



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

RICARDO RODRIGUES CALMON

**AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS RADIOGRÁFICOS E
IMAGINOLÓGICOS NO PLANEJAMENTO
DE IMPLANTES NA MANDÍBULA**

BELO HORIZONTE

2011

RICARDO RODRIGUES CALMON

**AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS RADIOGRÁFICOS E
IMAGINOLÓGICOS NO PLANEJAMENTO
DE IMPLANTES NA MANDÍBULA**

Monografia apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia.

Orientador: Prof^a. Mara Valadares Abreu

BELO HORIZONTE

2011

C164a Calmon, Ricardo Rodrigues.
2011 Avaliação dos métodos radiográficos e imaginológicos no planeja-
MP mento de implantes na mandíbula / Ricardo Rodrigues Calmon. 2011.
59 f.: il.
Orientadora: Mara Valadares Abreu
Monografia (Especialização)- Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Odontologia.
1. Implante de prótese mandibular. 2. Tecnologia radiográfica.
I. Abreu, Mara Valadares. II. Universidade Federal de Minas Gerais.
Faculdade de Odontologia. III. Título.

BLACK D622

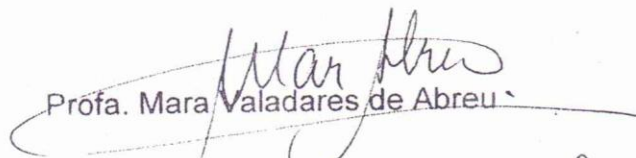



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Odontologia
Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
Belo Horizonte - MG - 31.270-901
Tel: (31) 3499 2470 Fax: (31) 3499 2472
Email: posgrad@odonto.ufmg.br



Ata da Comissão Examinadora para julgamento de Monografia do aluno **RICARDO RODRIGUES CALMON**, do Curso de Especialização em Odontologia em Radiologia Odontológica e Imaginologia, realizado no período de 23/03/2009 a 02/07/2010.

Ao 1o. (primeiro) dia do mês de julho de 2010, às 17:00 horas, na sala de Pós-Graduação (3418) da Faculdade de Odontologia, reuniu-se a Comissão Examinadora, composta pelos professores Mara Valadares de Abreu (orientadora), Tânia Mara Pimenta Amaral e Vladimir Reimar A. S. Noronha. Em sessão pública foram iniciados os trabalhos relativos à Apresentação da Monografia intitulada **“Avaliação dos métodos radiográficos e imaginológicos no planejamento de implantes na mandíbula”**. Terminadas as arguições, passou-se à apuração final. A nota obtida pelo aluno foi 95 (noventa e cinco) pontos, e a Comissão Examinadora decidiu pela sua aprovação. Para constar, eu, Mara Valadares de Abreu, Presidente da Comissão, lavrei a presente ata que assino, juntamente com os outros membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 1o. de julho de 2010.


Profa. Mara Valadares de Abreu


Profa. Tânia Mara Pimenta Amaral


Prof. Vladimir Reimar A. S. Noronha

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais
e à Bárbara, por todo o apoio recebido.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo;

Aos orientadores, pela paciência e conhecimento;

Ao Wilhelm Conrad Röntgen e Ana Bertha, por terem dado vida à radiologia.

*“As invenções pertencem à humanidade
e não deveriam, de maneira alguma,
ser controlados por patentes, licenças e contratos,
nem deveriam estar subordinados a grupo algum”.*

W. C. Röntgen

CALMON, RR. **Avaliação dos métodos radiográficos e imaginológicos no planejamento de implantes na mandíbula.** [Monografia de Especialização] – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

RESUMO

A radiologia e imaginologia são essenciais no planejamento pré-cirúrgico para implante. Mas não se tem uma técnica padrão para o planejamento. O objetivo da pesquisa foi comparar as técnicas e identificar o melhor método no planejamento pré-operatório para implante. Realizou-se uma revisão de literatura, de 39 referências publicadas a partir de 1989, dos métodos radiográficos e imaginológicos para planejamento de implantes em mandíbula, com o objetivo de esclarecer as características, indicações e limitações. Concluiu-se que as radiografias bidimensionais têm limitações e magnificação consideráveis e as técnicas tridimensionais fornecem informações mais precisas e completas para o planejamento, mas que não há uma técnica ideal na radiologia que possa ser indicada para todos os casos. Sendo assim necessária, uma associação de técnicas.

Palavras-chave: Mandíbula. Panorâmica. Planejamento em implante dental. Tomografia.

CALMON, RR. **Evaluation of radiographic methods and imaging in the planning of implants in the jaw.** [Monografia de Especialização] – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ABSTRACT

Radiology and imaging is essential in preoperative planning for implant. But there isn't a standard technique for planning. The purpose of this research was to compare the techniques and identify the best method in preoperative planning for implant. We performed a literature review of 39 references published since 1989, and radiographic imaging methods for planning of implants in the jaw, in order to clarify the characteristics, indications and limitations. It was concluded that the radiographs have limitations and bidimensionais considerable magnification and three-dimensional techniques provide more accurate and complete information for planning, but that there isn't an ideal technique in radiology that may be suitable for all cases. Therefore require a combination of techniques.

Keywords: Jaw. Panoramic. Dental implant planning. Tomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Imagem da mandíbula.....	16
Figura 2 -	Morfologia da fossa submandibular.....	18
Figura 3 -	Corte transversal de mandíbula	19
Figura 4 -	Radiografia panorâmica e 3 cortes transversais.....	21
Figura 5 -	Diagrama	23
Figura 6 -	Curvaturas do canal mandibular.....	24
Figura 7 -	Panorâmica reformatada e 4 cortes transversais.....	24
Figura 8 -	Qualidade óssea	25
Figura 9 -	Cefalometria	30
Figura 10 -	Radiografia panorâmica e cortes	31
Figura 11 -	Aparência dos marcos anatômico.....	32
Figura 12 -	Panorâmico com alteração.....	32
Figura 13 -	Princípios de aquisição Tomografia Cone Beam.....	36
Figura 14 -	Princípios de aquisição Tomografia Fan Beam.....	37
Figura 15 -	Imagem Ressonância Magnética.....	41
Figura 16 -	Comparação entre os cortes de tomografia.....	43
Figura 17 -	Periapical com esfera calibradora.....	46
Figura 18 -	Gráfico comparativo.....	47
Figura 19 -	Forame bucal.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resumo dos TCCB presentes no mercado.....	39
Tabela 2 -	Doses efetivas de radiação de diferentes modalidades radiográficaslogia.....	47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TCFB - Tomografia Computadorizada Fan Beam

TCCB - Tomografia Computadorizada Cone Beam

Kv - Quilovoltagem

3D - Tridimensional

RM - Ressonância Magnética

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	13
3.	METODOLOGIA	14
4.	REVISÃO DA LITERATURA	15
4.1	Reparos anatômicos da mandíbula	15
4.1.1	<i>Mandíbula</i>	16
4.1.1.1	Face externa da mandíbula.....	17
4.1.1.2	Face interna da mandíbula.....	17
4.1.1.3	Cortical óssea.....	18
4.1.1.4	Bordo superior da mandíbula.....	20
4.1.1.5	Ramo da mandíbula.....	21
4.1.1.6	Estruturas neurovasculares.....	22
4.1.1.6.1	<i>Canal mandibular</i>	22
4.1.1.6.2	<i>Forame mentoniano</i>	24
4.1.2	<i>Qualidade/quantidade óssea</i>	25
4.1.2.1	Densidade.....	25
4.1.2.2	Quantidade.....	26
4.2	Tipos de imagem	27
4.2.1	<i>Intra-oral</i>	28
4.2.1.1	Periapical.....	28
4.2.1.2	Oclusal.....	29
4.2.2	<i>Radiografia Cefalométrica</i>	29
4.2.3	<i>Panorâmica</i>	30
4.2.4	<i>Radiografia digital</i>	33
4.2.5	<i>Tomografia Convencional</i>	34
4.2.6	<i>Tomografia Computadorizada</i>	34
4.2.7	<i>Ressonância Magnética</i>	40
5.	DISCUSSÃO	50
6.	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

A Implantodontia revolucionou a reabilitação oral. O uso de implantes dentários para restabelecer a forma e função foi um avanço notável na odontologia. Essa evolução está relacionada com o aumento das técnicas de imagens sofisticadas usadas em todas as fases do tratamento. A seleção de técnicas específicas deve estar baseada naquela que melhor fornecer a informação necessária ao cirurgião e que melhor se enquadra na necessidade do paciente. Por isso a necessidade de saber as características dos métodos de imagem e da região que será submetida à cirurgia.

A cirurgia para implante se tornou um procedimento previsível desde que bem planejado e respeite os limites anatômicos. Para isso é necessário precisão na obtenção de dados da área receptora, do posicionamento e também para a abordagem cirúrgica (PARNIA *et al.*, 2010).

A precisão no posicionamento cirúrgico depende do conhecimento anatômico, destreza e experiência do cirurgião. Já a precisão de planejamento para cirurgia é realizada através de modelos e métodos radiográficos.

A análise detalhada da anatomia, qualidade e quantidade óssea são necessárias para definir tamanho, largura e tipo de superfície de implante a ser usado. Para isso, é fundamental a utilização de métodos radiográficos e imaginológicos adequados, para situação específica.

Este estudo revisou os reparos anatômicos da mandíbula, as técnicas radiografias e imaginológicas utilizadas na odontologia para planejamento em implante.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo elaborar uma revisão de literatura sobre técnicas radiográficas e imaginológica no pré-operatório de implantes em mandíbula. Para isso, serão realizadas a descrição dos aspectos anatômicos da mandíbula e das técnicas radiológicas e imaginológicas destinadas ao planejamento de implante, além de procurar identificar a melhor técnica para planejamento em implante dentário na mandíbula.

3. METODOLOGIA

Nesta monografia foram pesquisados artigos publicados a partir de 1989, além de livros técnicos.

A busca de referências foi feita com base nas seguintes palavras-chaves: tomografia, panorâmica, planejamento em implante dental.

A pesquisa de artigos foi realizada através do site de busca Medline e na biblioteca da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais e no Portal Periódico Capes.

Foram selecionados 33 artigos condizentes com o tema proposto e 5 livros técnicos.

4. REVISÃO DA LITERATURA

A evolução da reabilitação oral se deve a evolução da implantodontia. Várias técnicas foram criadas para ancorar implantes dentários nos maxilares. As duas melhores técnicas foram a subperiosteal e a endosteal. A primeira foi desenvolvida por Muller em 1937 e usada até a década de 50 com um sucesso moderado. A segunda foi pesquisada durante anos e obtiveram publicações de uma série de sucesso em longo prazo por Branemark. A técnica deste é padrão para implante dentário (ROTHMAN, 1998).

A cirurgia para implante se tornou um procedimento previsível desde que bem planejado e respeite os limites anatômicos. Para isso é necessário conhecer os reparos anatômicos, ter precisão no planejamento e no posicionamento cirúrgico (PARNIA *et al.*, 2010).

4.1 Reparos anatômicos da mandíbula

O sucesso clínico da osseointegração dos implantes dentários depende de uma variedade de fatores, incluindo um pré-operatório bem conduzido; capacidade e experiência do operador; informações sobre o local das estruturas anatômicas; avaliação criteriosa da quantidade e qualidade óssea; as condições gerais de saúde do paciente; biocompatibilidade do material de implante; o recurso da superfície do implante; perícia do operador e o procedimento cirúrgico (TYNDALL *et al.* 2000; SCHROOPP *et al.* 2001; TURKYILMAZ *et al.*, 2007; WHITE & PHAROAH, 2007; MISCH, 2008; DREISEIDLER *et al.*, 2009; MISCH, 2009; WATANABE, 2009).

A angulação, o comprimento e a largura do implante dependem da altura, largura, densidade do osso disponível e da localização dos reparos anatômicos (DINIZ, 2008). Ainda segundo Monsour & Dudhia, 2008; Misch, 2008 e Watanabe, 2009 a morfologia mandibular deve ser bem determinada para evitar perfuração da cortical lingual ou bucal e lesão de estruturas anatômicas importantes.

Os marcos anatômicos na mandíbula são: canal mandibular, forame mentoniano, loop do canal mandibular e fossa submandibular (TYNDALL, 2000; KAYA, 2008; MONSOUR & DUDHIA, 2008; WATANABE, 2009; PARNIA et. al., 2010).

4.1.1 Mandíbula

Para REHER *et al.* (2008), a mandíbula é um osso em forma de ferradura, sendo o mais forte e único osso móvel do esqueleto facial. Situa inferiormente na face e juntamente com o osso hióide, forma o arcabouço de fixação dos músculos do soalho da boca. É formada por um corpo e por dois ramos ascendente posteriores e superiores. O corpo subdivide em uma parte óssea inferior denominada arco basal (base mandibular). Sobre esta, está assentada a parte de suporte dos dentes (parte alveolar). Possui ainda uma parte externa e outra interna, limitada pela borda superior e inferior (Figura 1).

