = 1\text{J/kg}$) (PANELLA, 2006).
- Dose de Efeito ou Dose Equivalente: é o produto entre a Dose Absorvida no tecido e um fator de conversão (Q), designado como fator de eficiência biológica relativa. Sua unidade no SI é o Sievert ($1\text{Sv} = 1\text{J/kg}$) (PASLER, 2005).

Os efeitos biológicos das radiações ionizantes relacionam-se com a Dose Absorvida e também com a natureza da radiação, sendo assim diferentes tipos de radiação podem causar efeitos biológicos nitidamente diferentes com as mesmas doses absorvidas (PASLER, 2005).

Para os diferentes tipos de radiação foram convenencionados diferentes valores de Q, para que a dose de equivalência fosse proporcional aos riscos da mesma. No caso da radiação X o valor de $Q = 1$, resultando assim em uma Dose de Equivalência e uma Dose Absorvida numericamente iguais, entretanto a Dose de Equivalência não é uma grandeza física da radiação X, e sim uma grandeza biológica da mesma (PASLER, 2005).

O efeito biológico de uma exposição à radiação ionizante e sua avaliação depende de uma serie de fatores, como: tamanho da dose e sua distribuição no tempo; ação biológica referente à natureza da radiação; tamanho do campo exposto; sensibilidade dos diferentes tecidos orgânicos; idade da pessoa irradiada. Deste modo torna-se difícil uma clara comparação entre diferentes exposições. Para finalidades de comparação, foi estabelecido, pela Comissão Internacional de Proteção às Radiações (ICPR) o conceito de Dose Efetiva (PASLER, 2005).

A Dose Efetiva é expressa em *Sievert* (Sv), e seu valor numérico indica o quão grande uma dose aplicada homogeneamente em todo o corpo deveria ser para desencadear a mesma expectativa de danos

inespecíficos que estariam relacionadas com uma dose concreta de radiação (PASLER, 2005).

Segundo Visser (1999) as doses efetivas, calculadas para o diagnóstico radiológico odontológico, servem para fins de comparação entre os diferentes exames, e não devem ser usados para o cálculo de riscos individuais de câncer ou outras possíveis conseqüências das radiações.

3.5.4. DOSAGEM DE RADIAÇÃO DOS EXAMES DE IMAGEM UTILIZADOS EM ORTODONTIA

Segundo a revisão de literatura realizada pela European Atomic Energy Community (Euratom), contida no Projeto SEDETEXCT (2011), os exames de TCFC apresentam as seguintes dosagens de radiação:

Tabela 1. Doses efetivas e valores médios de radiação em exames de TCFC.

Tipo de unidade de TCFC	Dose Efetiva (mSv)
Dento-alveolar (pequeno FOV)	11 - 674 (61)
Craniofacial (grande FOV)	30 - 1073 (87)

Ainda no Projeto SEDETEXCT (2011), são apresentados os valores médios da dosagem de radiação envolvendo os exames radiográficos convencionais e a Tomografia Computadorizada Convencional. Os valores são os seguintes:

Tabela 2. Doses efetivas de radiação em exames radiográficos convencionais e Tomografia Computadorizada Convencional.

	Dose Efetiva (mSv)
Levantamento periapical completo	21
Radiografia Panorâmica	2.7 - 24.3
Telerradiografia Lateral	6
Tomografia Computadorizada Convencional	280 - 1410

Visser (1999) pesquisou a exposição à radiação nos exames por imagem utilizados em odontologia. Os resultados foram os seguintes:

Tabela 3. Exposição à radiação em exames radiológicos típicos da odontologia

Levantamento periapical completo (14 radiografias)	Dose Efetiva (mSv)
Sistema convencional	18.5-41.0
Sistema digital	4.1-21.7

Radiografia panorâmica	Dose Efetiva (mSv)
Sistema convencional	1.4-19.1
Sistema digital	3.5-4.9

Telerradiografia Lateral	Dose Efetiva (mSv)
Sistema convencional	2.3
Sistema digital	1.1

Oclusal	Dose Efetiva (msv)
Sistema convencional	0.8-4.6

TC Espiralada (maxila e mandíbula)	Dose Efetiva (mSv)
	126.8

As diferenças entre as doses, citadas na literatura, repousam sobre condições de medição extremamente diferentes, incluindo: diferenças em relação aos aparelhos de Raios-X ou tomógrafos utilizados; diferenças entre a sensibilidade dos filmes usados; diferenças em relação à condução das pesquisas (medições na superfície da pele ou medição em manequins de dosimetria); diferenças na avaliação e apresentação dos dados da medição (PASLER, 2005).

