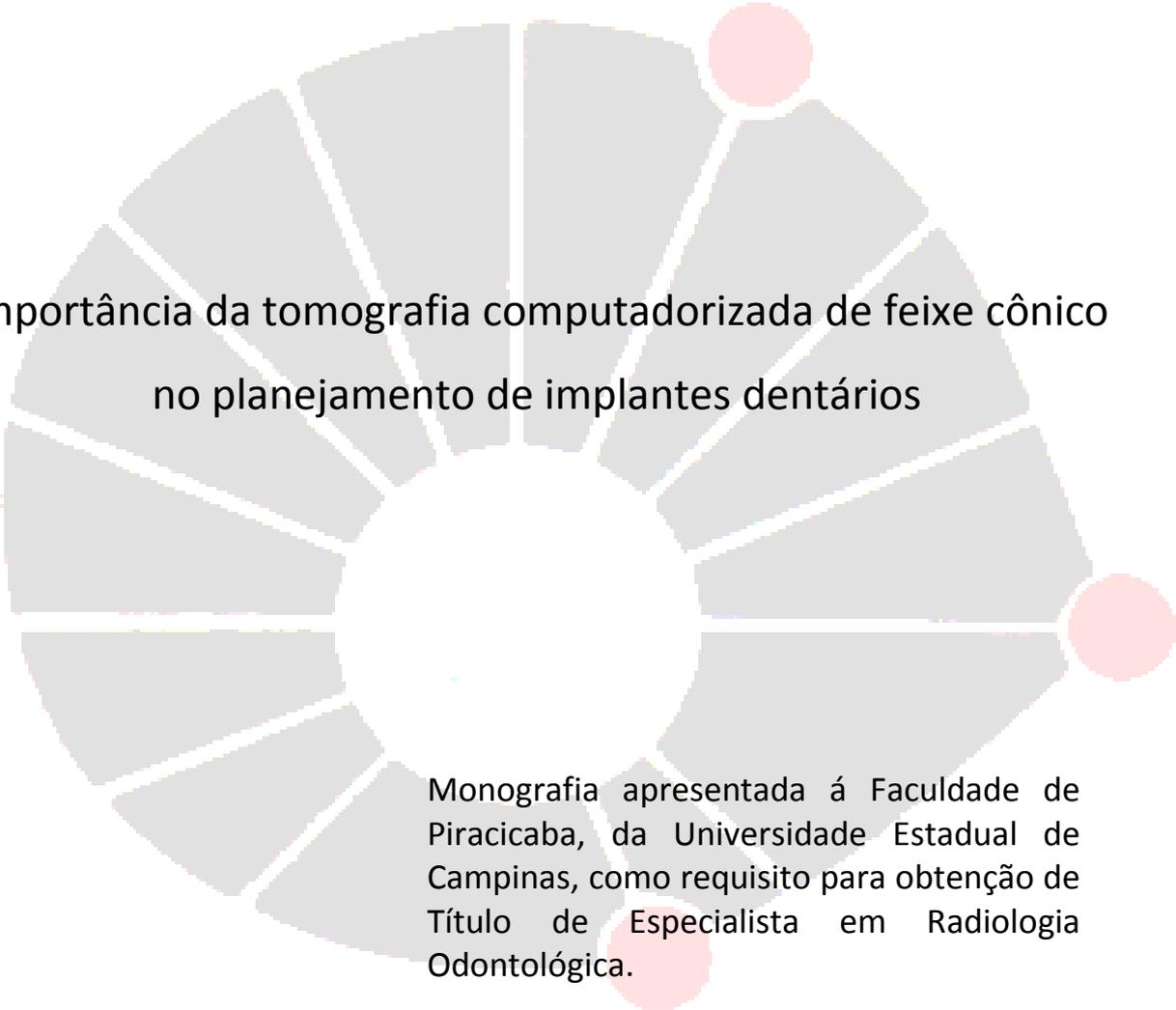


MAGNA RODRIGUES DE SANTANA



Importância da tomografia computadorizada de feixe cônico  
no planejamento de implantes dentários

Monografia apresentada á Faculdade de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Radiologia Odontológica.

UNICAMP

Piracicaba  
2012

**MAGNA RODRIGUES DE SANTANA**

**IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE  
FEIXE CÔNICO NO PLANEJAMENTO DE IMPLANTES  
DENTÁRIOS**

Monografia apresentada á Faculdade de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Radiologia Odontológica.

Orientadora: Profa. Dra. Solange Maria de Almeida

**Piracicaba**

**2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Santana, Magna Rodrigues de.  
Sa59i Importância da tomografia computadorizada de feixe cônico  
no planejamento de implantes dentários / Magna Rodrigues  
de Santana. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2012.

Orientador: Solange Maria de Almeida.  
Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) –  
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba.

1. Radiologia. 2. Odontologia. I. Almeida, Solange Maria de,  
1959- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba. III. Título.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho especialmente ao meu esposo, Cícero B. Pires Moraes, por estar do meu lado, pelo companheirismo, pela cumplicidade e principalmente pelo amor dedicado a nossa relação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a DEUS “Meu Pai Maior” pela vida!!!

Pela saúde, Pela PAZ!!!

Pelas bênçãos recebidas na minha jornada aqui na terra!!!

Pela oportunidade de estudar!!!

E especialmente pela realização de mais essa conquista!!!

## **SUMÁRIO**

LISTA DE ABREVIATURAS.....	<b>6</b>
RESUMO.....	<b>7</b>
ABSTRACT.....	<b>8</b>
INTRODUÇÃO.....	<b>9</b>
REVISÃO DE LITERATURA .....	<b>13</b>
DISCUSSÃO.....	<b>27</b>
CONCLUSÃO.....	<b>30</b>
REFERÊNCIAS .....	<b>31</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

2D - Duas dimensões

3D - Terceira dimensão

TCFC - Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

CBCT - Cone Beam Computed Tomography

## RESUMO

Nos últimos anos, tecnologias de imagem como a oferecida pela Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), já começaram a fazer grandes incursões em cada disciplina em nossa profissão, ampliando os horizontes da prática clínica odontológica, adicionando uma terceira dimensão (3D) ao planejamento do tratamento craniofacial de TCFC, assim captando um volume de dados, e através de uma conseqüente reconstrução, processo este que produz imagens que não contém distorções de ampliação ou sobreposição anatômica. Em essência, a TCFC foi uma mudança de paradigma, especialmente para a implantodontia oral, onde as medições e relações anatômicas são precisas. A TCFC usa avançada tecnologia 3D para fornecer a mais completa informação sobre anatomia da boca, face e maxilares dos pacientes, levando a um melhor planejamento e conseqüentemente resultado de tratamento.

**ABSTRACT**

In recent years 3-dimensional(3D) cone beam computed tomography (CBCT) imaging technologies have started to make big inroads into every discipline in our profession, expanding the horizons of clinical dental practice by adding a third dimension to craniofacial treatment planning. CBCT captures a volume of data, and through a reconstruction process it delivers images that do not contain magnification, distortion, or overlap of anatomy. In essence, CBCT was a paradigm shift, especially for oral implantology where measurements and anatomic relationships are precise. CBCT uses advanced 3D technology to information about a patient's mouth, face, and jaws, leading to enhanced treatment planning and predictable treatment outcomes.

# 1 INTRODUÇÃO

Um grande avanço terapêutico na Odontologia foi o descobrimento da osseointegração, princípio da união do osso com o implante de titânio, possibilitando devolver aos indivíduos desdentados a função mastigatória, por meio de reabilitação protética, suportada por pilares metálicos, conhecidos como implantes dentários. Os implantes dentários constituem um método terapêutico auxiliar na reabilitação oral, permitindo a fixação permanente de próteses substitutivas de um ou mais dentes (Saliba et al., 2007).