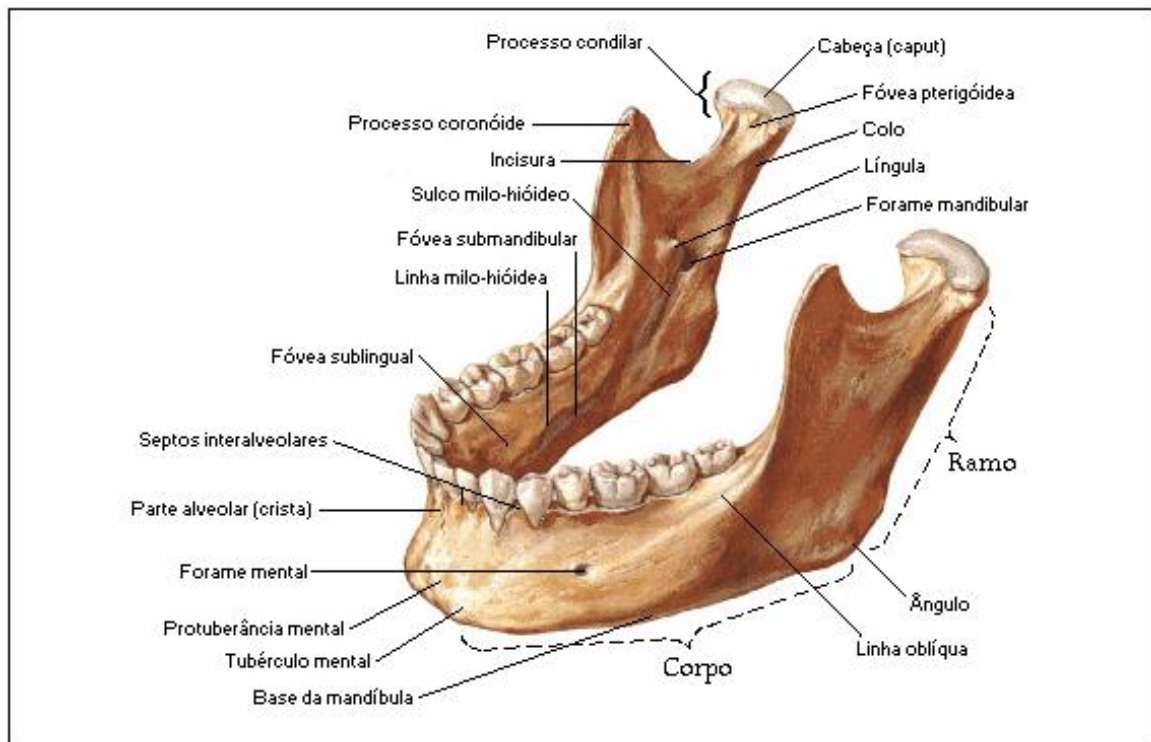


FIGURA 1 – Imagem da mandíbula
Fonte: NETTER, 2000, p.48.

4.1.1.1 Face externa da mandíbula

A face externa apresenta anteriormente a sínfise mentual, região mediana que representa a linha de fusão das duas metades do osso fetal, localiza entre os dois forames mentuais. Na parte inferior divide-se para inclusão de uma área rasa, protuberância mentual, cuja base forma de cada lado uma elevação, os tubérculos mentuais. Entre a borda superior e inferior da mandíbula, entre os pré-molares inferiores, observa-se o forame mentual, pelo qual emergem os vasos e os nervos mentuais. Nos jovens, este forame encontra-se mais inferiormente, enquanto que nos idosos, sobretudo quando desdentados mais perto da borda superior da mandíbula, devido a atrofia do processo alveolar decorrente da perda dos dentes. Uma elevação denominada linha oblíqua percorre o corpo da mandíbula a partir do tubérculo mentual até a alcançar a borda anterior do ramo da mandíbula (REHER *et al.*, 2008).

4.1.1.2 Face interna da mandíbula

A face interna na região da sínfise mentual é marcada por elevação irregular, a espinha mentual. Esta face é cruzada diagonalmente por uma linha chamada milo-hióidea, que se origina da borda inferior da mandíbula, abaixo da espinha mentual, e dirige-se até a região de terceiro molar inferior, dando origem ao músculo milo-hióideo, que forma o soalho da cavidade oral. A linha milo-hióidea divide a face interna do corpo da mandíbula em duas fossas, a fóvea sublingual, acima e anterior, e a fóvea ou fossa submandibular. A fóvea sublingual aloja a glândula sublingual. A fossa submandibular aloja a glândula submandibular (REHER *et al.*, 2008).

A fossa submandibular é uma depressão ou concavidade na superfície lingual do corpo da mandíbula, inferior à linha milo-hióidea (MONSOUR & DUDHIA, 2008; PARNIA *et al.*, 2010). O volume e variações anatômicas na região da fossa mandibular foram analisados por Parnia *et al.* (2010), através de 100 exames de tomografias computadorizadas espiral, adquiridos por Somatom Sensation 64

Scanner (Siemens, Erlangen, Alemanha), de pacientes edêntulos que necessitavam de reabilitação implanto-suportada. A concavidade da fossa estava presente em 80% dos casos analisados. A amostra foi dividida em 3 grupos de acordo com a profundidade da fossa mandibular. Tipo I para profundidades menores que 2 mm (20%), tipo II profundidades de 2 a 3mm (52%) e tipo III profundidades maiores que 3mm (28%) (Figura 2). Os autores concluíram que qualquer tipo de concavidade lingual constitui risco de perfuração de cortical lingual durante a cirurgia de implante.

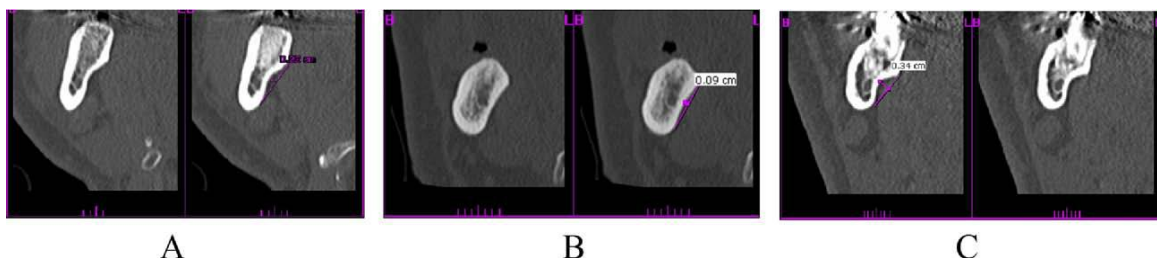


FIGURA 2 – Morfologia da fossa. A profundidade da fossa submandibular medida em imagens transversal. (A) Morfologia óssea tipo II; (B) Morfologia óssea tipo I; (C) Morfologia óssea tipo III. Fonte: PARNIA *et al.*, 2010, p.34.

4.1.1.3 Cortical óssea

Segundo Flanagan (2008), a estabilidade e imobilidade do implante dependem principalmente da cortical óssea, em certas circunstâncias o comprimento é menos importante que o osso cortical. Este autor analisou e comparou a espessura, obtida pelo software Materialise, da cortical facial e lingual de 704 sítios de 17 exames tomográficos na mandíbula e maxila. A espessura média da cortical facial e lingual da mandíbula foi respectivamente, de 2,06 e 2,39mm, na região de molar; 1,78mm e 1,88mm na região de pré-molar; 1,36mm e 1,66mm na região anterior. E comprovou que a espessura média da cortical facial é mais delgada do que da lingual, em uma relação média de 1:1.3.

Watanabe *et al.* (2009) analisou imagens de TC (Plus Somatom S Scanner) de 79 pacientes japoneses (52 homens e 27 mulheres) para determinar o tamanho, forma do contorno da cortical mandibular. Os formatos da cortical do corpo da mandíbula foram divididos em 3 grupos: Tipo A com formato convexo na face

vestibular e côncavo no lado lingual, tipo B côncavo na vestibular e convexo na face lingual e tipo C convexo em ambos os lados (Figura 3). O tipo mais comum na região anterior foi o B (58% a 74%), enquanto que os tipos A (36% a 39) e C (59% a 61%) foram mais freqüentes na região posterior. A medida média de altura (cortical superior do processo alveolar-cortical externa do bordo inferior) do sexo masculino foram maiores que a do sexo feminino. A largura no sexo masculino foi ligeiramente maior, mas não estatisticamente significativo, que a do sexo feminino. O canal mandibular geralmente se estendeu mesialmente do forame mentoniano em 76 casos (55%). Isto justifica o uso de tomografia na região posterior e anterior da mandíbula mesmo porque há uma série de variáveis nem sempre possíveis de determinar com imagens bidimensionais.

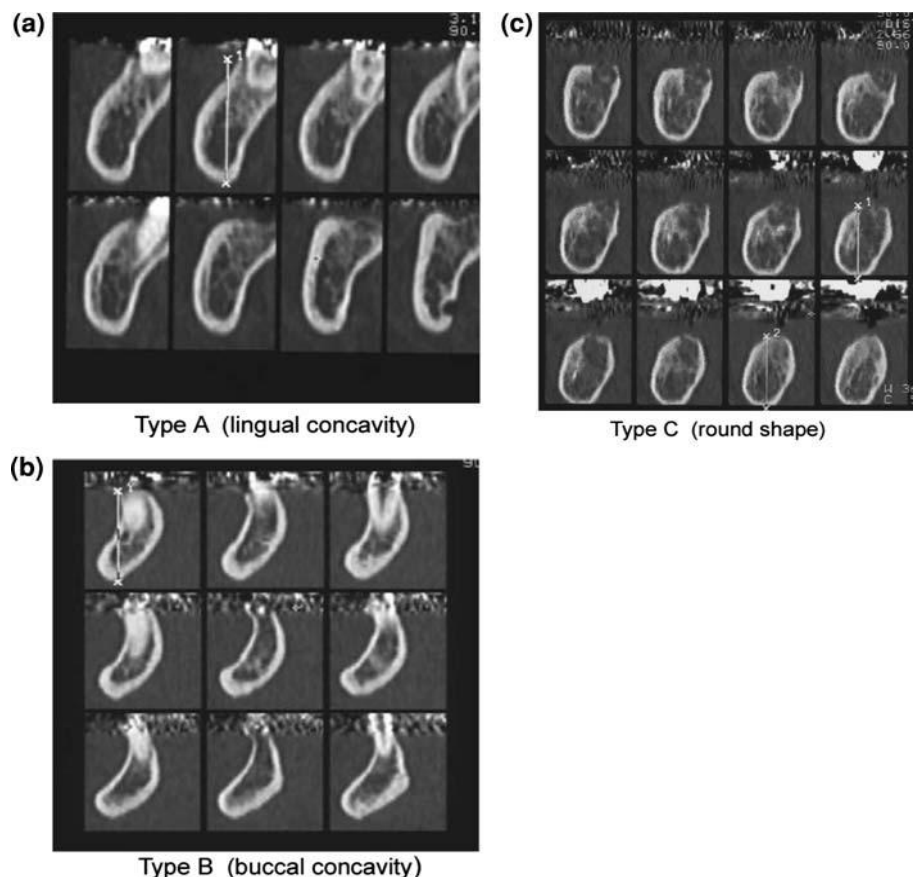


FIGURA 3 – Cortes transversais de CT de mandíbula, representando os tipos de formato do corpo da mandíbula.

Fonte: WATANABE *et al.*, 2009, p.348.

4.1.1.4 Borda superior da mandíbula

A borda superior da mandíbula é constituída pelo processo alveolar da mandíbula, contêm cavidades que alojam os dentes inferiores, os alvéolos dentais. Posteriormente ao terceiro molar, o processo alveolar apresenta a formação trígono retro molar, pequena área triangular que representa a união das duas corticais do alvéolo deste dente (REHER *et al.*, 2008).

Devido o modo de funcionamento do aparelho panorâmico e da forma do rebordo alveolar, a crista pode parecer ter dimensão vertical adequada para um implante, mas a realidade pode ser muito diferente. Na Figura 4 há uma imagem de radiografia panorâmica do lado esquerdo demonstrando considerável altura óssea do corpo mandibular esquerdo, com três linhas verticais identificadas como 1, 2 e 3. Na parte inferior da panorâmica há 3 imagens CT transversal reformatada, correspondente a cada linha da radiografia panorâmica, indicando que a altura óssea referente às regiões não são tão suficientes quanto a radiografia panorâmica sugere (MONSOUR & DUDHIA, 2008).

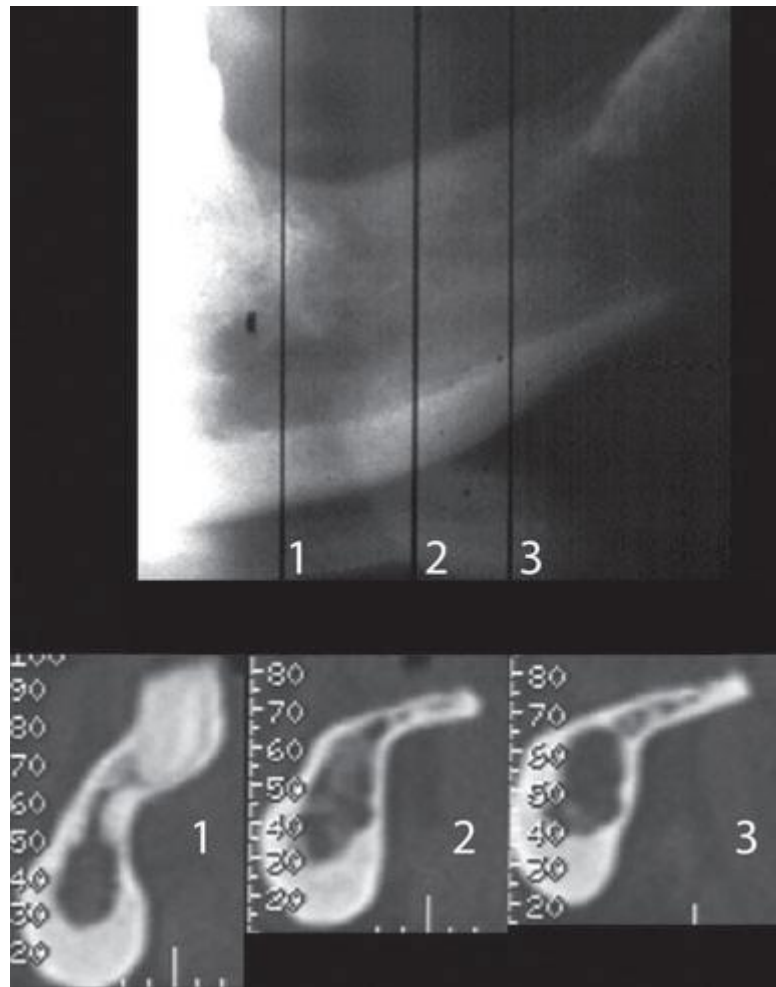


FIGURA 4 – Radiografia panorâmica e 3 imagens de CT reformatado referente as 3 linhas verticais da panorâmica.