A dosagem de radiação emitida pela TCFC depende do campo de visão desejado, tempo de exposição, miliamperagem e quilovoltagem do aparelho, mas tem sido relatado que corresponde a aproximadamente 20% da TC convencional e é equivalente à exposição completa de Radiografias Periapicais (MAH, 2003).

A dose efetiva do exame de face da TCFC equivale a aproximadamente 6 vezes a dose efetiva da Telerradiografia Lateral somada à Radiografia Panorâmica (SILVA, 2008).

A dose de radiação efetiva da TCFC equivale à dose de uma Radiografia Panorâmica e uma Telerradiografia em norma lateral somada ao levantamento periapical completo. (SILVA, 2008).

A dosagem de radiação envolvida no exame de TCFC mostra-se significativamente reduzida em comparação à Tomografia Computadorizada convencional (MOZZO, 1998; SCARFE, 2006).

Quando comparada às radiografias convencionais, a dose de radiação da TCFC apresenta-se similar à do exame periapical completo ou equivale a aproximadamente 4 a 15 vezes a dose de uma Radiografia Panorâmica (HATCHER, 2004; SCARFE, 2006).

3.5.5. RISCOS DO DIAGNÓSTICO RADIOLÓGICO ODONTOLÓGICO

Para uma avaliação realista da exposição à radiação pela realização de procedimentos radiológicos odontológicos, faz-se a comparação destes com outras formas de exposição.

Em comparação com os exames de radiologia geral, os procedimentos odontológicos estão relacionados com uma exposição muito pequena à radiação. O diagnóstico radiológico odontológico é responsável, apesar do grande número de radiografias, por apenas uma pequena parcela na contribuição da dose coletiva. A causa dessa excepcional relação se deve ao pequeno volume dos alvos das radiografias odontológicas, e a possibilidade de efetiva proteção das demais estruturas adjacentes (PHAROAH, 2008).

Muitos dos efeitos determinísticos descritos não são um risco em exames radiográficos odontológicos. Muitos desses efeitos necessitam da exposição a altas doses de radiação, muito distantes daquelas praticadas em odontologia (PANELLA, 2006).

Para o diagnóstico radiológico em odontologia são usados Raios-X de fraco poder ionizante e com baixo potencial energético. Esta qualidade de radiação de radiação provoca relativamente poucos danos irreparáveis nos tecidos irradiados (PASLER, 2005).

As radiações utilizadas nos exames de imagem para diagnóstico odontológico não apresentam nenhuma ligação com distúrbios genéticos, segundo as revisões unânimes da literatura médica (VISSER, 1999).

O tronco, com seus órgãos e gônadas mais sensíveis à radiação, que aqueles localizados na cabeça e pescoço, encontram-se fora do alcance dos raios, podendo ser eficazmente protegidos pelo uso de aventais de proteção radiológica (PASLER, 2005).

Contudo os efeitos estocásticos das radiações, isto é, a indução de tumores, é possível, em princípio, em qualquer exposição à radiação ionizante. O pequeno, porém não excludente risco, obriga a observação estrita dos conceitos de proteção radiológica e observação da relação risco-benefício dos exames solicitados (PASLER, 2005).

3.6. ORIENTAÇÕES DE ENTIDADES DE REFERÊNCIA

Um grande aumento no uso da TCFC vem ocorrendo na odontologia dentro da última década. Mais especificamente, essa nova tecnologia tem encontrado ampla aplicabilidade no planejamento ortodôntico, tanto de pacientes adultos quanto pediátricos (HECHLER, 2008).

A finalidade da realização de um exame por imagem em ortodontia é a de suplementar ou sustentar evidências clínicas na etapa de pré-tratamento; verificar os efeitos da terapia utilizada, durante o tratamento; e na etapa de pós-tratamento, monitorar a estabilidade dos resultados obtidos (AAO, 2011).