Para que o sucesso seja alcançado em implantodontia, o diagnóstico e o plano de tratamento são tão importantes quanto à correta execução da técnica cirúrgica. Dessa forma, a decisão de colocar um implante dentário deve estar sempre baseada no conhecimento de que o sítio proposto para este fim contenha osso estruturalmente saudável, que poderá “suportar” o processo de osseointegração (Jeffcoat et al., 1991). Assim um dos pré-requisitos mais importantes para se obter o sucesso com implantes osseointegrados é a presença de uma quantidade suficiente de osso saudável no local receptor, incluindo não somente uma altura óssea adequada, mas também uma largura suficiente do osso basal remanescente (Buser et al., 1998).

Frente a isso, os implantes dentários quando realizados na arcada superior, podem trazer complicações nasossinusais. Os implantes no primeiro e segundo molares podem projetar-se para o interior do seio maxilar, levando a sinusite infecciosa (Quiney et al. 1990). Enquanto que na região anterior (incisivos e caninos), podem trazer complicações nasais (Berman, 1989). Assim devido à proximidade anatômica dos dentes superiores com as cavidades nasais e paranasais, complicações otorrinolaringológicas por manipulação, extração dentária e, especialmente, por implantes dentários intra-ósseos, são freqüentes, tais como: rinites infecciosas, sinusites infecciosas, osteomielite, fístulas oroantrais, fístulas oronasais, reação de corpo estranho. Outras complicações dos implantes são raras, mas pode ocorrer lesão neural, perda óssea, infecções, lesão no dente adjacente e nas estruturas de suporte, além de perda prematura dos implantes e fratura óssea. (Mioduski et al, 1990; Regev

et al, 1995). As perfurações iatrogênicas do seio maxilar têm sido consideradas, atualmente, como uma das causas mais freqüentes de sinusite fúngica, especialmente pelo *Aspergillus*. (De Foer, Fossion e Vaillantj, 1990). Scher(2002) discute os riscos da colocação de implantes na região posterior da mandíbula, uma vez que existem alguns problemas em potencial quando se contempla essa forma de reabilitação. Isso inclui a anatomia da região e a densidade óssea, devendo todas essas questões serem consideradas para que se reduza os riscos de dano ao nervo. O curso do nervo alveolar inferior é obviamente o obstáculo mais importante na realização de cirurgia segura na região, no entanto, também é importante observar a curvatura do osso e entender o curso do nervo. Além disso, relatou a existência de variações no curso incluindo sua extensão para a região anterior, reafirmando a importância do planejamento cirúrgico também para a região entre os forames mentuais. Dessa forma, qualquer procedimento cirúrgico deveria ser considerado como um risco real de trauma a um feixe neurovascular, inclusive os realizados na região anterior da mandíbula, previamente considerada como extremamente segura para a colocação de implantes (Jacobs et al., 2002).

Dados clínicos e imagens convencionais bidimensionais foram por muito tempo às ferramentas disponíveis para fornecer informações sobre quantidade de osso e a proximidade com estruturas anatômicas críticas, como os feixes vasculo-nervosos o que, se não respeitado pode comprometer o sucesso do procedimento cirúrgico. Dentro desse contexto, trabalhos vêm sendo realizados no intuito de avaliar os exames radiográficos mais apropriados á Implantodontia. Dessa forma o diagnóstico radiográfico era alcançado principalmente por meio de radiografias convencionais, tais como as radiografias intra-orais, a radiografia panorâmica e a telerradiografia. No entanto, estas técnicas radiográficas apresentam limitações que restringem a visualização de áreas específicas por produzirem imagens bidimensionais, apresentando uma sobreposição e interposição de estruturas, além de apresentar distorções verticais e horizontais e não permitir a visualização da dimensão vestibulo-lingual do osso remanescente (Garg, 1999). Boeddinghaus & Whyte (2008) relatam que radiografias intraorais e a radiografia panorâmica são as técnicas radiográficas

mais usadas na odontologia e quase sempre as únicas imagens requisitadas para detectar alterações dentárias.

Portanto, desde os primórdios da Implantodontia as imagens radiográficas constituem uma importante etapa da avaliação, seleção e planejamento dos pacientes parciais ou totalmente edêntulos que terão nos implantes osseointegrados um dos pilares de sua reabilitação oral. Para aproveitar ao máximo o componente ósseo do paciente o exame radiográfico é um método de diagnóstico valioso para conhecer o leito cirúrgico, controlar as distâncias das estruturas anatômicas adjacentes e guiar a cirurgia. Algumas estruturas nobres como o canal mandibular, assoalho da fossa nasal e assoalho dos seios maxilares, devem ter seus limites respeitados, para uma instalação adequada de implante. No caso dos implantes zigomáticos, uma região que exige máximo cuidado é o assoalho da órbita, além dos limites dos seios maxilares. (Cavalcanti et al., 2010).

De acordo com Frederiksen (1995) existem alguns princípios básicos que devem guiar o clínico na seleção da modalidade de imagem mais apropriada. Para esses autores, a modalidade de imagem ideal para o planejamento de implantes deve apresentar algumas características como: propiciar uma visão transversal das arcadas permitindo a visualização tanto da inclinação do processo alveolar no sítio proposto, como da relação espacial com as estruturas anatômicas adjacentes; capacidade de visualizar o local do implante nas dimensões méso-distal, vestibulo-lingual e supero-inferior; a capacidade de permitir mensurações confiáveis e precisas; capacidade de avaliar a densidade do trabeculado ósseo e espessura da cortical; a capacidade de correlacionar o local radiografado com o clínico; disponibilidade e custo razoáveis e dose de radiação mais baixa possível. Procurando satisfazer tais objetivos o diagnóstico por imagem em odontologia sofreu modificações tecnológicas capazes de contemplar estes requisitos de informação, propiciando detalhes da área de interesse e possibilitando a redução de erros antes e durante as manobras cirúrgicas.

Dentre os exames radiográficos, a tomografia computadorizada é a técnica que fornece maior precisão e acurácia em relação a qualquer mensuração da região envolvida. (Cavalcanti et al., 2010). Assim o advento da tomografia computadorizada de feixe cônico representa o desenvolvimento de um tomógrafo relativamente

pequeno e de menor custo, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial. O desenvolvimento desta nova tecnologia está provendo à Odontologia a reprodução da imagem tridimensional dos tecidos mineralizados maxilofaciais, com mínima distorção e dose de radiação significativamente reduzida em comparação à tomografia computadorizada tradicional (Garg et al., 2005).

A colocação de implantes dentários teve crescimento rápido na prática odontológica, e o surgimento da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico veio facilitar o diagnóstico e o planejamento pré-operatório para a determinação da posição, eixo de inserção, número e tamanho do implante, assim como também a quantidade e qualidade do osso presente e estruturas anatômicas a fim de obter o melhor resultado (Cavalcanti et al., 2010).

A tomografia computadorizada de feixe cônico constitui um recurso auxiliar de diagnóstico bastante útil na clínica odontológica fornecendo imagens que podem ser combinadas bi ou tridimensionalmente (3D), orientando adequadamente o planejamento cirúrgico;

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Por muito tempo dados clínicos e imagens convencionais bidimensionais foram às ferramentas disponíveis para fornecer informações sobre quantidade de osso e a proximidade com estruturas anatômicas críticas, como os feixes vâsculo-nervosos o que, se não respeitado pode comprometer o sucesso do procedimento cirúrgico. Dentro desse contexto, trabalhos vêm sendo realizados no intuito de avaliar os exames radiográficos mais apropriados á Implantodontia. Dessa forma o diagnóstico radiográfico era alcançado principalmente por meio de radiografias convencionais, tais como as radiografias intra-orais, a radiografia panorâmica e a telerradiografia. No entanto, estas técnicas radiográficas apresentam limitações que restringem a visualização de áreas específicas por produzirem imagens bidimensionais, apresentando uma sobreposição e interposição de estruturas, além de apresentar distorções verticais e horizontais e não permitir a visualização da dimensão vestibulo-lingual do osso remanescente (Garg, 1999). Boeddinghaus & Whyte (2008) relatam que radiografias intraorais e a radiografia panorâmica são as técnicas radiográficas mais usadas na odontologia e quase sempre as únicas imagens requisitadas para detectar alterações dentárias.