Fonte: MONSOUR & DUDHIA, 2008, p.14.

4.1.1.5 Ramo da mandíbula

São dois os ramos, direito e esquerdo, que constituem a sua porção posterior e ascendente, e articulam com o restante do crânio. Cada ramo apresenta um formato retangular e duas faces (externa e interna), duas bordas: anterior e posterior; condilar e coronóide. Face externa do ramo da mandíbula apresenta poucos reparos anatômicos, sendo quase inteiramente lisa. Inferiormente, sua superfície é irregular, surgindo pequenas saliências, as tuberosidades massetéricas. A face interna do ramo mandibular tem como principal estrutura o forame mandibular, localizado aproximadamente no centro desta face, representa a abertura

do canal mandibular, que percorre a mandíbula internamente até a região do forame mental (REHER *et al.*, 2008).

4.1.1.6 Estruturas neurovasculares da mandíbula

4.1.1.6.1 Canal mandibular

O canal mandibular é um canal ósseo que percorre parte do corpo e do ramo da mandíbula, alojando os vasos e os nervos alveolares inferiores. Origina no forame mandibular e termina no ápice dos pré-molares. Nesta região o canal se bifurca em canal mental e canal incisivo (REHER *et al.*, 2008).

O canal mandibular carrega os componentes neurovasculares que fornecem e inervam os dentes e o osso da mandíbula, mas nem sempre é evidenciado, em aquisição de radiografias panorâmicas, na sua real localização. Assim, sua relação com a crista óssea alveolar pode ser distorcida. Por exemplo, se o canal mandibular estiver mais próximo do córtex lingual será projetado mais para a crista óssea no filme e, portanto, aparece no arco mais superior do que ela realmente está (Figura 5) (MONSOUR & DUDHIA, 2008).

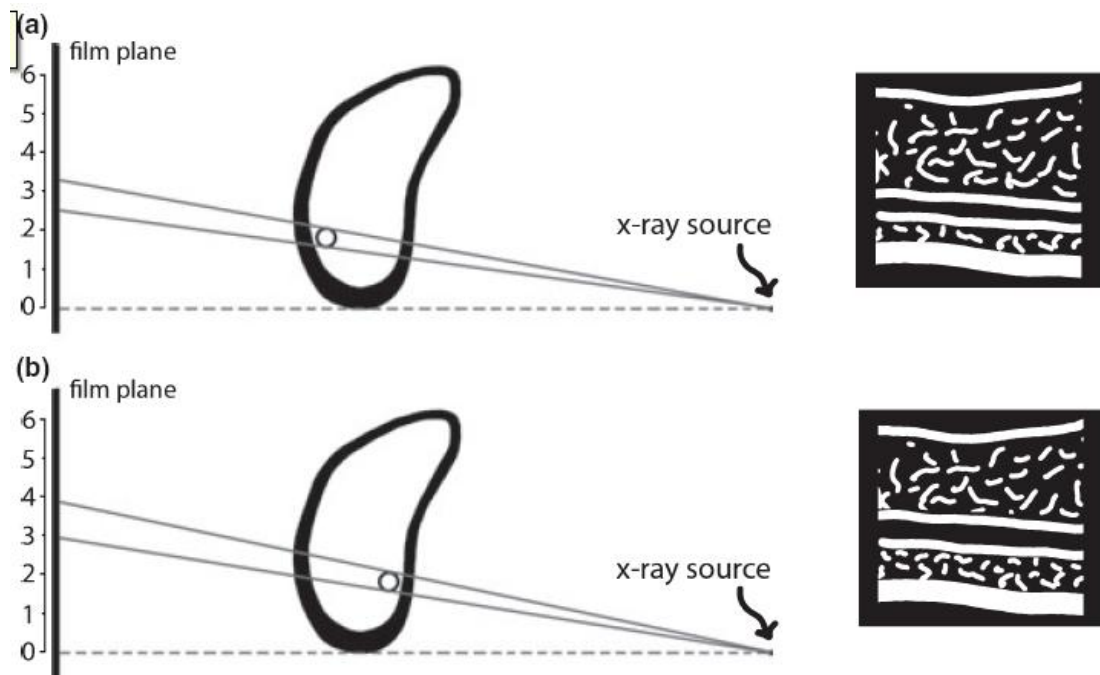


FIGURA 5 – Diagrama transversal da mandíbula mostrando que estruturas que estão localizadas mais por lingual são projetadas mais sobre o filme de que estruturas que são mais vestibulares. (A) mostra o canal mandibular perto do córtex vestibular e uma indicação relativa do local onde o canal é projetado sobre o filme, (b) demonstra que, quando o canal mandibular está mais para a lingual, o canal é projetado mais sobre o filme. Os desenhos retratam a diferença na aparência do canal quando vestibular ou lingual, na radiografia panorâmica
 Fonte: MONSOUR & DUDHIA, 2008, p. 13.

LIU & GU *et al.* (2009) estudaram 386 panorâmicas digitais para descrever a morfologia e evolução do curso do canal alveolar inferior. Classificaram o contorno do canal mandibular em 4 tipos: tipo 1 curva linear, 12,75%, (2) curva em forma de colher, 29,25% (3), curva-elípticas de arco, 48,5%, e (4) curva de giro, 9,5% (FIG. 6). A morfologia do curso do canal mandibular é importante e útil na anestesia odontológica, no planejamento pré-operatório de implante e outras cirurgias na mandíbula.

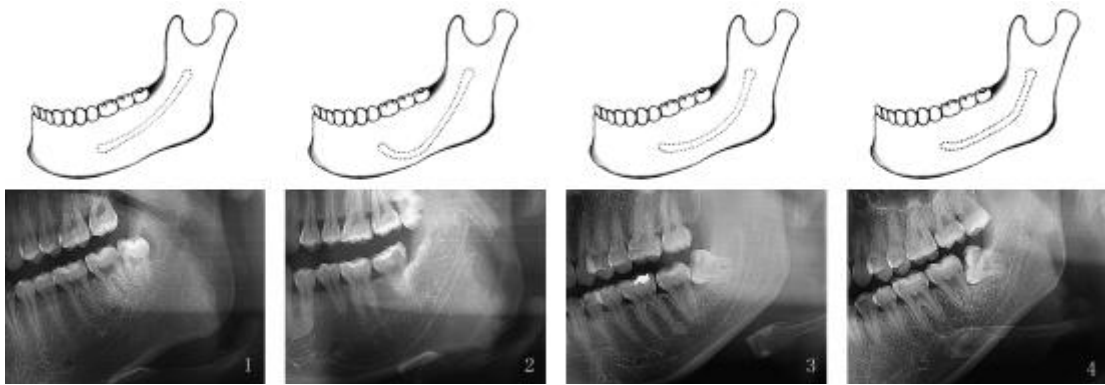


FIGURA 6 – Curva Linear, quase uma linha reta; 2) curva formato de colher; 3) curva elíptica de arco simétrico, e 4) curva de giro, quase curva
 Fonte: LIU & GU *et al.*, 2009, p. 1215.

4.1.1.6.2 Forame mentoniano

Normalmente, o forame mental, que é um orifício por onde emerge o nervo mentoniano, situa-se na cortical vestibular da mandíbula na região de pré-molar, mas pode acontecer de situar na crista óssea quando o paciente é desdentado e ocorreu uma atrofia considerável do processo alveolar (Figura 7) (MONSOUR & DUDHIA, 2008).

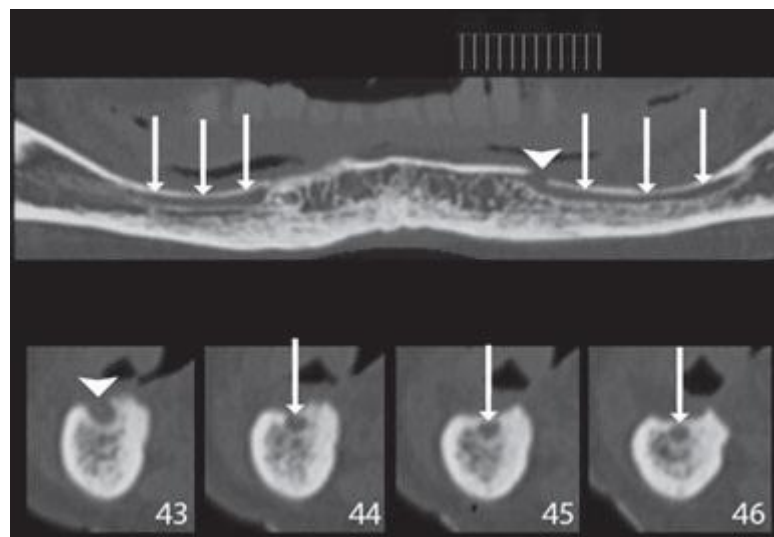


FIGURA 7 – Panorâmica reformatada e 4 transversais. As imagens de CT de uma mandíbula edêntula/atrófica e do canal mandibular muito próximo à crista óssea (setas) e do forame mental na crista (seta menor).

Fonte: MONSOUR & DUDHIA, 2008, p. 20

Talabani *et al.* (2008) analisou, através de Photoshop e AutoCAD, a localização do forame mentoniano em radiografias panorâmicas de 110 dentados, o forame mentoniano estava próximo ao ápice do segundo pré-molar em 60,55%; 35,9% entre o primeiro e segundo pré-molar; e 7,27% entre o segundo pré e o primeiro molar. No plano vertical, o forame mentoniano foi localizado um pouco abaixo do ponto médio entre a borda inferior da mandíbula e crista óssea alveolar.

4.1.2 Qualidade/quantidade óssea

4.1.2.1 Densidade

A classificação da qualidade óssea baseia na proporção da cortical e trabeculado ósseo. A classificação é dividida em quatro classes: I cortical óssea homogênea; II cortical espessa com trabeculado ósseo denso; III cortical óssea fina com denso trabeculado ósseo de boa resistência; IV cortical óssea bastante fina com baixa densidade trabecular e pouco resistente (Figura 8) (LEKHOLM & ZARB, 1985 apud MISCH, 2008)

A classificação da densidade óssea tem uma influência primária no plano de tratamento, no projeto do implante, na abordagem cirúrgica, no tempo de cicatrização e na carga progressiva inicial ao osso durante a reconstrução protética (MISCH, 2008).

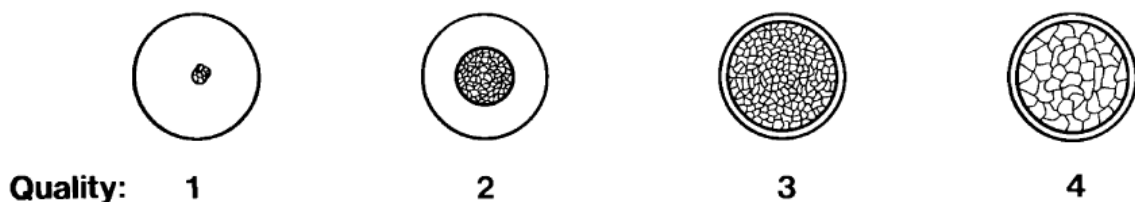


FIGURA 8 – As quatro qualidades ósseas, que pode ser classificado em apenas cortes transversais. I cortical óssea homogênea; II cortical espessa com cavidade trabeculada densa; III cortical óssea fina com denso trabeculado ósseo; IV cortical óssea bastante fina com baixa densidade trabecular
Fonte: LEKHOLM & ZARB, 1985 apud MISCH, 2008, p.179.

Turkylmaz *et al.* (2007) observaram, através do software Siemens AR-SP 40, 131 sítios de implantes em tomografias de 72 pacientes, para analisar as variações de densidades ósseas. Estas têm como unidade de medida o HU (Hounsfield) que é baseada em uma escala linear definida por pontos, como por exemplo: atenuação do ar seco 1000 HU e da água em zero HU. A densidade óssea de todos os pacientes variou de 278-1227 com uma média de 766HU. A diferença da densidade óssea entre mandíbula e maxila; anterior e posterior dos maxilares; e anterior e posterior da mandíbula foram estatisticamente significativa ($P < 0,001$). Enquanto que não houve diferença significativa entre a densidade da região anterior da maxila e posterior da mandíbula ($P > 0,05$). Concluíram que esta análise ajuda o implantodontista a detectar ossos de baixa densidade, em que o implante é desfavorável. Logo, a imagem tomográfica é uma ferramenta útil para determinar a densidade óssea da maxila e mandíbula ajudando na avaliação da qualidade óssea.