3.6.1. BRITISH ORTHODONTIC SOCIETY (BOS)

Segundo revisão a cerca das orientações quanto à solicitação de radiografias estabelecidas pela BOS, realizada por David Turpin (2008), então editor do American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (AJODO), não haveria indicação/necessidade de realização de radiografias em ortodontia nos seguintes casos:

- Radiografias feitas rotineiramente, antes do exame clínico;
- Conjunto de radiografias de rotina para todos os pacientes ortodônticos;
- Exame periapical completo pré-tratamento;

- Radiografia cefalométrica de perfil, para predição do crescimento facial;
- Radiografia de mão e punho para previsão do surto de crescimento;
- Radiografias de rotina de ATM para avaliação de disfunções;
- Radiografias com finalidade médico-legal;
- Radiografias finais com único objetivo de avaliação profissional ou para apresentação clínica;
- Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) como exame de rotina.

3.6.2. AMERICAN ASSOCIATION OF ORTHODONTICS (AAO) / AMERICAN ACADEMY OF ORAL AND MAXILLOFACIAL RADIOLOGY (AAOMR)

A American Association of Orthodontics (AAO) e a American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (AAOMR) produziram uma declaração de posicionamento conjunto a respeito da utilização da TCFC na prática odontológica (AAO, 2011).

O documento: *“Clinical recommendations for the appropriate use of Cone Beam Computed Tomography in orthodontics”* estabelece recomendações gerais e critérios específicos para a utilização da TCFC em odontologia. Tal documento resulta de uma revisão conjunta da literatura existente a respeito da eficácia clínica e da dosagem de radiação relacionada com os exames de TCFC (AAO, 2011).

Recomendações estabelecidas para o uso da TCFC:

- A base para a requisição de uma TCFC deve repousar sobre o histórico médico do paciente; exame clínico rigoroso; condições clínicas apropriadas para se submeter a tal exame; certeza de que os benefícios diagnósticos superarão o risco da exposição à radiação, especialmente se tratando de pacientes pediátricos ou adultos jovens;
- Usar a TCFC somente quando as questões clínicas para as quais a TCFC foi requisitada não puderem ser respondidas adequadamente por modalidades diagnósticas que fazem o uso de doses mais baixas de radiação, como as radiografias odontológicas intra e extra-orais convencionais;

- Não utilizar a TCFC com o único intuito de facilitar a colocação de aparatos ortodônticos, bem como o de confeccionar modelos ortodônticos virtuais;
- Não fazer uso da TCFC se somente as imagens em 2D oriundas da TCFC forem utilizadas para o diagnóstico;
- Não solicitar um exame radiográfico convencional se é clinicamente claro que o estudo realizado em TCFC é o mais indicado para adequado diagnóstico ou estabelecimento de plano de tratamento;
- Fazer uso da Dose Relativa quando considerar o risco para procedimentos radiográficos únicos ou múltiplos, durante o tratamento ortodôntico.

3.6.3. EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY (EURATOM)

O SEDENTEXCT é um projeto da European Atomic Energy Community (EURATOM) que teve como objetivo recolher as informações necessárias para cientificamente estabelecer normas para o uso da TCFC na área de imaginologia dental e maxilo-facial (SEDENTEXCT, 2011).

O resultado do projeto SEDENTEXCT é o documento: “*Cone Beam CT for dental and maxillofacial radiology*”, no qual estão contidas as recomendações para o uso da TCFC na prática odontológica (SEDENTEXCT, 2011).

Recomendações estabelecidas para o uso da TCFC:

- A TCFC não deve ser realizada sem que um exame clínico prévio justifique sua realização;
- A TCFC deve ter seu uso justificado para cada paciente, no qual os benefícios superariam os riscos dos exame;
- A TCFC deve ter o potencial de adicionar novas informações ao caso clínico em questão;
- A TCFC não deve ser encarada como um exame de rotina;
- Usar a TCFC somente quando as questões clínicas para as quais a TCFC foi requisitada não puderem ser respondidas adequadamente por modalidades diagnósticas que fazem o uso de doses mais baixas de

radiação, como as radiografias odontológicas intra e extra-orais convencionais;

- As imagens obtidas da TCFC devem ser analisadas por um Radiologista especializado, e um laudo deve ser emitido;

- Quando a avaliação dos tecidos moles se faz necessária, a Tomografia Computadorizada convencional ou a Ressonância Magnética se mostram mais apropriadas.