A contribuição da radiografia panorâmica na avaliação da região dentomaxilofacial é inquestionável e na Implantodontia, essa técnica é considerada o exame padrão preliminar para o planejamento pré-cirúrgico uma vez que utiliza uma baixa dose de radiação e fornece uma visão ampla da maxila e da mandíbula (Dula et al., 2001). Apesar de bastante utilizada para uma avaliação inicial em pacientes edêntulos, a radiografia panorâmica apresenta distorções e ampliações inerentes ao próprio processo de formação da imagem, além de oferecerem apenas uma representação bidimensional do osso em questão, não permitindo, desta forma, uma avaliação da espessura do rebordo alveolar (Jeffcoat et al., 1991; Boeddinghaus and Whyte, 2008). O planejamento para implante dentário pode ser realizado com o auxílio da radiografia panorâmica ou ortopantomografia (OPT). É uma técnica bastante comum na Odontologia e esta fornece uma excelente visão geral da dentição e dos maxilares. No entanto, têm as suas limitações quando utilizada para avaliação dos maxilares pré e pós-implante. Há problemas inerentes com esta radiografia que inclui

distorção no plano horizontal, ampliação de relações no plano vertical. Além disso, como a imagem é bidimensional, é difícil avaliar a largura de osso disponível. Outros problemas desta radiografia incluem sobreposição de sombras das vias aéreas, das sombras dos tecidos moles e imagens fantasmas, tudo o que pode interferir com a interpretação da radiografia (Kassebaum, Stoller & Goshorn, 1992; Monsour & Dudhia, 2008). Vários esforços têm sido empreendidos com o objetivo de superar algumas dessas limitações da radiografia panorâmica, uma vez que os exames radiográficos convencionais não são considerados suficientes para o planejamento de implantes e conseqüentemente para o sucesso em Implantodontia, já que a visualização do sítio implantar no sentido vestibulo-lingual (ortogonal) é essencial (Tyndall & Brooks, 2000; Bou Serhal et al., 2002; Frei et al., 2004).

Almong (2010) relata que na literatura já existem várias publicações sobre erros de implantes. Afirma que um erro comum entre os dentistas é restringir seu diagnóstico há imagens 2D tais como imagem panorâmica e assim ocasionando perfuração de seio maxilar. Dentistas revelam que perfuram o seio em poucos milímetros devido a erros de interpretação equivocada do espaço vertical. Alguns casos permanecem assintomáticos enquanto outros tornam-se sintomáticos e os implantes necessitam ser removidos. Outra complicação incomum com dentistas ocasionada pela restrição do seu arsenal diagnóstico para imagens 2D é o deslocamento de implantes para o seio maxilar. O procedimento associado com a remoção de corpos do seio maxilar é considerado muito invasivo. Outra séria complicação associada com dentistas é restringir seu diagnóstico para imagem 2D o que pode acarretar comprometimento do nervo nasopalatino; comprometimento da base cortical do nervo alveolar inferior do canal mandibular, ocasionando uma dor potencialmente grave e também parestesia permanente.

Durante as últimas décadas, houve uma tendência crescente do uso da imagem tridimensional para o aprimoramento do diagnóstico odontológico. Primeiramente, isso foi alcançado com o uso da Tomografia Computadorizada Singleslice e mais tarde com a Tomografia Computadorizada Multislice. Atualmente, a Tomografia Computadorizada em Feixe Cônico possui um potencial promissor para a

aplicação no diagnóstico, planejamento de cirurgias para implantes. (Loubele et al., 2007).

De acordo com Frederiksen (1995) existem alguns princípios básicos que devem guiar o clínico na seleção da modalidade de imagem mais apropriada. Para esses autores, a modalidade de imagem ideal para o planejamento de implantes deve apresentar algumas características como: propiciar uma visão transversal das arcadas permitindo a visualização tanto da inclinação do processo alveolar no sítio proposto, como da relação espacial com as estruturas anatômicas adjacentes; capacidade de visualizar o local do implante nas dimensões méso-distal, vestibulo-lingual e supero-inferior; a capacidade de permitir mensurações confiáveis e precisas; capacidade de avaliar a densidade do trabeculado ósseo e espessura da cortical; a capacidade de correlacionar o local radiografado com o clínico; disponibilidade e custo razoáveis e dose de radiação mais baixa possível. Procurando satisfazer tais objetivos o diagnóstico por imagem em odontologia sofreu modificações tecnológicas capazes de contemplar estes requisitos de informação, propiciando detalhes da área de interesse e possibilitando a redução de erros antes e durante as manobras cirúrgicas.

No momento da instalação (etapa cirúrgica) dos implantes dentários na arcada superior poderá ocorrer sua exteriorização para cavidade nasal ou sinusal, proporcionando infecções. Isto devido à proximidade anatômica dos dentes superiores com as cavidades nasais e paranasais, algumas complicações otorrinolaringológicas por manipulação, extração dentária e, especialmente, por implantes dentários intra-ósseos, são freqüentes, tais como: rinites infecciosas, sinusites infecciosas, osteomielite, fístulas oroantrais, fístulas oronasais, reação de corpo estranho. Outras complicações dos implantes são raras, mas pode ocorrer lesão neural, perda óssea, infecções, lesão no dente adjacente e nas estruturas de suporte, além de perda prematura dos implantes e fratura óssea. (Mioduski &Guinn, 1990; Regev et al, 1995; Ueda & Kaneda, 1992)). Em 2000, Bento et al., apresentam um caso clínico que ao exame otorrinolaringológico, observou-se presença dos implantes dentários metálicos cruzando ambas as cavidades nasais nos seguintes locais: do assoalho da fossa até o septo á direita(implante em agulha), do assoalho da fossa até o corneto inferior esquerdo(implante em parafuso) e outro da porção inferior do septo nasal em direção

ao corneto inferior esquerdo( implante em agulha). No exame radiológico dos seios da face, foram visualizados: dois implantes agulhados penetrando nas fossas nasais, atingindo o septo nasal e um implante em parafuso transfixando o palato. Segundo Mioduski & Guinn, 1990, a presença de um corpo estranho intra-nasal e/ou sinusal constitui um reservatório de bactérias e, conseqüentemente, favorece infecções de repetição. Para De Foer et al., (1990), as perfurações iatrogênicas do seio maxilar têm sido consideradas como uma das causas mais freqüentes de sinusite fúngica, especialmente pelo *Aspergillus*. De acordo com Bento et al.,(2000), o adequado conhecimento da anatomia nasossinusal e o controle radiológico durante sua colocação são de fundamental importância na prevenção dessas complicações. Segundo Berman, (1989), para evitar perfuração do assoalho da fossa nasal e seio maxilar, é necessária uma tomografia computadorizada, para avaliar a anatomia e determinar medidas da densidade óssea.

Romanos & Greenstein (2009) denomina a extensão do canal mandibular mesialmente ao forame mental do canal incisivo. E é esse nervo anterior ao forame mental que fornece inervação para os dentes da região anterior. Entretanto, na literatura existe uma controvérsia a respeito da sua presença. Alguns autores acreditam que o canal incisivo atravessa a mandíbula pelos espaços medulares, não dentro de um canal já que o canal incisivo nem sempre é detectado radiograficamente. Entretanto, outros estudos têm mostrado fortes evidências que suportam a existência do canal incisivo. Essa dúvida acaba por se refletir na ação descuidada dos cirurgiões que colocam implantes na região anterior ao forame mental sem se preocupar com a presença do canal incisivo. Os autores concluíram que para inserir implante na mandíbula, a posição e o tamanho do nervo alveolar inferior, forame mental e nervo incisivo precisam ser considerados.