4.1.2.2 Quantidade óssea

O osso disponível representa a quantidade de osso na região desdentada para a instalação de implantes. Este é medido em largura, altura, comprimento e angulação. A altura é primeiramente estimada por meio de avaliação radiográfica. A radiografia panorâmica é o método mais comum para a determinação preliminar. Essa altura óssea determinará o comprimento do implante que conseqüentemente altera a área de superfície de contato osso/implante que afetará diretamente a estabilidade inicial do implante. A largura é medida entre as corticais vestibulares e linguais na crista do sítio em potencial para o implante. É o segundo critério mais significativo que afeta a sobrevida do implante. O comprimento é a medida mesio-distal que o implante tem que ter de um dente, que no geral de no mínimo de 1,5mm e a 3,0mm de outro implante. Esses dois critérios determinam a largura do implante, que quanto maior for o diâmetro, maior a superfície de contato e menor a tensão transmitida ao osso, maior prognóstico (MISCH, 2008).

O último determinante para osso disponível é a angulação óssea, que varia com o tempo. Este faz com que o implante seja colocado de forma angulada em

relação ao plano oclusal, aumentando a carga na crista óssea. Logo o implantodontista deverá compensar na largura e no comprimento do implante para que diminua esta tensão (MISCH, 2008).

4.2 Tipos de imagem

No planejamento para cirurgia de implante deve-se ter conhecimento: da localização do canal mandibular, da quantidade e qualidade óssea, looping anterior do canal e outras variações de anatomia normal da mandíbula. Estas considerações fazem com que a imagem pré-operatória seja primordial (LIANG, 2001). Segundo Lam (1995), a técnica de imagem ideal para implante seria a que possibilite informações transversais (bucal-lingual) com o mínimo de distorção da imagem, informação de densidade óssea e espessura da cortical.

Reddy & Wang (1999), revisaram os métodos radiográficos (periapical, panorâmica, tomografia computadorizada e imagem digital) e compararam as vantagens e desvantagens de cada um deles. Ao final da revisão, concluíram que os exames radiográficos e imaginológicos são fundamentais para a avaliação pré e pós-cirúrgico em implantodontia, e que independente do método, as técnicas utilizadas deveram ser feitas de forma padronizada, utilizar a mais alta resolução e se possível com a menor dose de radiação e custo.

Com o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos métodos de diagnóstico por imagem, são necessário o conhecimento das vantagens, desvantagens, indicações e contra-indicações de cada método (CAVALCANTI, 2008).

A escolha do método radiográfico de implante dentário deve ser influenciada pela complexidade do implante, disponibilidade de tecnologia, perícia do operador, os custos dos exames e do dispositivo, bem como a exposição à radiação para o paciente (DREISEIDLER *et al.*, 2009).

4.2.1 Intra-oral

A denominação intrabucal é empregada para as tomadas radiográficas nas quais o filme é colocado no interior da cavidade bucal no momento da obtenção, são elas: periapical (bissetriz e paralelismo), interproximal e oclusal (FREITAS, 2004).

4.2.1.1 Periapical

As técnicas periapicais têm distorção mínima se bem angulados e são adequados para a avaliação da altura óssea. Uma limitação destas é que a área analisada é pequena, e as estruturas anatômicas adjacente podem não ser visíveis no filme. A utilização de um filme como esse não fornecer informações adequadas para o planejamento do procedimento cirúrgico. As radiografias periapicais são particularmente bem adaptadas para a avaliação longitudinal dos implantes (REDDY & WANG, 1999).

A radiografia periapical fornece informações sobre o trabeculado ósseo, aspectos de alterações patológicas, relações de estruturas anatômicas da área de implante. São exames baratos, prontamente disponíveis, bem tolerados pelo paciente e de boa resolução. Contudo as medidas sofrem distorções que são inerentes a técnica e não fornecem informações transversais (TYNDALL *et al.*, 2000).

A técnica do cone longo usada em radiografias periapical é a técnica de escolha, pelos seguintes motivos: dose de pele reduzida; ampliação menor, uma verdadeira relação entre a altura do osso e dentes adjacentes, não superposição do zigoma sobre a região de molar superior. Deve ser lembrado que, para obter o máximo da técnica cone longo deve ser realizada com uma distância focal de filme de cerca de 30 cm (MONSOUR & DUDHIA, 2008).

4.2.1.2 Oclusal

A radiografia oclusal são radiografias planas, produzidas posicionando o filme paralelamente ao plano oclusal da mandíbula, com feixe central de raios X perpendicular ao filme. A sua indicação na implantodontia é limitada, pois a imagem mandibular é bastante alterada, devido o fato de a mandíbula geralmente ser dilatada anteriormente e apresentar uma inclinação para a lingual posteriormente. Produzindo assim uma imagem oblíqua e distorcida do processo alveolar da mandíbula (MISCH, 2008).

Segundo Reddy & Wang (1999) e Monsour & Dudhia (2008), as radiografias oclusais são limitadas para planejamento em implante, tanto em mandíbula quanto em maxila, pois a sobreposição de estruturas anatômicas e distorções são inerentes a técnica.

4.2.2 Radiografia Cefalométrica

A radiografia lateral do crânio, com uso de cefalostato, é utilizada para fazer mensurações, quer sejam lineares ou angulares, e é assim denominada radiografia cefalométrica (FREITAS, 2004). É uma técnica de baixo custo e fácil aquisição, mas limitada para planejamento cirúrgico de implante, pois fornece informação transversal limitada à linha mediana (Figura 9) (TYNDALL *et al.*, 2000; MONSOUR & DUDHIA, 2008).

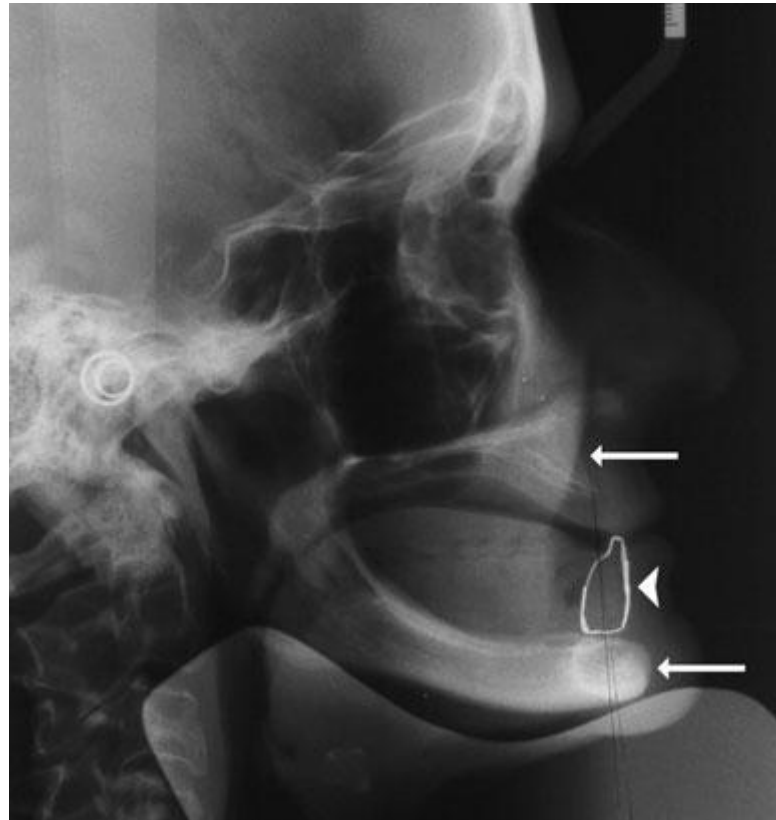


FIGURA 9 – Cefalométrica de um paciente desdentado mostrando o osso disponível no plano sagital da maxila e da mandíbula (setas). Prótese (pequena seta).
 Fonte: MONSOUR & DUDHIA, 2008, p.12.

4.2.3 Panorâmica

A radiografia panorâmica constitui-se de uma visão global de todos os elementos dentários da maxila e mandíbula, assim como seus constituintes ósseos (FREITAS, 2004). Nenhuma outra modalidade de imagem dá tanta informação sobre a mandíbula com uma dose de radiação tão pequena. É tipo de técnica padrão para o atendimento pré-operatório de implantes e avaliação longitudinal. Sendo de baixo custo, boa disponibilidade, capaz de visualizar várias estruturas anatômicas e lesões patológicas. Mas é uma imagem que também ocorre uma distorção não uniforme no sentido horizontal, a ampliação no plano vertical é mais estável quando comparado com a ampliação no plano horizontal, pois depende da distância focal ao arco do paciente. Além disso, a projeção das estruturas localizadas mais para a lingual

sobrepõem sobre as vestibulares. (TYNDALL *et al.*, 2000; FREITAS, 2004; JACOBS *et al.*, 2004; MONSOUR & DUDHIA, 2008).

A radiografia panorâmica apresenta um grau de magnificação que varia de aparelho e compensações são necessárias para mensuração das dimensões ósseas existentes (FREITAS, 2004).

Como a imagem de uma radiografia panorâmica é apenas bidimensional, é difícil avaliar a largura de osso disponível (Figura 10) (MONSOUR & DUDHIA, 2008).

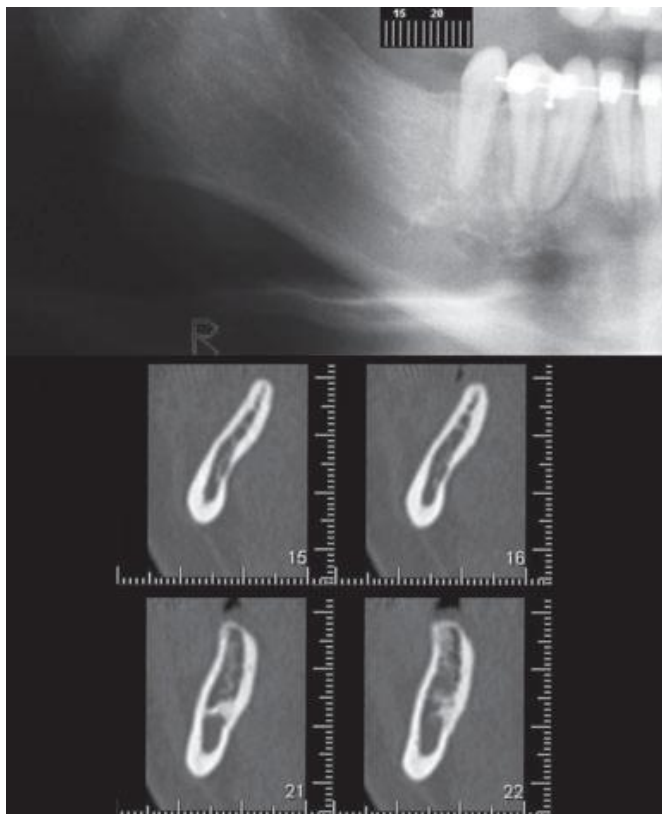


FIGURA 10 – Radiografia panorâmica demonstrando excelente altura óssea na região de molar inferior direito. Imagem CT transversal reformatado, mostrando imagens de tomografia óssea em altura razoável, mas o cume vestibulo-lingual é estreito
Fonte: MONSOUR & DUDHIA, 2008, p.14.

Jacobs *et al.* (2004) analisaram a visibilidade das estruturas neurovasculares do canal mandibular e forame mentoniano de 545 panorâmicas obtidas com um Cranex Tomé. As estruturas neurovasculares foram dividida em 5 partes: canal mandibular (99%) e forame mentoniano (94%) ambos com boa visibilidade, forame lingual (71%) com boa visibilidade em 12%; canal incisivo (15%) com boa

visibilidade em apenas 1%; e Loop (11%) (Figura 11). Logo, para planejamento pré-operatório, os autores pontuam que as imagens radiográficas devem ser cuidadosamente inspecionadas para permitir detecção destes pontos anatômicos. A imagem transversal pode ser necessária para complementar às informações obtidas com a panorâmica.

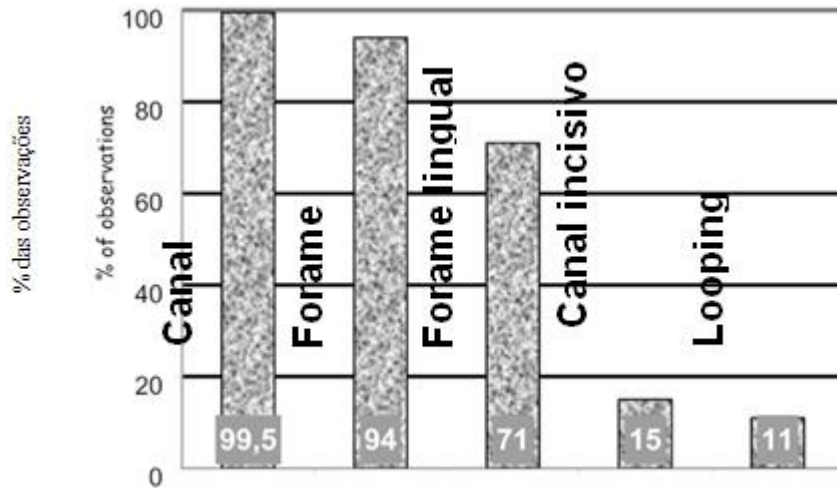


FIGURA11 – Aparência dos marcadores anatômicos sobre imagens panorâmicas da região interforaminal expressa em porcentagem do número total de observações.

Fonte: JACOBS, 2004, p.329.

As radiografias panorâmicas fornecem um excelente panorama geral da dentição e das estruturas anatômicas da face. Mas é uma técnica que depende vários fatores: tipo de aparelho, posicionamento do paciente, angulação mandibular, distância foco-filme-objeto e variações anatômicas (Figura 12) (MONSOUR & DUDHIA, 2008; SCHROPP, 2009).