4. DISCUSSÃO

Os exames por imagem constituem uma das principais bases de dados que orientam o planejamento e avaliam tanto o tratamento empregado quanto os resultados finais de um paciente submetido à intervenção ortodôntica. Respaldados tanto pelo tempo de uso, quanto pelos custos, os exames radiográficos tradicionais, compostos por radiografias Panorâmicas, Periapicais, Telerradiografias e radiografias Oclusais, representam os exames de imagem mais freqüentemente solicitados, apesar das inúmeras limitações apresentadas pelos mesmos, já consagradas pela literatura (RIBEIRO-ROTTA, 2004; HECHLER, 2008; PATEL et al., 2007).

As limitações inerentes aos exames radiográficos tradicionais repousam no fato de tais exames fornecerem representações bidimensionais de estruturas tridimensionais, estando tais representações sujeitas à distorções, ampliações e superposições (RIBEIRO-ROTTA, 2004; PATEL et al., 2007; HAITOR NETO et al., 2000).

Com o desenvolvimento da TCFC, método tomográfico voltado especificamente para a odontologia, aumentou o interesse dos profissionais da área por melhores imagens do complexo dentomaxilofacial. O desenvolvimento desta nova tecnologia representou um salto qualitativo referente à produção de imagens em odontologia. A TCFC possibilitou à odontologia a obtenção de imagens tridimensionais de alta resolução, a um custo relativamente baixo, com mínima distorção e dose de radiação significativamente reduzida em comparação à TC convencional, tornando-se assim um novo exame de escolha para os cirurgiões-dentistas (SCARFE, 2006; SUKOVIC, 2003; GARIB, 2009).

Entre as vantagens que justificam a utilização da TCFC em odontologia é possível citar: a possibilidade de visualização de estruturas anatômicas sem sobreposições; possibilidade de obtenção de múltiplos ângulos de visão das estruturas de interesse; mínima distorção; reconstrução em terceira dimensão; transmissão de imagens via Internet; manipulação das imagens em computador. Outro recurso muito valioso para a Ortodontia é a possibilidade de realizar reconstruções bidimensionais, produzindo réplicas das radiografias convencionais comumente utilizadas, que podem ser obtidas a partir de uma única tomada tomográfica. Tais imagens são acuradas e precisas para realização de mensurações e mostram-se sensíveis e específicas para as

avaliações qualitativas (GARIB, 2009; CAVALCANTI, 2010; SCARFE, 2006).

A TCFC possui ampla aplicabilidade em ortodontia, tendo o seu uso indicado na avaliação de impacções dentárias; na obtenção de dados cefalométricos; no diagnóstico de reabsorção radicular; no planejamento cirúrgico para colocação de mini-implantes; e na avaliação da ATM (MOSHIRI et al., 2007; ERICSON, 2006; DUDIC et al., 2009; PECK et al., 2006; HONEY et al., 2007).

De modo geral os resultados de estudos qualitativos e de comparação entre métodos radiográficos tradicionais e a TCFC apontam, quando não uma equivalência de resultados, superioridade de potencial diagnóstico referente a TCFC.

Segundo estudos de Cattaneo et al. (2008) não existe diferença estatística entre análises cefalométricas realizadas sobre cefalogramas tradicionais, obtidos de Telerradiografias Laterais, e cefalogramas gerados a partir TCFC.

Moshiri et al. (2007) concluíram que medidas obtidas das Telerradiografias Laterais são praticamente as mesmas que aquelas obtidas através da análise das reconstruções 2D oriundas da TCFC.

Hechler (2008) preconizou a utilização de imagens em 3D para a determinação da proximidade de raízes adjacentes de pré-molares e incisivos, no caso de caninos impactados, a fim de diminuir ao máximo os riscos de reabsorção radicular em adjacentes.

Estudos realizados por Dudic et al. (2009) mostraram que a Radiografia Panorâmica se mostrou limitada em detectar reabsorções radiculares, se comparada com a TCFC.

Silveira et al. (2007) testaram a capacidade diagnóstica da TCCB em detectar simulações de reabsorção radicular externa. Os resultados mostraram que a TCFC apresentou alta sensibilidade diagnóstica para detecção de tais simulações.

Segundo Kim et al. (2007) a instalação de mini-implantes ortodônticos se torna mais fácil e segura com a utilização de guias de colocação e posicionamento confeccionados a partir da TCFC.