A importância da visualização desse nervo é significativa, uma vez que vários procedimentos cirúrgicos são realizados nessa região como a colocação de implantes, mentoplastia durante cirurgia ortognática, reabilitação da região anterior com placa e parafuso após traumas na região anterior. Além disso, vários casos de distúrbio sensorial, hematoma, falha na osseointegração de implantes tem sido relatados na região anterior da mandíbula. Nesse sentido, Makris et al. (2010) tiveram

como objetivo avaliar a visibilidade, o curso e a localização do canal incisivo e da foramina lingual em imagens de TCFC. O canal incisivo foi definitivamente visível em 83,5% das imagens e a foramina lingual em 81%, reforçando a necessidade de se considerar a existência dessas estruturas para evitar danos na região.

Scher (2002) discute os riscos da colocação de implantes na região posterior da mandíbula, uma vez que existem alguns problemas em potencial quando se contempla essa forma de reabilitação. Isso inclui a anatomia da região e a densidade óssea, devendo todas essas questões serem consideradas para que se reduza os riscos de dano ao nervo. O curso do nervo alveolar inferior é obviamente o obstáculo mais importante na realização de cirurgia segura na região, no entanto, também é importante observar a curvatura do osso e entender o curso do nervo. O nervo alveolar entra pela língula e então descende anteriormente sobre a borda inferior usualmente no meio do corpo da mandíbula. À medida que prossegue anteriormente vai movendo-se também para a vestibular até abrir-se no forame mental. Além disso, relatou a existência de variações no curso incluindo sua extensão para a região anterior, reafirmando a importância do planejamento cirúrgico também para a região entre os forames mentuais. Segundo o autor, um plano de tratamento apropriado é a única forma de reunir as informações necessárias para se decidir ou não na colocação de implantes nessa região, e a tomografia computadorizada deve ser prescrita sempre que existirem dúvidas na localização do nervo e quando for necessário obter medidas precisas para evitar danos ao nervo. Dessa forma, qualquer procedimento cirúrgico deveria ser considerado como um risco real de trauma a um feixe neurovascular, inclusive os realizados na região anterior da mandíbula, previamente considerada como extremamente segura para a colocação de implantes (Jacobs et al., 2002).

Dentre os exames radiográficos disponíveis, a tomografia computadorizada é a técnica que fornece maior precisão e acurácia em relação a qualquer mensuração da região envolvida. (Cavalcanti et al., 2002). Assim o advento da tomografia computadorizada de feixe cônico representa o desenvolvimento de um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial. O desenvolvimento desta nova tecnologia está provendo à

Odontologia a reprodução da imagem tridimensional dos tecidos mineralizados maxilofaciais, com mínima distorção e dose de radiação significativamente reduzida em comparação à tomografia computadorizada tradicional (Garg et al., 2005). Na técnica de Tomografia Computadorizada, filme e fonte de raios-X move-se de maneira sincrônica e antagônica, criando uma área de foco ou plano focal. Desta forma, as estruturas que estão dentro do plano focal permanecem nítidas para visualização, enquanto as demais áreas permanecem borradas. Através da mudança na trajetória (horizontal e vertical) do feixe de raios X e da espessura do mesmo (feixe largo ou estreito) as imagens obtidas são de melhor ou pior qualidade, dando origem a tomografia linear, e demais variações da técnica culminando com a invenção da tomografia (Cavalcanti, 2010).

A procura por uma melhor resolução de imagens possibilitou a criação de aparelhos cada vez mais sofisticados e métodos diagnósticos como a Tomografia Computadorizada (Oliveira apud Costa, 2007). O exame da tomografia volumétrica, também chamada de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), é uma tecnologia recente para o exame de diagnóstico por imagem, desenvolvido para aplicação na odontologia, após estudos de equipamentos utilizados na radioterapia. Permite a obtenção de dados digitais que podem ser manipulados possibilitando reconstruções multiplanares e tridimensionais, além de realizar a gravação dos dados no padrão DICOM (Mozzo et al., 1998; Bianchi; Lojaco, 1998; Winter et al., 2005).

A introdução da TCFC, para Hatcher et al.(2003), possibilita aos clínicos a oportunidade de obter melhor qualidade de imagem facilitando o diagnóstico e oferecendo adequada determinação do local do implante, observação da oclusão, ATM e outros fatores que podem se associar com o total sucesso do fundamento do implante e reabilitação da oclusão do paciente. Eles acreditam que a imagem volumétrica gera oportunidade de estender o rendimento da informação além dos métodos convencionais de imagem, pois produz dados precisos de imagem tridimensional. Para os autores, uma das vantagens da TCFC, é em relação à transferência de informação radiográfica (comunicação), pois o diagnóstico e a informação de planejamento obtido durante análise de imagem podem ser transferidos rapidamente, ou seja, o clínico pode transmitir a informação a um

cirurgião e/ou paciente, enviando as imagens e derivadas informações através da informática.

A aplicação mais comum da TCFC na Odontologia é na avaliação dos maxilares para a colocação de implantes. Outra importante aplicação da TCFC é a confecção de guias ou modelos (biomodelos) em tamanho real usando a polimerização a laser ou impressão em resina acrílica através de processos computadorizados. Os modelos são usados para planejamento de cirurgias maxilofaciais complexas como traumas, ressecção de tumores, deficiências sindrômicas, distrações osteogênicas e mais comumente para planejamento de implantes dentários. Eles proporcionam ao clínico um melhor planejamento e podem diminuir drasticamente o tempo operatório. (Farman & Scarfe, 2009; White & Pharoah, 2008; Scarfe & Farman, 2008).

Para um planejamento cirúrgico apropriado em implantes orais é necessária a correta determinação das dimensões anatômicas, por isso tem aumentado o uso de técnicas de TC. No entanto, a preocupação com a dose de radiação que é substancial na TC fanbeam, também tem crescido. Frente a isso, Loubele et al., (2007) buscaram comparar a precisão da TCFC com a TC fan beam multislice na obtenção de mensurações ósseas. Secundariamente, a qualidade da imagem obtida com TCFC com a TC multislice. Esse estudo inclui 25 mandíbulas maceradas para a avaliação bidimensional e uma maxila formalizada para a qualidade da imagem. As medidas tomográficas (espessura) realizadas na região de canino e pré-molares foram realizadas na TCFC e TC mutislice e comparadas com as medidas na peça anatômica. As medidas realizadas diretamente na mandíbula apresentam-se em média 0,23mm mais largos que a TCFC e 0,34mm que a TC multislice. Quanto a análise subjetiva da qualidade da imagem, a TCFC foi significamente melhor que a multislice para a visualização da lâmina dura e ligamento periodontal e a multislice foi superior na visualização da gengiva e cortical óssea. Com base nos resultados, os autores concluíram que os dois recursos de imagem apresentam precisão submilimétrica.

Em estudo semelhante, Suomalainen et al. (2008) realizaram tomografias computadorizadas cone-beam e fan-beam mutislice de mandíbula humana, com e sem tecidos moles. Os autores realizaram medidas lineares, necessárias para o planejamento da colocação de implantes dentários, em duas áreas edêntulas e uma

região dentada. Dispositivos metálicos foram fixados na crista alveolar e na vestibular das áreas edêntulas, com o objetivo de padronizar o corte tomográfico analisado. Na região dentada, apenas o dispositivo vestibular foi colocado. Dois especialistas em radiologia bucomaxilofacial observaram as imagens obtidas, selecionando os cortes nos quais os aparatos metálicos eram mais visíveis e as medidas de altura e espessura realizadas. A mandíbula foi seccionada nas áreas de interesse em cortes de quatro mm de espessura e as seções microradiografadas e utilizadas como padrão-ouro no estudo. O erro de mensuração mostrou diferença estatisticamente significativa entre os métodos avaliados ( $p= 0,022$ ). O referido erro foi de 4,7% nas imagens obtidas pela TCCB, em mandíbula seca, e 8,8% na TC fan beam. Na simulação com os tecidos moles, o erro de mensuração foi de 2,3% e 6,6%, respectivamente. Os autores concluíram que a tomografia de feixe cônico é uma ferramenta confiável para mensurações da quantidade óssea durante o planejamento de cirurgias para colocação de implantes dentários, quando comparados com TC fan beam multislice.