FIGURA 12 – Radiografia panorâmica com ampliação do lado esquerdo do paciente, que durante a tomada estava com a cabeça ligeiramente girada para a esquerda.

Fonte: MONSOUR & DUDHIA, 2008, p.12.

4.2.4 Radiografia digital

A radiografia panorâmica convencional contribuiu muito para diagnósticos maxilofaciais nas décadas de 70, 80 e 90. A radiografia panorâmica digital foi introduzida na década de 90 e tem demonstrado certas vantagens como: aquisição de imagens mais rápida, não necessidade de câmara escura, tempo de exposição e ferramentas de manipulação da imagem (ANGELOPOULOS *et al.*, 2008).

As radiografias digitais utilizam o mesmo princípio das radiografias convencionais, a diferença está no tipo de receptor da imagem: receptor CCD (Charge Coupled Device) ou placa de armazenamento de fósforo - SPS (Storage Phosphor Screen). No CCD o filme e os suportes são substituídos por uma via de detector eletrônico que capta a imagem radiográfica de forma incremental e envia a informação, através de um cabo de fibra óptica, a um computador para a conversão digital, visualização e armazenamento (ANGELOPOULOS *et al.*, 2008).

O detector do CCD é constituído por um conjunto de pixels, que formam uma matriz, sensíveis aos raios X ou a luz. Quando os pixels são sensibilizados, gera uma carga elétrica proporcional a intensidade recebida, que é transferida para um pixel adjacente (sinal analógico). Esse processo é transformado em sinal mensurável a partir da carga de cada pixel. O sinal analógico é convertido para um sinal numérico por um sistema numérico binário, para que possa ser reconhecido pelo computador (FREITAS, 2004).

A aquisição da imagem através da placa de armazenamento de fósforo é feita por intermédio de uma tela constituída por placa de sais de fósforo (európio-fluorohalide bário dopado), que ao receberem os raios X são sensibilizados e formam uma imagem latente. A tela é introduzida em uma leitora a laser, que escaneia a placa adquirindo os dados analógicos, transforma em números binários e os transmite para o computador. O scanner inunda a placa de luz para apagar e poder reutilizá-la (ANGELOPOULOS *et al.*, 2008).

4.2.5 Tomografia convencional

Na técnica tomográfica, filme e fonte de raios X move-se de forma sincrônica e antagonista, criando uma área de foco ou um plano focal. Dessa forma as estruturas que estão dentro do ponto focal permanecem nítidas para visualização, enquanto as demais áreas aparecem borradas. Através de mudanças de trajetória (horizontal ou vertical) do feixe de raios X e da espessura do mesmo (largo ou estreito), as imagens são de melhor ou pior qualidade (CAVALCANTI, 2008).

Técnica de custo moderado quando comparado com tomografia computadorizada. Ampliação uniforme, cortes transversais disponíveis em qualquer localização e em alguns aparelhos pode se produzir cortes parassagitais. A disponibilidade é limitada e para interpretar as imagens é necessário bastante treinamento (TYNDALL *et al.*, 2000).

4.2.6 Tomografia computadorizada

O primeiro caso registrado da tomografia computadorizada data de 1989 (CAVALCANTI, 2008). Evoluiu com ampliação de números de receptores, ficou mais rápido e com melhor qualidade de imagem. É uma das técnicas mais indicadas para planejamento de cirurgia para implantes, pois possui uma pequena ampliação uniforme; imagem de alto contraste; boa visualização de estruturas; exibição multiplanar e reconstrução tridimensional. Para isso o custo é alto, as doses são maiores que em panorâmicas e tomografias convencionais, são mais sensíveis e geram mais artefatos, principalmente na análise longitudinal de implantes, em que os artefatos em listra formam uma imagem semelhante à de um implante que não ósseo integrou (REDDY & WANG, 1999; TYNDALL *et al.*, 2000).

A Tomografia Computadorizada Fan Beam (TCFB) produz imagens axiais da anatomia do paciente. Estas imagens são produzidas perpendicularmente ao longo eixo do corpo. A fonte de raios X é presa rigidamente a uma fileira de detectores de geometria fan-beam, que gira 360 graus ao redor do paciente coletando os dados

(Figura 14). A aquisição é chamada de varredura por incremento, pois a imagem final consiste em uma série de imagens axiais contínuas ou sobrepostas (WHITE & PHAROAH, 2007). O detector da imagem está em estado gasoso ou sólido, produzindo sinais eletrônicos que servem como entrada para a inserção de dados em um computador, que processa os dados utilizando as técnicas algorítmicas de Fourier com projeção de contorno, principalmente desenvolvidas por Hounsfield para produzir imagens de TC. Estas imagens são inerentemente digitais, tridimensionais e tipicamente apresentam 512 x 512 pixels com espessura determinada pela camada de corte da técnica selecionada (CAVALCANTE, 2008).

Na Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico (TCFC), o feixe de raios X é em forma de cone, em largura suficiente para abranger a área de interesse. O feixe é produzido numa angulação constante de 14 graus. Os raios X são capturados por um intensificador de imagens (substituto do filme radiográfico) ou um sensor sólido: CCD – dispositivo de carga acoplada ou placa de silício ou selênio amorfa; que juntamente com a fonte de raios X, rotaciona em torno da cabeça do paciente durante o mapeamento (Figura 13). Assim são produzidas 360 imagens (uma por grau de rotação) que são unidas por um programa, que acompanha o equipamento, formando assim o modelo tridimensional do crânio. A voltagem do tubo é constante e medida em Kv, a corrente elétrica em mA e verificada através de um controlador de exposição automática (CAVALCANTI, 2008).

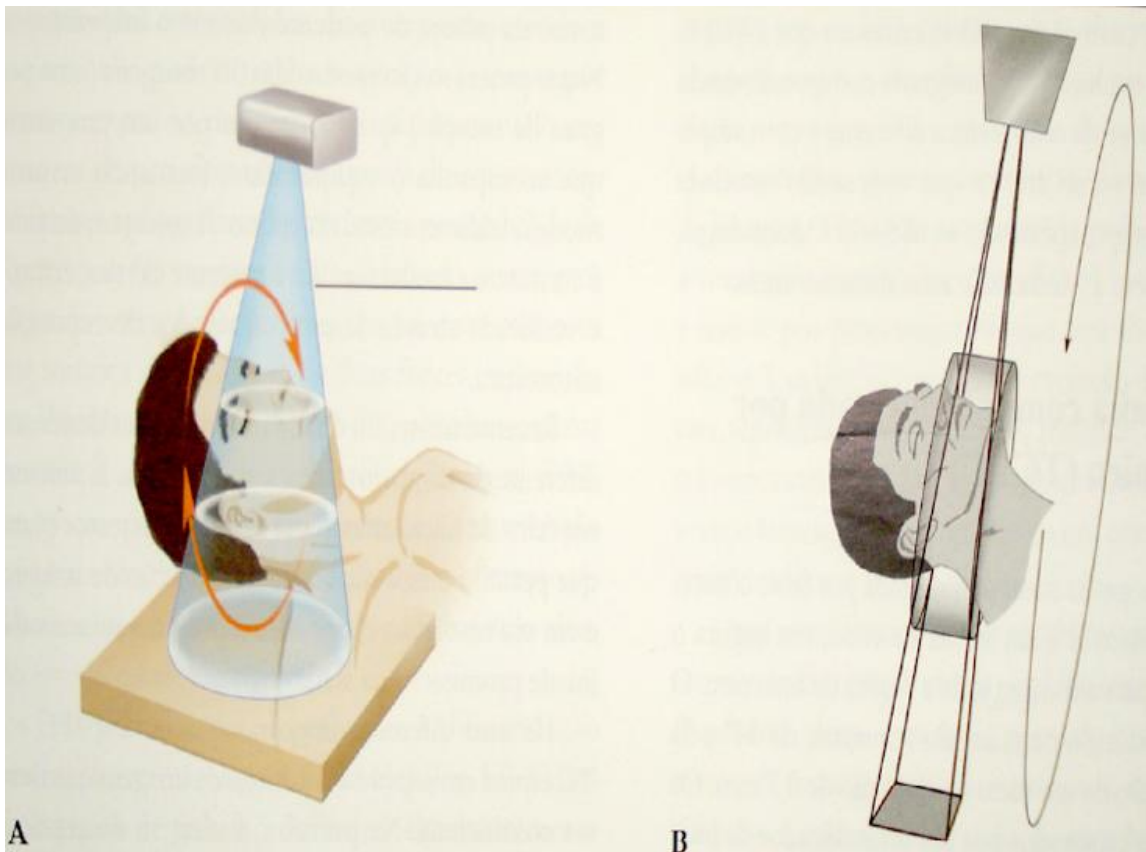


FIGURA 13 – Princípio de aquisição (conformação do feixe de aquisição) nos sistemas tomográficos de feixe cônico, baseado no feixe em forma de cone (cone beam). (A) Conformação do Feixe; (B) Movimento da ampola.

Fonte: CAVALCANTE, 2008, p.14.

Há uma diferença importante entre a TCCB e a TCFB em relação à aquisição da imagem. Na primeira, a imagem do crânio é formada como um todo pelo tomógrafo, e é o programa do computador que realiza os cortes da imagem. Enquanto que na segunda, a imagem do crânio é adquirida em fatias e no computador é realizada a união dos cortes para a obtenção da imagem como um todo (CAVALCANTI, 2008).

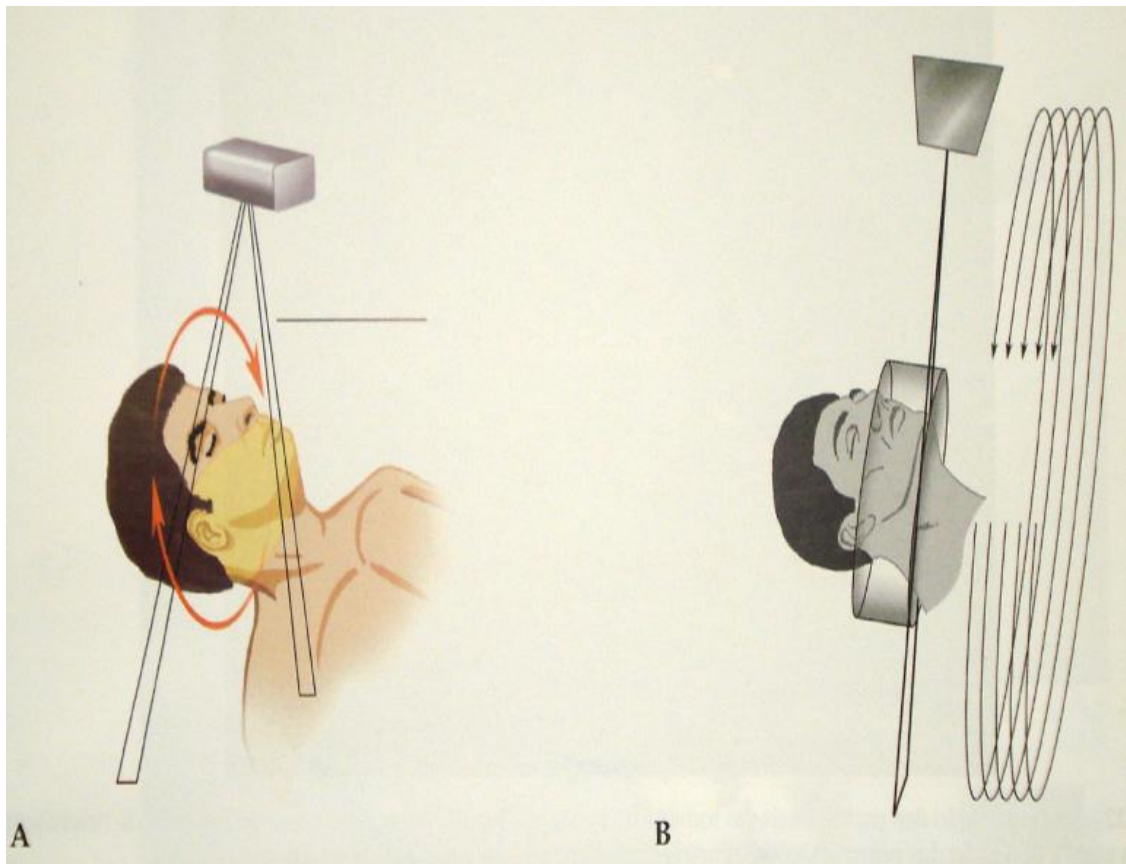


FIGURA 14 – Princípio de aquisição (conformação de feixe de radiação) nos sistemas tomográficos espirais, baseados no feixe em forma de leque (fan beam). (A) conformação do feixe; (B) movimento da ampola.

Fonte: CAVALCANTE, 2008, p.15.

Uma importante limitação das imagens TCCB é a impossibilidade de visualização adequada dos tecidos moles. Nesta técnica, a reduzida miliamperagem fornecida pela ampola torna inviável a perfeita diferenciação entre os sutis coeficientes de atenuação dos tecidos moles presentes no complexo maxilofacial. De acordo com os princípios básicos de obtenção de imagem radiográfica, a diferença entre os tecidos duros e moles (escala de contraste) é razão direta da quilovoltagem e a miliamperagem fornecidas pela fonte de raios X e pelo tempo de exposição empregado para o exame. Para a diferenciação de tecidos moles e duros, seria necessário maior miliamperagem, o que tornaria o custo e dose maior.