Honey et al. (2007) concluíram em seu estudo que as imagens de TCFC propiciaram confiabilidade superior e maior precisão na detecção de erosão cortical condilar, se comparadas àquelas oriundas da Tomografia Computadorizada convencional e das Radiografias Panorâmicas.

Apesar de a TCFC ter representado um avanço tecnológico e um ganho de qualidade no produto final, esta ainda assim é dependente da

incidência e ação da radiação X sobre o organismo para a obtenção da imagem diagnóstica, tal qual os exames da geração anterior. Mesmo com a dose de radiação efetiva da TCFC variando de acordo com a marca comercial do aparelho e com as especificações técnicas selecionadas durante a tomada, esta é de maneira geral superior as doses que envolvem os exames radiográficos convencionais (SCARFE, 2006; GARIB, 2009; LUDLOW, 2006; VISSER, 1999; SILVA, 2008; HATCHER, 2004).

A possibilidade de a Radiação Ionizante provocar efeitos deletérios aos organismos a ela expostos é amplamente conhecida, e foi verificada quase que imediatamente após ter sido anunciada a sua descoberta. Deste modo, a atenção dispensada à quantidade de radiação à qual pacientes em tratamento odontológico são expostos vem se intensificando com a popularização dos exames de TCFC na Odontologia, tornando esse exame o novo foco de atenção e estudo de entidades de referência de todo o mundo (FREITAS, 2004; TURPIN, 2008; VITRAL, 2011).

Em cada exame de imagem solicitado, seja ele radiográfico ou tomográfico, os benefícios devem ser avaliados frente aos riscos potenciais inerentes a exposição, respeitando deste modo o princípio de ALARA (*As Low As Reasonably Achieved*), já que não é conhecido nenhum nível seguro de exposição à Radiação-X. O princípio de ALARA se baseia no entendimento de que a exposição à radiação pela qual passa o paciente, durante a realização dos exames de imagem, é clinicamente justificável, bem como, os benefícios trazidos ao diagnóstico superarão os riscos da exposição (GELSKEY; BAKER, 1984; PASLER, 2005; VITRAL, 2011).

O risco para o paciente submetido à realização da TCFC reside na possibilidade do desenvolvimento da carcinogênese induzida pela radiação, fato, que a princípio, pode estar relacionado a exposição a qualquer quantidade de radiação ionizante. O pequeno, porém não excludente risco, obriga a observação estrita dos conceitos de proteção radiológica e observação da relação risco-benefício dos exames solicitados. Os cuidados devem ser redobrados quando se tratando de pacientes pediátricos, tanto porque os mesmos são inerentemente mais radiosensíveis, tanto porque possuem, em tese, mais anos de vida durante os quais a neoplasia induzida pela radiação poderá se desenvolver (PASLER, 2005).

As entidades de referência analisadas no trabalho - American Association of Orthodontists (AAO), American Academy of Oral and

Maxillofacial Radiology (AAOMR), British Orthodontic Society (BOS), European Atomic Energy Community (EURATOM) - as quais desenvolveram estudos a respeito da utilização adequada da TCFC em odontologia, produziram “*guidelines*”, que tem por objetivo fornecer embasamento teórico e nortear a conduta correta dos profissionais da área frente a essa nova tecnologia (TURPIN, 2008; AAO, 2011; SEDENTEXCT, 2011).

Os trabalhos desenvolvidos por estas entidades de referência convergem em determinados pontos referentes à correta prescrição deste tipo de exame. Para tais entidades é comum que: a realização da TCFC deve estar respaldada por uma justificativa clínica apropriada, bem como qualquer outro tipo de exame radiológico convencional; a TCFC não deve ser encarada como sendo um exame de rotina; deve-se fazer o uso da TCFC somente quando questões clínicas não puderem ser respondidas pelos métodos radiográficos convencionais, os quais fazem uso de doses mais baixas de radiação; a TCFC só deve ser realizada se houver a certeza de que os benefícios diagnósticos superarão o risco da exposição à radiação (TUPIN, 2008; AAO, 2011; SEDENTEXCT, 2011).

5. CONCLUSÃO

A TCFC propicia a produção de imagens de alta qualidade e fidelidade, de grande sensibilidade e potencial diagnóstico, mostrando-se assim uma tecnologia bastante promissora. Entretanto deve ficar claro para o cirurgião-dentista que esta nova tecnologia não deve passar a ser utilizada como exame de rotina, bem como substituir inteiramente os exames radiográficos convencionais para fins diagnósticos, uma vez que as doses efetivas de Radiação Ionizante envolvidas na realização da TCFC são superiores as doses envolvidas nos demais exames radiográficos.