No mesmo ano, Loubele et al.(2008), compararam a qualidade das imagens e a dose necessária para a sua obtenção comparando cinco aparelhos de TCFC: (1) Accuitomo 3D®, (2) Mercuray®, (3) NewTom 3G®, (4) i-Cat® e (5) Sensation 16®. O aparelho que apresentou a melhor qualidade das imagens versus dose de radiação foi o i-Cat®.

A evolução contínua dos aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico permite uma diminuição no tempo de corte, bem como melhora a resolução das imagens através de softwares específicos para determinada função ou porção anatômica. A TCFC permite mais do que diagnóstico: facilita a cirurgia guiada por imagem. softwares de diagnóstico e tratamento estão disponíveis para auxiliar a avaliação e planejamento em implantes para confecção de modelos cirúrgicos (Biomedical Modeling Inc., Boston, Massachusetts); facilitar o posicionamento virtual de implantes; criar modelos de orientação cirúrgica e de diagnóstico em implantes e até ajudar no design computadorizado e na confecção da reabilitação por implante (NobelGuide/Procera software, Nobel Care AG, Goteborg, Sweden). (Scarfe &Farman, 2008)

Em 2002, Fortin et al., desenvolveram um trabalho a respeito do planejamento de implantes dentários com base em imagens de TCFC através de uma furadeira Robótica. O instrumento mecânico foi elaborado para transferir aos pré-implantes o eixo planejado em três dimensões em um modelo cirúrgico com o mínimo de erro de transferência.

TCFC é um método para adquirir imagem radiográfica em três dimensões e que está se tornando cada vez mais popular na Odontologia. As imagens resultantes são de fácil utilização e proporcionam muito mais informações que as radiografias convencionais de duas dimensões. Imagens tridimensionais são capazes de captar tanto tecidos esqueléticos como moles, que pode ser exibido em conjunto ou em separado. A imagiologia por TCFC define estruturas de tecidos duros e moles. No entanto, esta tecnologia não tem capacidade com precisão de mapear músculos e seus acessórios. Estas estruturas teriam de ser visualizadas usando tecnologia convencional de ressonância magnética, que não expõe o paciente à radiação ionizante (Polomo et al., 2001). A sua aplicabilidade na Odontologia envolve o planejamento e a avaliação de implantes dentários. Nesta especialidade, a TCCB também possibilita avaliar a quantidade de tecido ósseo existente. Além disto, permite verificar a presença de possíveis áreas doadoras de enxerto ósseo, detectando com alta acurácia e precisão a localização de estruturas nobres como o canal mandibular e o seio maxilar e auxiliar na escolha do posicionamento dos implantes. (Cavalcanti, 2008; Frederiksen, 1995; Thunty, 2000).

Em 2004, Parel & Triplet criaram um programa experimental utilizando um novo programa de imagem interativa de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico com pacientes de arcos edêntulos que almejavam colocação de implantes dentários. As imagens de TCFC em três dimensões foram utilizadas para planejamento preciso da colocação de implantes através de uma tala guia e confecção de uma prótese final para entrega no momento da colocação do implante. O resultado deste experimento foi um planejamento preciso do implante e pequenos ajustes na oclusão e a função mediata foram realizados.

Em 2005, Marmulla et al., determinaram a precisão geométrica da tomografia volumétrica para o uso no planejamento de implantes. Com o aparelho de

TCCB NewTom 9000®, um objeto com 216 medidas conhecidas foi escaneado para que uma posterior comparação com o objeto real fosse feita. A média dos erros de todas as distâncias foi de 0,13mm, com um desvio padrão de 0,09mm, sendo que a maior diferença encontrada foi de 0,3mm. Sendo assim, pode-se afirmar que o NewTom 9000® apresenta imagens geometricamente corretas, favoráveis ao planejamento dos implantes.

A TCFC apresenta modos de exibição especiais para a região maxilo-facial. As reconstruções primárias são feitas em três planos: axial, coronal e sagital. Ferramentas de imagem incluem zoom, janelas específicas, possibilidades de adicionar anotações e medidas à imagem. As reconstruções multiplanares possibilitam a visualização das estruturas no sentido não ortogonal (oblíquo). Proporciona imagens claras, precisas e de alto contraste entre as estruturas, e é extremamente importante na visualização óssea. Além disso, as imagens são livres de magnificação e, como resultado, medições de alta acurácia podem ser obtidas das imagens. Mensurações da lesão, espessura do osso adjacente e a distância entre a lesão e estruturas anatômicas próximas podem ser adquiridas no pré-operatório em detalhes. (Angelopoulos et al, 2008; Nakagawa et al,2002; Farman & Scarfe, 2009)

Casos clínicos foram publicados por Sato et al. (2004) demonstrando a aplicação clínica da tomografia volumétrica no planejamento de instalação de implantes. Dois casos de regiões edêndulas na maxila foram submetidos ao exame em um tomógrafo volumétrico Ortho CT para obtenção das imagens para planejamento cirúrgico dos implantes, com exposição de 85 kVp e 10 mAs. Verificaram que a tomografia permite uma avaliação precisa da morfologia da maxila, da localização do seio maxilar e canal incisivo e a relação da guia radiopaca com o osso. E ainda relataram que a vantagem em usar o sistema de tomografia computadorizada por feixe cônico está no fato dele necessitar significativamente de menores doses de radiação do que o sistema convencional de tomografia computadorizada. Os autores afirmam que a dose absorvida durante a utilização da TCFC é quase a mesma da radiografia panorâmica e, doze vezes menor que a tomografia convencional.

Danforth et al., (2003) destacaram a importância do uso da TC na Odontologia na identificação de estruturas maxilofaciais e o incremento do seu uso,

antes restrito somente a casos mais complexos, e evidenciaram o surgimento de uma nova tecnologia de tomografia volumétrica, a TCFC, que pode beneficiar o diagnóstico em Odontologia. Segundo os mesmos, a TCFC possui diversas vantagens em relação à TC convencional, como o baixo custo, a facilidade e rapidez na realização do exame.

Em 2004, foi realizado por Kobayashi et al., um estudo para avaliar a precisão na medida da distância nas imagens produzidas pela TCFC. Utilizando cinco mandíbulas de cadáveres, eles compararam as medidas obtidas pela TCFC e tomografia computadorizada espiral (TCE). Concluíram que a distância pode ser medida precisamente utilizando a TCFC, a qual é desenvolvida especialmente para o exame de lesões dentais. Segundo os autores, a imagem radiográfica pode revelar informação sobre a presença de doença (enfermidade), morfologia e densidade do osso e a localização de aspectos (características) anatômicos que devem ser evitados quando na colocação do implante. A tomografia computadorizada pode proporcionar imagens panorâmicas e cortes seccionais, mas as vantagens da TC incluem uniforme magnificação, visões multiplanares, reconstrução tridimensional, simultâneo estudo de locais de múltiplos implantes e menor tempo de aquisição.