Como exemplos de tomógrafos de feixe cônico podem ser citados os aparelhos (Tabela 2): NewTom 3G, NewTom DVT 9000 (Quantitative Radiology, Verona, Italy); I-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, USA); 3D Panoramic X-ray CT scanner PSR 9000N (Asahi Roentgen, Kyoto, Japan); CB MercuRay

(Hitachi Medico Technology Corporation, Kashiwa, Chiba, Japan); e 3D Accuitomo (J. Morita, Kyoto, Japan) (GUERRERO, 2006). Implagraph (Vatech, Korea); Planmeca ProxMax 3D (Oy-Finlândia); Galileos (Sirona Dental – Alemanha A.G.); Iluma (Imtec Imaging Corporation, EUA) e Scanora 3D (Soredex, Finlândia) (CAVALCANTI, 2008).

TABELA 1 - Resumo dos TCCB presentes no mercado

Table 1 Overview of the available CBCT scanners on the market													
Name	Manufacturer	Patient position	Detector type	Scan dimension Øxh (mm)	Voxel dimension (mm)	Scan time (s)	Exp. time (s)	Degree	Voltage (kV)	Current (mA)	Focal spot size (mm)	Year	Base size (cm)
NewTom 3G	Quantitative Radiology-srl, Verona, Italy	Supine	Image intensifier (6, 9, 12 inch) and CCD camera	200×200 150×150 100×100	0.1-0.4	36	5.4	360	110	< 10	0.5-1.5	1998 and 2004	200×250
3D Accuitomo	J. Morita Mfg, Kyoto, Japan	Seated	Image intensifier and CCD camera	40×30	0.125	18	—	360	60-80	1-10	0.5×0.5	2002	162×120
CB MercuRay	Hitachi Medical System, Singapore	Seated	Image intensifier (6, 9, 12 inch) and CCD camera	190×190	0.2-0.376	10	—	288	60-120	10-15	—	2002	196×190
i-CAT	Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvania, USA	Seated	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	170×130 170×170*	0.4-0.2	20-40	—	360 360×2	120	3-8	0.5	2004	149×112
ILUMA	IMTEC Imaging, Ardmore, Oklahoma, USA	Seated	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	170×100 190×190	0.1-0.4	< 40	—	360	120	4	0.3	2006	107×142
PROMAX 3D	Planmeca OY, Helsinki, Finland	Vertical	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	50×40 50×80 80×80	0.16	18	6	194	50-84	—	0.5	2006	—
3D Accuitomo FPD	J. Morita Mfg, Kyoto, Japan	Seated	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	40×40 60×60	0.125	18	—	360	60-80	1-10	0.5×0.5	2007	162×120
GALILEOS	Sirona, Bensheim, Germany	Vertical	Image intensifier and CCD camera	150×150	> 0.15	< 15	—	>200	85	5-7	—	2006	—
NewTom VG	Quantitative Radiology-srl, Verona, Italy	Vertical/ seated	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	155×105	0.3	~24	3.6	360	110 (90)	< 15	0.3	2007	144×110
3D eXam	Kavo Dental, Biberach, Germany	Seated	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	160×130 230×170	0.12-0.4	8.5-24	—	360	90-120	3-8	0.5	2007	120×110
Picasso Pro & Master	E4WOO Technology, Republic of Korea	Vertical/ seated	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	120×70 200×190 200×150	0.1	15-24	—	360	40-90	2-10	0.5	2005	180×170
Scanora 3D	Soredex, Helsinki, Finland	Seated	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	60×60 100×75 145×75	0.13-0.35	10-20	2-5	—	65-85	0.5-8	0.4	2007	154×110
9000 3D	Kodak, Carestream Health, Rochester, New York USA	Vertical	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	50×37	0.076	~14	—	360	60-90	2-15	0.5	2007	190×170
PreXion 3D	Tera Recon, San Mateo, California, USA	Seated	Cesium-iodide scintillator and amorphous silicone flat panel	81×76	—	19-37	—	360	90	4	0.2	2007	117×157

Fonte: CATTANEO & MELSEN, 2008, p.270.

As duas modalidades Feixe cônico e tomografia computadorizada são igualmente capazes de detectar finas estruturas mandibulares. A tomografia de feixe cônico tem algumas vantagens importantes: Radiação relativamente menor, o nível de resolução é melhor (devido o tipo de receptor de raios X) e não é um tipo de aparelho limitado a hospital. Além do custo do aparelho é bem mais em conta (NAITOH, 2010).

4.2.7 Ressonância magnética (RM)

RM tornou-se aceita como uma ferramenta poderosa da imagem latente na medicina. O aparelho utiliza as propriedades magnéticas do átomo de hidrogênio, cujas unidades obtidas são capazes de produzir imagens do corpo humano. Como a tecnologia é dependente da presença de átomos de hidrogênio MRI é particularmente adequado para imagens de tecidos moles (MONSOUR & DUDHIA, 2008).

As RMs dependem da utilização de um forte campo magnético, os exames de RM são contra indicado em pacientes com corpos estranhos metálicos nos olhos, cliques ferromagnéticos de aneurisma intracraniano, marcapassos cardíacos, implantes cocleares, e pacientes no primeiro trimestre da gravidez. A presença de determinados metais como o amálgama e ligas não-preciosas resultarão em artefato considerável sobre as imagens e, muitas vezes tornaram o exame inútil. O titânio puro dos implantes não forma artefato com MRI, mas se houver impurezas haverá artefato. Outras considerações incluem o custo elevado do exame para o paciente. A claustrofobia ocorre comumente, pois os exames geralmente são realizados com o paciente em um túnel confinante. A maioria dos estudos usando ressonância magnética para a imagem latente pré-implante incidiu sobre a capacidade das unidades de ressonância magnética para localizar o canal mandibular. Com a RM o canal mandibular aparece como um buraco negro dentro do sinal de alta do osso esponjoso (Figura 15). Se o canal mandibular for rodeado por osso esclerótico, a visualização do canal fica mais difícil. Com a RM a presença de esclerose óssea resulta em um baixo sinal de medula óssea. O inverso é verdadeiro para a TC, com

a presença de osso esclerótico no corpo da mandíbula faz com que o canal mandibular fique mais evidenciado. A ressonância magnética tem potencial para a imagem latente pré-implante, devido à falta de radiação ionizante, mas os tempos de aquisição podem ser tão longo quanto 30 minutos e não há informação óssea específica disponível (MONSOUR & DUDHIA, 2008). E não existe programa de reformatação (software) comercialmente disponível para uso como ponto de referência (MISCH, 2008).

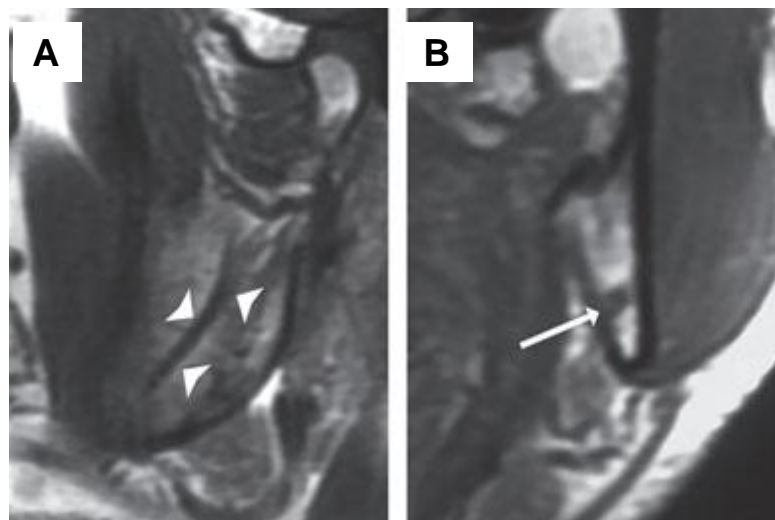


FIGURA 15 – A imagem da Ressonância Magnética demonstra o canal mandibular do lado esquerdo como uma linha de baixo sinal (seta pequenas) cercado osso esponjoso em alto sinal do ramo (A) e como um pequeno vazio preto (seta) em uma seção transversal do ângulo mandibular esquerdo (B)
Fonte: MONSOUR & DUDHIA, 2008, p.19.

4.3 Comparativo dos métodos radiográficos e imaginológicos para planejamento de implante

A imagem radiografia no planejamento em implante é indispensável para determinar número, localização, tamanho e angulação de cada implante dentário (KAYA, 2008; GUERRERO, 2006; DREISEIDLER, 2009).

No planejamento para cirurgia de implante deve-se ter conhecimento: da localização do canal mandibular, da quantidade e qualidade óssea, looping anterior

do canal e outras variações de anatomia normal da mandíbula. Estas considerações fazem com que a imagem pré-operatória seja primordial (LIANG, 2001).

Em planejamentos radiográficos e imaginológicos para implantes, há certos princípios que são padrões e básicos. O primeiro é que deve haver um número adequado e tipo de imagens para fornecer as informações anatômicas necessárias: quantidade, qualidade de osso e localização de estruturas anatômicas. O segundo, a técnica selecionada deve ser capaz de fornecer medidas precisas. A terceira exigência é relacionar as imagens anatômicas com as estruturas anatômicas do paciente. No caso de paciente edêntulo, deve-se fazer uso de marcadores radiopacos. Por fim o receptor e o paciente devem estar posicionados de maneira que não gere distorções e que as imagens tenham contrastes e densidades aceitáveis com baixas doses de radiação e custo financeiro acessível (TYNDALL *et al.*, 2000).

Gomez *et al.* (1999) utilizaram como ponto de referencia as características do corpo de 26 implantes semelhantes (3,8 mm por 11 mm), para determinar o comportamento dos índices verticais e horizontais em várias regiões da mandíbula e da maxila. Para isso implantou 14 e 12 implantes na maxila e mandíbula desdentada de um esqueleto, respectivamente. Todas as 18 tomadas foram feitas em um Orthophos (Siemens, Bensheim, Alemanha), respeitando o posicionamento ideal. As medidas foram realizadas no sentido vertical (parte coronal a apical) e horizontal (largura coronal e apical). Todos os cálculos foram realizados com um programa de planilha eletrônica disponível comercialmente (Lotus, Lotus Development, Staines, Middlesex, Inglaterra). Pode se aferir que há um aumento médio de 1,3 na vertical e 1,35 na horizontal, chegando a uma conclusão de que a panorâmica pode ser usada no diagnostico para planejamento pré-cirúrgico.

Tyndall *et al.* (2000) revisaram todos os métodos radiográficos, em 53 artigos, para avaliação pré-operatória em implantes dentários e com esse estudo a AAOMR (American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology) passou a recomendar o uso de uma imagem que tenha a informação de corte transversal para análise de espessura óssea.

LIANG *et al.* (2001), compararam 5 diferentes métodos de imagens na mandíbula (tomografia FAN BEAM - CommCat, tomografia linear-Orthopantomograph OP100, panorâmica- Plus Orthophos, TCCB Scanora and

Cranex TOME Orion/Soredex Corporation, Helsinki, Finland; e imagem de reconstrução de TCCB) (Figura 16) e suas respectivas precisões através de tomadas radiográficas e medidas lineares (paquímetro Patterson Dental) de 20 sites selecionados de 3 mandíbulas secas de humanos. Dessas modalidades o melhor diagnóstico foi da tomografia FAN BEAM, tanto em qualidade quanto em precisão. Já a panorâmica foi pior na precisão e a tomografia linear foi intermediário em precisão e qualidade.

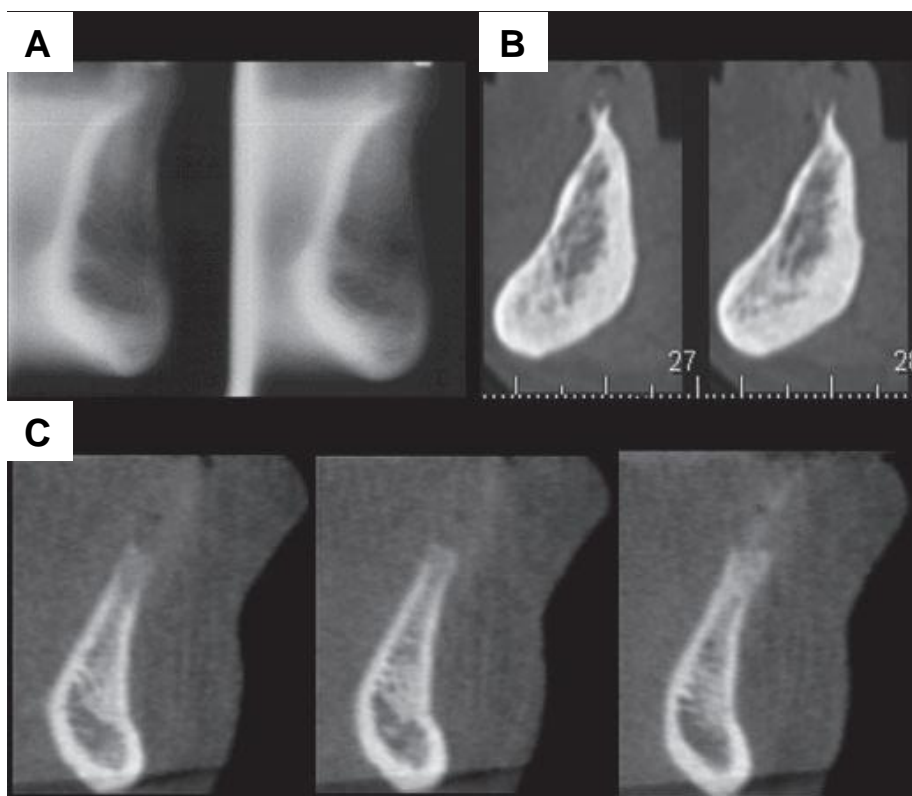


FIGURA 16 – Comparação entre as imagens transversais da mandíbula obtida por tomografia hypocycloidal (A), CT multislice (B) e TCCB (C).
Fonte: MONSOUR & DUDHIA, 2008, p.18.