A realização a TCFC deve estar respaldada por uma justificativa clínica apropriada, e tal exame deve ser entendido como sendo um meio diagnóstico auxiliar, para quando questões clínicas não puderem ser respondidas através dos exames radiográficos convencionais.

Os trabalhos desenvolvidos por entidades de referência em Radiologia e Imaginologia são importantes para fornecer embasamento teórico e nortear a conduta correta dos profissionais da área frente a essa nova tecnologia.

REFERÊNCIAS

AAO and AAOMR to produce joint position paper on imaging. [Cited 2011 Apr 1st]. Disponível em: <http://www.aomembers.org/MyPractice/Technology/AAO Imaging-Initiative.cfm>.

ADA Dental radiographic examinations: recommendations for patient selection and limiting radiation exposure. [Cited 2012 Nov 1st]. Disponível em: [http://www.ada.org/sections/professional_Resources/pdfs/Dental Radiographic Examinations 2012.pdf](http://www.ada.org/sections/professional_Resources/pdfs/Dental_Radiographic_Examinations_2012.pdf).

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Portaria no. 453, de 01 de junho de 1998. Diário Oficial da União. 1998 jun.

CASTRO, Iury Oliveira; ESTRELA, Carlos; VALADARES – NETO, José. A influência de imagens tridimensionais no plano de tratamento ortodôntico. **Dental Press J Orthod**, 2011 Jan-Feb;16(1):75-80.

CASTILHO, Julio Cezar de Melo et al. Radiografia Digital: histórico e evolução. **Revista Odonto Ciência**, v. 18, n. 41, p. 279-284, jul./set., 2003.

CATTANEO, P. et al. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.134, p. 798-820, 2008.

CAVALCANTI, Marcelo. **Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico: Interpretação e Diagnóstico para o Cirurgião-dentista**. 1. ed. São Paulo: Livraria Santos Ltda, 2010. 228p.

CONSOLARO, Alberto. Radiografias periapicais prévias ao tratamento ortodôntico. **Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 12, n. 4, p. 14-16, jul./ago. 2007.

COUTINHO, Alessandra. et al. Dose de radiação: estudo comparativo entre diferentes sistemas de tomografia utilizados em Odontologia. **Rev Inst Ciênc Saúde**, 2007; 25(4):455-61.

MAH, James; SINCLAIR, Peter. Incidental findings in the maxillofacial area with 3-dimensional cone-beam imaging. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 132, p. 393-400, 2009.

CONSOLARO, A; FREITAS, P. Z. Tomografia volumétrica versus helicoidal no planejamento ortodôntico e no diagnóstico das reabsorções dentárias. **Rev Clínica de ortodontia Dental Press**, Maringá, v.6, n 4, p. 108-111, ago./set., 2007.

DUDIC, A. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 135, p. 434-7, 2009.

DUDIC, A. et al. Diagnostic accuracy of digitalized periapical radiographs validated against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption. **Eur J Oral Sci.**, v. 116, p. 467-72, 2008.

ERICSON, S. Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: a CT study. **Angle Orthod**, v.70, n. 6, 2000.

EURATOM Provisional guidelines on CBCT for dental and maxillofacial radiology. [Cited 2011 Apr 1st]. Disponível em: http://sedentexct.eu/system/files/sedentexct_project_provisional_guidelines.pdf.

FARMAN, Allan G.; SCARFE, Willian C. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 130, n. 2, p. 257-65, ago., 2006.

FREITAS, Agnaldo de; Rosa, José Edu; Souza, Icléo Faria e. **Radiologia Odontológica**. 6. ed. São Paulo: Artes Médicas Ltda, 2004. 833p.

GARIB, Daniela Gamba et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia – dental press. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 139-156, mar./abr., 2007.

GARTNER, C. F. A importância da radiografia panorâmica no diagnóstico e no plano de tratamento ortodôntico na fase da dentadura mista. **Revista Odonto da Universidade Metodista de São Paulo**, São Bernardo do Campo, v. 17, n. 33, jan. jun. 2009.