Lofthag-Hansen et al., (2009) realizaram um estudo retrospectivo para avaliar a visibilidade do canal mandibular e da crista óssea marginal e o acordo entre examinadores na observação de imagens de TCFC. A amostra do estudo constitui-se de 30 pacientes que apresentavam ausência do segundo pré-molar e molares em pelo menos um lado da mandíbula e o exame realizado com o TCFC 3D Accuitomo®. A reconstrução do volume foi feita paralela ao longo eixo horizontal do processo alveolar e à borda inferior do canal ou à base da mandíbula se o canal não foi claramente identificado no plano sagital. Os observadores determinaram subjetivamente se as estruturas eram claramente visíveis, provavelmente visíveis ou invisíveis e em uma sessão posterior foram instruídos a marcar as duas estruturas. Quando houve dificuldade de se observar as estruturas no corte ortorrádial selecionado, os observadores puderam avaliar outros cortes ortorradiais, axial e/ou sagital. Foi possível concluir que com a TCFC a visibilidade do canal mandibular e da crista óssea marginal, bem como a concordância entre os examinadores na localização dessas

estruturas foi alta. Frente a isso, o uso do tomógrafo avaliado pode ser recomendado para o planejamento de implante na região posterior da mandíbula.

Em 2009, foi realizado por Tagaya et al., um estudo para verificar a frequência do forame lingual usando imagens TCFC. Este trabalho foi realizado com intuito de evitar hemorragias durante o procedimento de colocação de implantes e complicações pós-cirúrgicas, quando se observa antecipadamente a presença e a posição do forame. Foi concluído que, através das imagens produzidas pela TCFC, o forame lingual medial se observa em 100% das imagens e o forame lateral se observa em 80% dos casos.

Também em 2009, Katakami et al., avaliaram imagens de TCFC para verificar a frequência da foramina lingual. Foram realizadas 190 imagens de TCFC de 182 pacientes. As foraminas linguais foram classificadas de acordo com a sua localização e foi verificada uma grande frequência na região do segundo pré-molar. Concluíram que o uso de TCFC no planejamento de implantes dentários na mandíbula é importante para evitar acidentes durante o procedimento.

No mesmo ano, Hua et al. (2009), desenvolveram um trabalho sobre avaliação da qualidade do osso com base em imagens de TCFC. Foram utilizadas 19 amostras de osso mandibulares que foram submetidas a descalcificações e lesões ósseas, e depois comparadas com as duas amostras do grupo controle. Imagens de TCFC foram realizadas antes e após o processamento das amostras. Este trabalho demonstrou que a TCFC tem potencial de avaliar a qualidade óssea, enquanto a medida de densidade óssea parece não ser válida.

Para Neves (2001), as informações sobre o processo alveolar, a ligações das corticais ósseas e de estruturas que deverão ser evitadas durante a cirurgia só serão possíveis com as imagens de Tomografia Computadorizada.

A TCFC proporciona ao clínico avaliar virtual e imediatamente o paciente por uma gama de maneiras, desde traumas ou infecções dento-maxilo-faciais, edentulismo, patologias de ATM, dentes impactados ou supranumerários, deformidades congênitas ou de desenvolvimento nos maxilares, lesões endodônticas e patologias orais e maxilo-faciais. Está claro que a TCFC é uma modalidade de imagem que está se tornando parte integrante nos tratamentos odontológicos. Enquanto boa

parte de seu foco inicial estava voltado para a implantodontia, provou ser uma ferramenta valiosa no diagnóstico de patologias orais e maxilo-faciais. (Annibaldi, 2009).

Scarfe et al. (2006) relataram que a tomografia pode ser dividida em duas categorias baseadas na geometria do feixe de raios-X: feixe em forma de leque (TC fan beam) ou cônico (TCFC). Na TCFC, o feixe é em forma de cone com largura suficiente para abranger toda a região de interesse. Esses raios são capturados por um intensificador de imagens e um sensor sólido que, juntamente com a fonte de raios X, translada em torno da cabeça do paciente durante o mapeamento. Neste modo de aquisição de imagem, o conjunto de dados é obtido a partir de projeções seqüenciadas durante o giro de 360° do conjunto tubo/receptor de imagem ao redor do volume irradiado. É então produzido uma série de dados que serão reconstruídas por meio de programas de computadores, formando assim a imagem final, que podem ser visualizadas nos três planos ortogonais: axial, sagital e coronal, além da reformatação coronal panorâmica e ortorradial e da reconstrução tridimensional.

Embora a interface entre tecidos moles e ar seja facilmente identificável, não existe uma janela para tecidos moles como há na TC convencional em que é possível identificar os vários tipos de tecidos moles. (White e Pharoah, 2008).

Em 2009 Dreiseidler et al., compararam imagens de radiografias panorâmicas, de TC fan beam e de TCFC. Em 27 pacientes foram realizadas TCFC previamente a cirurgia de implante e a radiografia panorâmica após a cirurgia. No grupo controle de 29 pacientes, foram realizadas TC fan beam e TCFC. As imagens foram avaliadas por 5 radiologistas experientes, com 10 fatores a serem avaliados, em relação a qualidade da imagem. Os autores ressaltam que a utilização de cada tecnologia da imagenologia deve se levar em conta os riscos e benefícios que cada uma produz. Os resultados do presente estudo confirmam a qualidade e quantidade superior de informações obtidas na TCFC em relação ao exame panorâmico, e a TC permite a boa visualização de estruturas com alto contraste, assim como a TCFC. Em relação à dose de radiação, a TCFC tem dosagem próxima ao exame panorâmico, diferente da TC que possui uma dosagem bem maior, pode ser um dos motivos para se justificar a maior aplicabilidade da TCFC.

Dentro deste cenário de evolução tecnológica constante, a TCFC é o método de diagnóstico que mais se desenvolveu nos últimos anos e por meio de protocolos de aquisição com voxels submilimétricos, tem sido relatada como sendo útil na avaliação pré-operatória de implantes. A TCFC produz imagens de alta resolução e não requer a utilização de altas doses de radiação como relatado por Mishima et al., (2001) que considerou que a dose de radiação absorvida usando TCFC foi 1/15 da TC espiral.

Hashimoto et al., (2003) constataram em seu trabalho que apesar dos aparelhos aparecerem cada vez mais compactos, continua a ser relativamente grandes e caros, e ainda expõem o paciente á altas doses de radiação. De acordo com eles, no campo da Odontologia, esses aparelhos são usados em diagnóstico de tumores, injúrias traumáticas, problemas nas articulações maxilo-mandibulares, e outros diagnósticos, mas não têm demonstrado ser ideal para diagnósticos de doenças particulares à Odontologia tais como dentes impactados e lesões periapicais.

Uma das principais desvantagens da tomografia computadorizada citada na literatura, em relação aos demais exames diagnósticos, é a excessiva dose de radiação efetiva (Brooks, 1993; Frederiksen; Benson; Sokolowsky, 1995). Este fato deve-se á elevada quantidade de miliamperagem (mA) utilizada nos protocolos de obtenção de imagem dos exames de tomografia computadorizada. Estudos recentes têm buscado, com sucesso, estabelecer novos protocolos com a diminuição de mA a fim de minimizar os efeitos radiobiológicos da tomografia computadorizada (Fanucci et al., 2006; Loubele et al., 2006). Atualmente, é possível trabalhar com protocolos de 60 mAs, como neste estudo, sem prejudicar a qualidade da resolução da imagem, fatores que diferem sensivelmente da pesquisa de Frederiksen, Benson e Sokolowsky (1995) que operaram um tomógrafo computadorizado com 260 mAs para exames na maxila e 340mAs para exames da maníbula.