Rockenbach *et al.* (2003) avaliaram a confiabilidade da tomografia linear e da radiografia panorâmica realizadas com o equipamento de raios-X Vera View Scope X-600 (Morita). A amostra constituiu-se de 20 hemimandíbulas humanas secas, cuja área selecionada localizou-se a 1,5 cm para distal do limite anterior do forame mental. As imagens obtidas foram traçadas em papel acetato e as hemi-mandíbulas seccionadas na região demarcada. As mensurações foram realizadas com a

utilização de um paquímetro eletrônico digital (Starret). Os valores encontrados nas imagens radiográficas foram comparados com aqueles obtidos nos espécimes mandibulares e submetidos à avaliação estatística pelo teste de Wilcoxon. Concluiu-se que ambas as técnicas são confiáveis para a realização de medidas lineares verticais na área selecionada, no entanto, recomenda-se a utilização de uma margem de segurança de 2,0 mm.

Frei *et al.* (2004) estudaram, durante 16 meses, a necessidade de cortes transversais no planejamento de 77 implantes. Através de comparações do plano de tratamento, de 50 pacientes escolhidos aleatoriamente, por um implantodontista num primeiro momento com apenas a informação clínica e a radiografia panorâmica e num segundo momento com imagens tomográficas. Constataram que em 74 dos 77 (96%) implantes os cortes transversais não influenciaram no planejamento original do primeiro momento. Concluíram que a imagem transversal tem impacto pequeno sobre o planejamento do tratamento padrão nas regiões de pré-molares e molares inferiores. Além disso, afirmaram que o exame clínico apresenta informações suficientes para a seleção do diâmetro dos implantes.

Comandulli (2005) avaliou a correlação entre a altura óssea em radiografias panorâmicas (Orthophos) e tomografia computadorizada FAN BEAM, em 50 sítios na região de forame mental de pacientes que realizaram tomografia e panorâmica para planejamento de implante. A comparação entre os dois métodos apresentou uma concordância moderada, sendo que a TC sistematicamente apresentou valores menores que as medidas realizadas na panorâmica, numa diferença de 1,6 a 1,7 mm, estatisticamente significativa ($p < 0,0001$).

Peker *et al.* (2008) investigaram a eficiência de 3 métodos radiográficos: radiografia panorâmica (OP 100 Instrumentarium), tomografia convencional linear (OP 100) e tomografia computadorizada FAN BEAM (GE Medical Systems), para localização do canal mandibular de 6 mandíbulas edêntulas de crânio seco. E comparou as medidas obtidas nas imagens com as medidas obtidas, com Paquímetro (Digimatic; Mitutoyo, Andover, Reino Unido), diretamente nos cortes das peças. Comprovando que as medidas obtidas nas imagens de tomografia computadorizada foram mais coerentes com as medidas obtidas diretamente nas peças do que as outras técnicas.

Vazquez *et al.* (2008), analisou a eficácia de radiografias panorâmicas no planejamento pré-operatório de cirurgia de implante, na região posterior da mandíbula. Esse estudo foi feito, através da incidência de alteração sensorial em 1527 pacientes, totalmente ou parcialmente edêntulos e submetidos a cirurgia de 2584 implantes. Altura óssea pré-operatória foi medida do topo da crista alveolar à cortical do canal mandibular em uma radiografia panorâmica padrão, Uma escala do fabricante do implante foi utilizado e 2 mm foram subtraídos como uma margem de segurança para determinar o comprimento do implante a ser inserido. Uma semana após a cirurgia os pacientes eram sistematicamente questionados se tinham alguma alteração neuro-sensorial do lábio inferior. Houve dois (0,08%) casos de parestesia no pós-operatório. Com isso, os autores concluíram que quando uma margem de segurança de 2 mm acima do canal mandibular é respeitado, a panorâmica é suficiente para avaliar a altura disponível no planejamento do implante.

Schroopp *et al.* (2009), avaliaram, em 70 panorâmicas e 43 periapicais de 70 pacientes, o impacto de calibração radiográfica (periapical e panorâmico) utilizando uma esfera como referência (Figura 17), na seleção pré-operatória do tamanho do implante. Fizeram medições diretas nas radiografias, os dados coletados foram exportados para um programa de estatística (SPSS versão 13.0, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), usaram um desconto padrão de 1,25 para panorâmicas e 1,05 para periapicais e compararam com as medidas calibradas de acordo com a variação do tamanho da esfera. As medidas do implante na periapical foram alterados em 24% e na panorâmica 48% com o uso de esferas metálicas. Podendo afirmar, ao final do estudo, que o uso de uma esfera de metal como referência em panorâmica e periapical é válido, pois permite uma maior precisão na seleção de tamanho do implante.

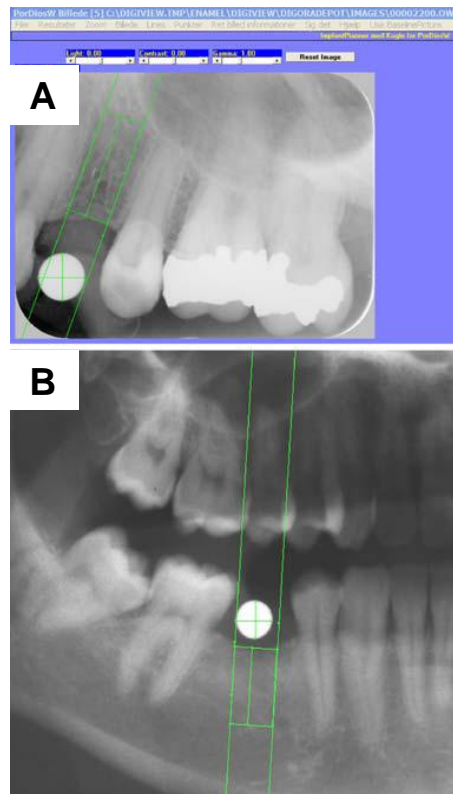


FIGURA 17 – A) Radiografia periapical; B) Radiografia panorâmica com uso de esfera metálica e marcadores para mensurar diâmetro no sentido vertical e horizontal.
 Fonte: SCHROPP, 2009, p.377.

Angelopoulos *et al.* (2008) compararam as imagens de panorâmicas convencionais (DIMAX) e digitais (Denoptix) com imagens de reconstrução panorâmicas de TCCB (I-CAT), para análise pré-cirúrgica do canal mandibular (40 imagens de cada, avaliadas por 4 examinadores). Podendo aferir ao final do estudo que as imagens do TCCB foram o melhor meio de diagnóstico e visualização do canal mandibular em toda a sua extensão, seguida pela panorâmica convencional e por último as imagens de panorâmica digital de armazenamento de fósforo, que tiveram as piores médias para visualização.

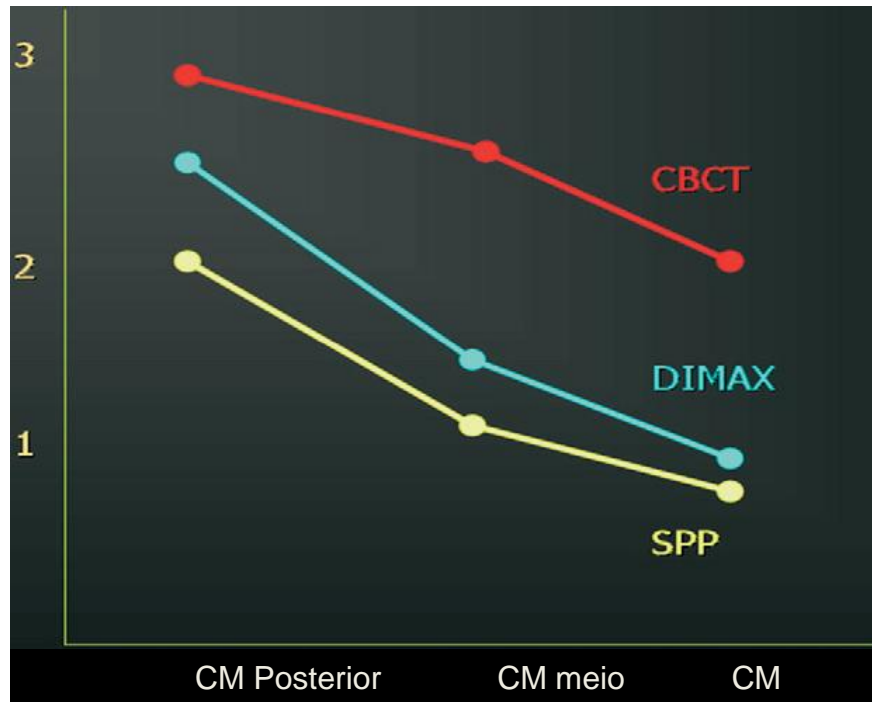


FIGURA 18 – Representação gráfica do desempenho das modalidades três imagens testadas para a visualização do canal mandibular (CM). A TCCB reformatado imagens panorâmicas mostrava o canal mandibular melhor do que o digital fez radiografias panorâmicas. É também claro que o terço posterior do canal mandibular foi mais bem visualizado, independentemente da modalidade. Fonte: ANGELOPOULOS *et al.*, 2008, p.2134.

A introdução da tecnologia do Cone-beam possibilitou obtenção de imagens 3D com menor dose, com o custo de radiação de 1/10 do CT convencional, 70 vezes menos que uma boca toda e 3 vezes a dose de uma panorâmica digital (Tabela 2) (DREISEIDLER *et al.*, 2009).

TABELA 2 - Doses efetivas de radiação de diferentes modalidades radiográficas

Modalidade de imagens	Dose Efetiva
Digital OPG	6.2 μSv^{12} ; 5 to 14 μSv^{13}
Conventional OPG	10 μSv^{11} ; 16 to 21 μSv^{13}
TSI*	3 to 12 μSv^{14}
Conventional tomography	2 to 9 μSv^{12}
CB	29.3 to 331 $\mu\text{Sv}^{10,12,13,15}$
Galileos CB device	29.3 to 53.6 μSv^{10}
Low-dose CT	150 to 610 μSv^{11}
CT	314 μSv^{12} ; 600 μSv^{16} ; 1,270 μSv^{11}

*Transversal slice images.

Fonte: DREISEIDLER *et al.*, 2009 p.217

Naitoh *et al.* (2010) compararam a capacidade de visualização de estruturas anatômicas na mandíbula e a qualidade das imagens de 28 pacientes (6 homens e 22 mulheres) submetidos à tomografia computadorizada Cone Beam TCCB (VEGA Alphard, Asahi Roentgen, Kyoto) e imagens da tomografia computadorizada Fan Beam TCFB (HiSpeed NX/iPro, GE Yokogawa Medical Systems, Tokyo), no período entre abril 2007 e março de 2009. Mas não obteve diferença significativa da capacidade de visualização das pequenas estruturas anatômicas das imagens de mandíbulas obtidas por TCCB e TCFB (Figura 19).



FIGURA 19 – Um forame bucal (seta branca) foi claramente observado em ambos os CBCT (A) e imagens MSCT (B).

Fonte: NAITOH *et al.*, 2010, p.28.

Diniz *et al.* (2008) investigaram a variação do planejamento pré-operatório de 120 potenciais sítios de implante, após o uso de tomografia convencional. Dois examinadores com experiência em implante dentário faziam o planejamento inicial através exames clínicos e de radiografias periapicais (Heliodont) e panorâmicas (Soredex). Consideraram quatro parâmetros de tratamento: a altura e largura dos implantes, a necessidade de enxerto ósseo e a indicação de outros procedimentos cirúrgicos (aumento ósseo, levantamento de seio, reposicionamento de nervo ou distração osteogênica). Em um segundo momento os examinadores foram solicitados a reformular o planejamento após avaliar as imagens tomográficas. O comprimento e a largura mantiveram inalterados em 60,2% e 87,2% dos casos, respectivamente. Não houve diferença significativa no comprimento ($P=0,576$) e largura ($P=1$) com e sem tomografia. A indicação de enxerto ósseo (15,8%) e outros procedimentos cirúrgicos (5,3%) alteraram significativamente após a tomografia ($P=0,001$). Foram observadas diferenças significativas em toda a região maxilar e

mandibular. Concluíram que a tomografia espiral convencional desempenha um papel importante no planejamento pré-cirúrgico do tratamento, aumentando a segurança do cirurgião sobre a necessidade de cirurgia adicional (enxerto ósseo, levantamento de seio e outros).

5. DISCUSSÃO

A implantodontia revolucionou a reabilitação oral, se tornou parte integrante e importante na odontologia e vem sendo aceita mundialmente. O uso de implantes dentários para substituir dentes perdidos vem aumentando consideravelmente (TYNDALL *et al.*, 2000; FREI, 2004; GUERRERO, 2006; PARNIA *et al.*, 2010).

A cirurgia para implante é um procedimento previsível desde que bem planejado e respeite os limites anatômicos. Para isso é necessária precisão no planejamento e no posicionamento cirúrgico (PARNIA *et al.*, 2010).

Entre os autores há um consenso de que a avaliação radiográfica é essencial para um adequado planejamento e acompanhamento longitudinal do implante. Certos princípios radiográficos são padrões e básicos para o pré-operatório. O primeiro é que deve haver um número adequado e tipo de imagens para fornecer as informações anatômicas necessárias: quantidade, qualidade de osso e localização de estruturas anatômicas. O segundo, a técnica selecionada deve ser capaz de fornecer informações com precisões adequadas. A terceira exigência é a de que possa relacionar as imagens anatômicas com as estruturas do paciente. No caso de paciente edêntulo, deve se fazer uso de marcadores radiopacos. Por fim o receptor e o paciente devem estar posicionados de maneira que não gere distorções e que as imagens tenham contrastes e densidades aceitáveis com baixas doses de radiação e custo financeiro acessível.