GRACCO, A. et al. Quantitative cone-beam computed tomography evaluation of palatal bone thickness for orthodontic miniscrew placement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 134, p. 361-9, 2008.

HAITER NETO, Francisco et al. Estágio Atual da Radiologia Digital. **Revista ABRO**, v. 1, n. 3, p. 01-06, set./dez. 2000

HATCHER, D. C.; ABOUDARA, C. L. Diagnosis goes digital. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 125, n. 4, p. 512-515, apr. 2004.

HECHLER, Steven. Cone-beam CT: applications in orthodontics. **Dent Clin N Am**, v. 52, p. 809-823, 2008.

HONEY, O. et al. Accuracy of the cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiography and linear tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 132, n. 4, p. 429-38, 2007.

HUTCHISON, S. Cone beam computed tomography panoramic images versus traditional panoramic radiographs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 128, n. 4, 2005.

KAU, C. H. et al. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. **Journal of Orthodontics**. V. 32, p. 282-293, 2005.

KIM, S. et al. Surgical positioning of orthodontic miniimplants with guides fabricated on models replicated with cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 131, n. 4, p. 82-89, 2007.

LUDLOW, J. B. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Plus DS panoramic unit. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 32, p. 229-34, 2003.

LOUBELE M. et al. Comparison between effective radiation dose of TCCB and MSTC scanners dentomaxillofacial applications. **European Journal of Radiology**, 2008.

MOSHIRI, M. et al. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 132, p. 550-60, 2007.

MOZZO, P. et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the conebeam technique: preliminary results. **Eur Radiol**, v. 8, p. 1558-64, 1998.

NAKAJIMA, A. et al. Two and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam computed tomography. **Angle Orthod**, Appleton, v. 75, n. 6, p. 895-903, nov. 2005.

PANELLA, J. Radiologia Odontológica e Imaginologia. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2006, Cap. 10, p. 135-144.

PASLER, F. A.; VISSER, H. **Radiologia Odontológica: procedimentos ilustrados**. Porto Alegre: Artmed, 2005, Cap. 1, p. 1-28.

PATEL, S. et al. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. **Int Endod J**, v. 42, n. 6, p. 507-515, jun., 2009.

PECK, J. et al. Mesiodistal root angulation using panoramic and cone beam CT. **Angle Orthod**, Appleton, v. 77, n. 2, p. 206-213, abr., 2006.

PREDA, L. et al. The use of spiral computed tomography in the localization of impacted maxillary canines. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 26, n. 4, p. 236-41, jul., 1997.

PROFFIT, William R. **Ortodontia Contemporânea**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Ltda, 2008. 701p.

RIBEIRO-ROTTA, Rejane Faria. Técnicas tomográficas aplicadas à ortodontia: a evolução do diagnóstico por imagens. **Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 9, n. 5, p. 102-156, set./out. 2004.

SANDERS, M. A. et al. Common orthodontic appliances cause artifacts that degrade the diagnostic quality of TCCB images. **J Calif Dent Assoc.**, United States, v. 135, n. 12, p. 850-857, dez., 2007.

SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G.; Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **J Can Dent Assoc**, Ottawa, v. 72, n. 1, p. 75-80, feb., 2006.

SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G. What is cone beam CT and how does it work? **Dent Clin N Am**, v. 52, p. 707-730, 2008.

SILVA, Maria Alves Garcia et al. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: A radiation dose evaluation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 133, p. 640-645, 2008.

SILVEIRA, H. L. D. da et al. Diagnostic ability of computed tomography to evaluate external root resorption in vitro. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 36, p. 393-396, 2007.

SUKOVIC, P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. **Orthod Craniofac Res**, v. 6, p. 31-36, 2003.

TURPIN, D. L. British Orthodontic Society revises guidelines for clinical radiography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2008 Nov;134(5):597-8.

TURPIN, D. L. Clinical guidelines and the use of cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2010 July;138(1):1-2.

VITRAL, R.W.F. O que há de novo na Odontologia — Documentação ortodôntica: novos aspectos de uma antiga preocupação. **Dental Press J Orthod**, 2011 July-Aug;16(4):15-8.

WALKER, L.; MAH, J. Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St louis, v. 28, n. 4, p. 418-423, out., 2005.

WHITE, S.; PHAROAH, M. The evolution and application of dental maxillofacial imaging modalities. **The Dental Clinics of North America**, n. 52, p. 689-705, 2008.