### 3 DISCUSSÃO

A imagem é uma importante ferramenta de diagnóstico para a avaliação do paciente odontológico. Dessa forma os exames radiográficos são os exames principais para se avaliar uma região anatômica que apresenta perda dentária e que tenha por opção de restauração protética o uso como suporte de um implante osseointegrado. Portanto diferentes técnicas radiográficas (radiografias periapicais, panorâmicas e tomografias) são utilizadas como exames pré-operatórios em Implantodontia, cada uma com sua indicação específica, sendo que as radiografias convencionais apresentam como desvantagem a possibilidade de ampliação e/ou distorção da imagem. O planejamento para implante dentário pode ser realizado com o auxílio da radiografia panorâmica ou ortopantomografia (OPT) como referência para visualização dos acidentes anatômicos e aferição da altura óssea presente para cálculo da possibilidade da instalação do mesmo, apesar de suas distorções e limitações inerentes. Contudo, de acordo com vários autores para determinação precisa de qualidade e quantidade óssea disponível, são requeridas técnicas de obtenção de imagens mais sofisticadas (Chivalquer e Freitas apud Freitas, Rosa e Souza, 2004; Freitas, Rosa e Souza, 2004; Garg et al., 1999, Lecomber et al., 2001; Kassebaum, Stoller e Goshorn, 1992; Mousour e Dudhia, 2008).

A tomografia computadorizada é um exame de diagnóstico por imagem em secções do corpo humano, reproduzindo com precisão as estruturas anatômicas, tanto de tecidos ósseos como de tecidos moles, permitindo a reformatação dos dados em diversos planos, inclusive as reconstruções tridimensionais (Brooks, 1993; Carmo et al., 2003; Chivalquer et al., 2005; Hanazawa et al., 2004; Hoffmann et al., 2005; Kim et al., 2005; Pasler; Visser, 2006; Quesada et al., 2001; Zamurer, 1994). O desenvolvimento da tomografia computadorizada trouxe transformações revolucionárias no campo diagnóstico radiográfico. Técnicas tomográficas aliadas ao método gráfico capacitam à reconstrução das estruturas em imagens tridimensionais, trazendo novos conceitos no que diz respeito à interpretação e análise da imagem radiográfica (Arita & Varoli, 1993; Mozzo apud Garib et al., 2007).

O exame de tomografia volumétrica, também chamada de tomografia computadorizada de feixe cônico, é uma tecnologia recente para o exame de

diagnóstico por imagem, desenvolvido para aplicação na odontologia, após estudos de equipamentos utilizados na radioterapia. Permite a obtenção de dados digitais que podem ser manipulados possibilitando reconstruções multiplanares e tridimensionais, além de realizar a gravação dos dados no padrão DICOM (Mozzo et al., 1998; Bianchi; Lojacono, 1998; Winter et al., 2005).

Por proporcionar imagens de excelente contraste entre as estruturas, a TCCB é muito útil na avaliação de estruturas duras como osso e dentes. Com o FOV limitado, a TCCB se torna uma ferramenta extremamente importante de avaliação na odontologia. Um FOV adequado pode ser selecionado de acordo com a região a ser avaliada, limitando a região a ser exposta à radiação à região de interesse (Farman & Scarfe, 2009).

Nos últimos anos, muitos autores realizaram pesquisas comparando o exame de tomografia computadorizada com a tomografia volumétrica. Os autores concordam que as imagens da tomografia volumétrica apresentam a mesma precisão e qualidade da tomografia volumétrica com algumas vantagens e desvantagens. As principais vantagens da tomografia volumétrica em relação á tomografia computadorizada citadas foram o menor risco radiobiológico, devido á menor quantidade de mAs utilizada nestes exames (5 a 10 mAs); a melhor resolução de imagem; o menor custo do exame; e menor complexidade nas instalações destes equipamentos. As principais desvantagens descritas são as maiores produções de artefatos e as impossibilidades de reprodução dos tecidos moles, limitando o diagnóstico apenas em alterações ósseas (Bianchi; Lojacono, 1998; Danforth; Peck; Hall, 2003; Erickson; Caruso; Leggitt, 2003; Hashimoto et al., 2003; Hatcher; Dial; Mayorga, 2003; Kobayashi et al., 2004; Ludlow; Davis-Ludlow; Brooks, 2003; Marmulla et al., 2005).

Antes da consideração exata do lugar do implante dentário, ambas as quantidades e qualidade do osso devem ser analisadas radiograficamente. Porém quando alguma dúvida de localização de estrutura anatômica, como o nervo alveolar, ou quanto ao eixo ou contato cortical do implante, recomenda-se imagem de tomografia computadorizada. Uma importante vantagem é a visualização de

estruturas críticas e sem sobreposição. O uso da reconstrução em três dimensões pode aumentar o nível da confiabilidade (Jacobs et al., 1999).

No entanto apesar de ser considerado um exame dispendioso a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é considerada padrão ouro no diagnóstico pré-operatório e é realizada também tanto no pós-operatório como durante o período subsequente. Este exame se torna barato quando comparado aos problemas cirúrgicos que podem levar a gastos inesperados devido a um planejamento incorreto e conseqüentemente complicações de implantes dentários (Bento, 2011; Almong, 2010; Andersson, 1988; Berman, 1989; Jacobs, 1999, De foer, 1990; Regev, 1995; Ueda & Kaneda, 1992; Mioduski & Guinn, 1990; Tyndall & Brooks, 2000; Bou Serhal et al., 2002; Frei et al., 2004; Loubele et al., 2007; Makris et al., 2010; Hatcher et al., 2003; Farman & Scarfe, 2009; White & Pharoah, 2008; Fortin et al., 2002; Parel & Tripllett, 2004; Marmulla et al., 2005; Sato et al., 2004; Katakami et al., 2009 ).

#### **4 CONCLUSÃO**

A partir desta revisão de literatura é possível concluir que o exame de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) apresenta vantagens para o diagnóstico e planejamento de implantes dentários. No entanto apesar de ser considerado um exame dispendioso, devemos sempre analisar o custo-benefício, pois ele se torna barato quando comparado aos problemas cirúrgicos que podem levar a gastos inesperados devido a um planejamento incorreto e conseqüentemente complicações de implantes dentários.

**REFERÊNCIAS<sup>1</sup>**

1. Almong DM. Restricting Preoperative diagnosis to two-dimensional images in oral implantology can potentially cause implant failures. 2010, v. 103, n. 4, Alpha Omegan.
2. Andersson JE, Svartz K. CT-scanning in the preoperative planning of osseointegrated implants in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1988; 17(1): 33-5.
3. Angelopoulos C, Thomas S; Hechler S; Parissis N; Hlavacek M. Comparason between digital panoramic radiography and cone-beam computed tomography for the identification of the mandibular canal as part presurgical dental implant assessment. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66: 2130-5.
4. Annibali S, La Monaca G, Tantardini M, Cristalli MP. The role of the template in prostetically guided implantology *J Prosthodont*. 2009; 18(2): 177-83.
5. Annibali S, Ripari M, La Monaca G, Tonoli F, Cristali MP. Local accidents in dental implant surgery: prevention and treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2009; 29(3): 325-31.
6. Arita ES, Varoli OJ. Tomografia computadorizada e imagem tridimensional. *Rev. ABO Nac*.1993; 1(2): 98-101.
7. Bento RF et al. Complicação nasal dos implantes dentários. Apresentação de um caso clínico. *Rev. Bras. Otorrinolaringologia*.2011; 66: 697-700..
8. Berman C L. Osseointegration. Complications: Prevention, recognition, treatment. *Dent Clin North Am*. 1989; 33(4): 635-63.
9. Boeddinghaus R, Whyte A. Current concepts in maxillofacial imaging. *Eur J Radiol*. 2008; 66(3): 396-418.
10. Bou Serhal C, van Steenberghe, quiryren M, Jacobs R. Localisation of the mandibular canal using convencional spiral tomography: a human cadaver study. *Clin Oral Impl Res*. 2001; 12(3):230-6.
11. Branemark P-I, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plasttt Reconstruct Surg*. 1997; 16 supp 2: 1-132.
12. Brooks SL. Computed Tomography. *Dent Clin North Am*. 1993; 37(4): 575-90.

---

<sup>1</sup> De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

13. Buser D, Hoffmann B, Bernard JD, Lussi A, Mettler D, Schenk RK. Evaluation of filling materials in membrane-protected bone defects. A comparative histomorphometric study in the miniature pigs. *Clin Oral Implants Res.* 1998; 9: 137-50.
14. Cavalcanti MGP. Tomografia Computadorizada: Reconstruções em 2D e em 3D. In: Freitas A, Rosa J E, Souza I F. *Radiologia Odontológica.* 6ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004.
15. Cavalcanti, Marcelo. *Diagnóstico por imagem da Face.* Editora Santos, São Paulo, 2008.
16. Chilvarquer I, Freitas A. Elipsopantomografia da região temporomandibular. In: Freitas A, Rosa JE, Souza IF. *Radiologia odontológica.* 6ªed. Ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004.
17. Choi, SC, Ann CH, Choi HM, Hea MS, Lee SS. Accuracy of reformatted CT image for measuring the pré-implant site: analysis of the image distortion related to the gantry angle change. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002; 31(4): 273-7.
18. Coscarelli CT, Oliva A, Cavalcanti MGP. Implantodontia. In: Cavalcanti MGP, autor. *Diagnóstico por imagem da face.* São Paulo: Santos; 2008. p. 141-186.
19. Danforth RA, Dus I, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. *J Calif Dent Assoc.* 2003; 31(11): 817-23.
20. De Foer C; Fossion E; Vaillantj M. Sinus aspergillosis. *J. Craniomaxillofac. Surg;* 18(1): 33-40, 1990.
21. Dreiseidler T, Mischkowski RA, Neugebauer J, Ritter L, Zöller JE. Comparison of cone-beam imaging with orthopantomography and computerized tomography for assessment in presurgical implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009; 24(2): 216-25.
22. Dula K, Mini R, van der Stelt PF, Buser D. The radiographic assessment of implant patients: decision-making criteria. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001; 16(1): 80-9.
23. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Seminars in Orthodontics.* 2009; 15:2-13.
24. Frederiksen NL. Diagnostic imaging in dental implantology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995; 80(5): 540-54.

25. Frei C, Buser D, Dula K. Study on the necessity for cross-section imaging of the posterior mandible for treatment planning of standard cases in implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.* 2004; 15(4): 490-7.
26. Garg AK. Augmentation grafting of the maxillary sinus for placement of dental implants: anatomy, physiology, and procedures. *Implant Dent.* 1999; 8: 36-46.
27. Garib DG, Raymundo Jr R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007; 12(2): 139-56.
28. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for pré surgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc.* 2003; 31(11): 825-33.
29. Hashimoto K, Yoshimori A, Kazui I. A comperison of new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endol.* 2003; 95(3):371- 7.
30. Hua Y, Nackaerts O, Duvck J, Maes F, Jacobs R. Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. *Clin Oral Implant Res.* 2009; 20: 767- 71.
31. Jacobs R, Mraiwa N, vanSteenghe D, Gijbels F, Quirynen M. Appearance, location, course, and morphology of the mandibular incisive canal: an assessment on spiral CT scan. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002; 31(5): 322-7.
32. Jeffcoat M, Reddy MS, Berland L. Planning interactive implant treatment with 3-D computed tomography. *J Am Dent Assoc.* 1991; 122(11): 40-4.
33. Kassebaum DK, Stoller NH, Goshorn BI. Radiographic tecnhiques for presurgical assessment of dental implant sites. *Gen Dent .* 1992;12: 502- 5.
34. Katakami K, Mishima A, Shimoda S, Hamada Y, Kobayashi K. Anatomical Characteristics of the mandibular lingual foramina observed on limited cone-beam CT imagens. *Clin Oral Impl. Res.*2009; 20: 386-90.
35. Kim KD, Jeong HG, Choi SH, Hwang EH, Park CS. Effect of mandibular positiong on preimplant site measurement of the mandible in reformatted CT. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003; 23(2): 177-83.

36. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamato A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19(2):228-31.
37. Lecomber AR, Yoneyama Y, Lovelock DJ, Hosoi T, Adams AM. Comparison of patient dose from imaging protocols for dental implant planning using conventional radiography and computed tomography. *Dentomaxillofac Radiology*. 2001; 30: 255-9.
38. Lofthag-Hansen S, Gröndahl K, Ekestubbe A. Cone-beam CT for preoperative implant planning in the posterior mandible: visibility of anatomic landmarks. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2009; 11(3): 246-55.
39. Loubele M, Jacobs R, Maes F, Denis K, White S, Coudyzer W, et al. Image quality as radiation dose of four cone beam computed tomography scanners. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008; 37: 309-18.
40. Loubele M; Van AN; Carpenter K; Maes F. Comparative localized linear accuracy of small-field cone-beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 105:512-8.
41. Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LTJ, Hershey G. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod*. 2007; 103(4): 534-42.
42. Makris N, Stamatakis H, Syriopoulos K, van der Stelt PF. Evaluation of the visibility and the course of the mandibular incisive canal and the lingual foramen using cone-beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res*. 2010 Apr 19 [Epub ahead of print].
43. Menezes AV. Influência da inclinação da mandíbula em medidas do rebordo alveolar em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico para implantes. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade de Campinas, 2010.
44. Mioduski TE; Guinn NJ. Dental implants. Permanent replacement for lost teeth. *AORNJ*. 1990; 51(3):729-34.
45. Mishima A, Kobayashi K, Yamamoto A, Kimmura Y, Tanaka M. Comparison of patient radiation dose from Dental CT and Spiral CT. *Symposium of high technology research*

center in Tsurumi University School of Dental Medicine. Yokohama, Japan: Nagasue Shoten, 2001: 171- 2.

46. Mousour PA, Dudhia R. Implant radiography and radiology. *Australian Dental Journal*. 2008; 53: 11-25.
47. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol*. 1998; 8(9): 1558-64.
48. Parel SM; Trippllett RG. Interactive imaging to implant de planejamento, posicionamento prótese e construção. *American Association of Oral and Maxillofacial Surg. J Oral Maxillofac Surg*. 2004; 62: 41-7.
49. Polomo JM, Kua CH, Bahl L, Hans MG. Three-dimensional Cone Beam computerized tomography in dentistry. *Int Dentistry*. 2001; 9 (6)
50. Quiney RE; Brimble E; Hodge M. Maxillary sinusitis from dental osseointegrated implants. *J Laryngol. Otol*. 1990; 104(4): 333-4.
51. Regev E, et al. Maxillary sinus complications related to endosseous implants. *Int J Oral. Maxillofac. Implants*. 1995; 10(4): 451-61.
52. Romanos GE, Greenstein G. The incisive canal. Considerations during implant placement: case report and literature review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009; 24(4): 740-5.
53. Saliba, FM et al. Avaliação com radiografia panorâmica e tomografia computadorizada cone beam de implantes instalados na mandíbula posterior. RJ, 2007.
54. Sato, S et al. Clinical application of new cone-beam computerizwd tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants: case reports. *Quintessence Int*. 2004; 35(7):525-8.
55. Scarfe, WC; Farman AG. What is Cone-Beam CT and how does it work? *Dent Clin N Am* 2008; 52:707-30.
56. Scher, E. Risk management when operating in the posterior mandible. *Implant Dent*. 2002; 11(1): 67-71.
57. Suomalainen A, Vehmas T, Kortensniemi M, Robinson S, Peltola J. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008; 37(1): 10-7.

58. Tagaya A, Matsuda Y, Nakajima K, Seki K, Okano T. Assessment of the blood supply to the lingual surface of the mandible for reduction of bleeding during implant surgery. *Clin Oral Impl. Res.* 2009; 20: p 351-5.
59. Thunthy KH. Interrelationship between cross-sectional and sagittal imaging in computer-assisted dental, implant tomography. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2000; 29: 65-9.
60. Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Endod.* 2000; 89(5): 630-7.
61. White SC; Pharoah MJ. The evolution and application of Dental Maxillofacial Imaging Modalities. *Dent Clin N Am.* 2008; 52:689-705.