Na avaliação radiológica/imaginológica do pré-operatório deve ter as seguintes informações: presença ou ausência de doença no local do implante ou em outras regiões; características anatômicas que devem ser evitadas ao colocar o implante; morfologia óssea incluindo crista óssea, localização e profundidade da fossa, cicatrização de exodontias, espaços medulares, cortical, sua espessura, densidade óssea e quantidade óssea (LAM, 1995; TYNDALL *et al.*, 2000; LIANG, 2001 MISCH, 2008).

A densidade óssea está relacionada com a qualidade do osso em que será inserido o implante. Essa característica necessita de mais estudos e padronização tomográfica para o planejamento em implante. Quando há uma previsão da qualidade óssea antes da cirurgia, pode se determinar características específicas do implante. Para osso de baixa qualidade (tipo 3 e 4), por exemplo, é necessário um

implante com comprimento e largura maior, roscas mais profundas e menor inclinação do implante com relação ao plano oclusal. Tudo isso para aumentar a área de contato e diminuir tensão entre osso e implante.

A anatomia da mandíbula tem características de forma e estruturas que determinam e limitam o tamanho e largura do implante. Na região anterior da mandíbula a dificuldade está na espessura óssea do processo alveolar e na distância entre os incisivos. Na região de pré-molar há o forame mentoniano, em que emergem o feixe vículo-nervoso que inerva a mucosa alveolar, gengiva inserida dos incisivos inferiores e lábio inferior, que limita a altura e inclinação do implante. No corpo da mandíbula as estruturas que devem ser evitadas são: o canal mandibular e a fossa submandibular. Ambos trazem riscos de hemorragia e parestesia no trans-cirúrgico.

Para Misch, (2010) a decisão para realização de um exame de imagem é baseada nas necessidades clínicas do paciente. Já para Frei *et al.* (2004), o que norteia essa decisão é uma forte indicação clínica e uma baixa dose de radiação.

No passado, as radiografias intraorais, juntamente com as panorâmicas, foram os únicos determinantes a serem utilizados no diagnóstico e planejamento do tratamento para implantes (TYNDALL *et al.* 2000; ANGELOPOULOS *et al.*, 2008; MISCH, 2008). Com o avanço da tecnologia em radiologia, vários sistemas de imagem tridimensionais tornaram-se disponíveis para os profissionais de odontologia, permitindo uma quantidade infinita de informação para diagnóstico. Em casos mais complexos ou quando a representação e localização de estruturas nobres são necessárias, a Tomografia Computadorizada deve ser empregada no processo de planejamento. Entretanto não existe nenhuma técnica de imagem radiográfica ideal no campo da implantodontia oral que possa ser aceitável para todos os pacientes (MISCH, 2008).

Um princípio fundamental em radiologia é maximizar a relação custo-benefício em exames de imagem. O princípio “tão baixo quanto razoavelmente exequível” (ALARA, do inglês, *as low as reasonably achievable*) deve estar sempre relacionado ao fato de que, a técnica de diagnóstico por imagem escolhida deverá ser a que apresenta a menor dose de radiação. No entanto, o planejamento e tratamento do paciente não devem ser colocados em risco com base na dose de radiação (MISCH, 2008).

Para a Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial (AAOMR) e para Associação Européia de Orientação em Osseointegração o uso de imagens transversais é fundamental para o planejamento pré-operatório, apesar de serem mais caras e gerar maior dose de radiação ionizante (TYNDALL *et al.*, 2000).

A AAOMR recomenda panorâmica seguida de alguma imagem com cortes transversais. Mas não há publicações que evidenciam e aprovam o posicionamento tomado pela associação, mesmo porque a taxa de sucesso dos implante colocados pelos dentistas é alta, mesmo sem uso de cortes transversais. No entanto, a taxa de sucesso médio dos profissionais mais experientes não podem ser comparados nem combinados com os menos. Assim imagens transversais podem ser mais importantes para uns do que para outros (TYNDALL, 2000).

Freitas *et al.* (2004), Jacobs (2004) e Misch (2008) têm como exame de primeira escolha a radiografia panorâmica para planejamento de implante devido à visão geral das estruturas anatômicas, fácil acesso, o baixo custo e baixa dose de radiação ionizante. Após a análise inicial do clínico e radiográfico, o cirurgião deve analisar a necessidade ou não de novos exames para completar as informações colhidas inicialmente. Mas eles acreditam que a imagem transversal é fundamental para complementar as informações obtidas com a radiografia panorâmica para ter no pré-operatório uma maior previsibilidade, conforto e segurança tanto para o paciente quanto para o implantodontista.

Enquanto que Gómez *et al.* (1999), Rockenbach *et al.* (2003); Frei *et al.* (2004), Vazquez *et al.* (2008) através das suas pesquisas afirmam que uma criteriosa avaliação do osso alveolar disponível e sua morfologia com exame clínico e palpação da crista óssea no local do implante são essenciais no pré-operatório e além disso se respeitar a magnificação da radiografia panorâmica, descontando 2mm da altura medida, a técnica radiográfica é segura, confiável e suficiente para o planejamento pré-operatório. Scroopp *et al.* (2009) sugere ainda o uso de esfera de metal no sítio potencial para implante, com o objetivo de comparação e obter uma maior precisão nas medidas nessas imagens, cujas variações são inerentes e dependentes de diversos fatores.

Já Parnia *et al.* (2010) são bastante descrentes com relação à avaliação clínica do remanescente ósseo e a avaliação radiográfica com apenas imagem bidimensional. Estes autores analisam algumas técnicas no atendimento clínico para avaliação do tecido ósseo residual como: o osteometer que é um dispositivo de

medição física, porém inadequado para medição na região submandibular; o modelo de gesso também é um meio de avaliação limitada, pois a anatomia avaliada é limitada pelo soalho da boca e a apalpação clínica, que é um método pouco confiável mesmo com um operador experiente. A preocupação com a precisão e a imagem tridimensional se deve ao risco de dano à fossa submandibular, ao canal mandibular e outras estruturas anatômicas em cirurgia de implantes ou exodontias de terceiros molares, pois são questões para as quais podem ser tomadas ações legais contra o cirurgião.

Muitos cirurgiões ainda usam a panorâmica e/ou periapical como a(s) única(s) técnica(s) radiográfica(s) para planejamento em implante, mesmo sabendo da limitação bidimensional, na ampliação e sobreposição inerente ao método radiográfico. Essa opção se deve, normalmente, muito mais ao custo do exame do que a dose efetiva de radiação. Mas, vale ressaltar que, como já foi mencionado, a estabilidade inicial e o sucesso da cirurgia dependem tanto da largura quanto do comprimento. Além disso, durante o procedimento há uma série de fatores (posicionamento, inclinação da inserção, cooperação por parte do paciente, visibilidade, entre outros) que tornam a cirurgia complexa e passível de falhas.

Quanto mais preciso o método radiográfico, menos um risco e melhor a previsibilidade e segurança. Analisando os métodos com relação a este critério, a Tomografia Computadorizada (Fan Beam e Cone Beam) foram, na maioria das pesquisas, muito coerentes com as medidas reais em crânio seco. Já a tomografia convencional, apresenta normalmente uma variação regular e aceitável. As periapicais, quando bem executada a técnica do paralelismo e utilização de esferas de tamanho padrão são meios baratos e de fácil acesso para o paciente. No entanto o tamanho da película e a falta de informação transversal são limitantes da técnica. Enquanto que na radiografia panorâmica, o campo de visão é amplo, mas a magnificação da imagem é inerente a técnica e variada de acordo com uma série de variáveis como: morfologia mandibular, posicionamento, aparelho e sobreposição de estruturas, que tornam a avaliação radiográfica pré-cirúrgica precária de informações. Artifícios para controlar a variação de ampliação são métodos válidos na mensuração vertical, mas nem sempre compensam as sobreposições de estruturas.

Um fator a ser considerado é o custo financeiro do exame. O valor de uma radiografia periapical e panorâmica chega a ser aproximadamente 20 e 5 vezes menos , respectivamente, o valor de um exame transversal. Mas deve-se pesar o custo benefício e também a quantidade e qualidade de informações de cada exame

Contudo, justificar a não indicação de uma tomografia, com base na dose de radiação e o princípio ALARA, pode ser um excesso de cuidado, mas também uma discordância com os outros princípios citados anteriormente. O bom senso, a experiência, o conhecimento e a necessidade do paciente deverão ser os princípios determinantes da(s) técnica(s) radiográfica(s) de escolha para o planejamento.

6. CONCLUSÃO

Pôde-se concluir, através dos achados desta pesquisa baseada em revisão de literatura que:

- O diagnóstico por imagem é uma parte integral do tratamento com implante dentário para o planejamento pré-operatório, intra e pós-operatório;
- A precisão, a necessidade do paciente, o custo-benefício e dose são fatores relevantes na escolha de imagem pré-operatórias;
- Radiografias Cefalométricas e oclusais não são adequadas para planejamento em implante;
- A radiografia panorâmica é o método de primeira escolha no planejamento, não deverá ser o único;
- Periapicais são úteis na avaliação pré-cirúrgica;
- O uso de esferas para calibrar a magnificação em periapicais e panorâmicas é válido, mas não é suficiente;
- Imagens transversais são cada vez mais consideradas como essenciais para a colocação apropriada de implantes, principalmente em casos de reabilitação complexas.
- A tomografia convencional é uma opção de imagem tridimensional;
- As técnicas de Tomografia Computadorizadas apresenta alta precisão;
- Não há diferença de qualidade de imagem estatisticamente significativa entre o TCCB e TCFB

REFERÊNCIAS

- ANGELOPOULOS, C.; THOMAS, S.; HECHLER, S.; PARISSIS, N.; HLAVACEK, M. Comparison Between Digital Panoramic Radiography and Cone-Beam Computed Tomography for the Identification of the Mandibular Canal as Part of Presurgical Dental Implant Assessment. *J Oral Maxillofac Surg.* New York, v. 66, p. 2130-2135, jun 2008.
- BOLIN, A.; ELIASSOM, S.; BEETZEN M.; JANSSON, L.. Radiographic evaluation of mandibular posterior implant sites: correlation between panoramic and tomographic determinations. *Clinical Oral Implants Research.* Huddinge, vol. 7, n. 4. p. 354-359, 1996.
- BROOKS, S. L. Radiation Doses of Common Dental Radiographic Examinations: A Review. *Acta Stomatol Croatic.* Michigan, v. 42, n. , 207-217, agosto 2008.
- CATTANEO, P. M.; MELSEN, B. The use of Cone-Beam computed tomography in an orthodontic department in between research and daily clinic. *World Journal of Orthodontics.* Denmark, vol. 9, n. 3, p. 269-282, 2008.
- CAVALCANTI, M. G. P. *Diagnóstico por Imagem da Face.* 1.ed. São Paulo, Livraria Santos, 2008. 393p.
- COMANDULLI, F.; DINATO, J. C.; DULTRA, V.; SUSIN, C. Correlação entre a radiografia panorâmica e tomografia computadorizada na avaliação das alturas ósseas no planejamento em implantodontia. *Cienc Odontol Brás.* Porto Alegre, v.8, n.2, p. 54-59, abr/jun 2005.
- DINIZ, A. F.; MENDONÇA, E.; LELES, C. R., GUILHERME, A. S.; SILVA, M. A. Changes in the pre-surgical Treatment Planning Using Conventional Spiral Tomography. *Clin. Oral Impl. Res.* Goiânia, v.1, n. 9, p. 249–253, 2008.
- DREISEIDLER, T.; MISCHKOWSKI, R. A.; NEUGEBAUER, J.; RITTER, L.; ZÖLLER, J. E. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.* Cologne, v. 24, n.2, 2009.
- DULA, K.; MINI, R.; STELT, P. F.; BUSER, D. The Radiographic Assessment of Implant Patients: Decision-making Criteria. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.* Berne, vol. 16, n. 1, p. 80-89, 2001.
- FREI, C; BUSER, D; DULA K. Study on the necessity for crosssection imaging of the posterior mandible for treatment planning of standard cases in implant dentistry. *Clin. Oral Impl. Res.* Berne, v.1, n.5, p. 490–497, 2004.
- FREITAS, A.; ROSA, J. E.; SOUZA, I. F. *Radiologia Odontológica.* 6 ed. São Paulo, Artes Médicas, 2004. 833p.

FLANAGAN, D. A Comparison of Facial and Lingual Cortical Thicknesses in Edentulous Maxillary and Mandibular sites Measured on Computerized Tomograms. *Journal of Oral Implantology*. Willimantic, v.34, n.5, p. 256-258, 2008.

GERRERO, M. E.; JACOBS, R; LOUBELE, M; SCHTYSER, P; *et al.* State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Invest*. Leuven, vol.10, n. p.1-7, 2006.

GOMEZ, G. R.; LUKAS, D.; BENIASHVILI, R.; SCHULTE, W. Area-Dependent Enlargement Ratios of Panoramic Tomography on Orthograde Patient Positioning and Its Significance for Implant Dentistry. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. Tübingen am Neckar, v. 14, n. 2, p. 248-257, 1999.

JACOBS, R; MRAIWA, N.; STEENBERGHE, D; SANDERINK,G; QUIRYNEN. Appearance of the mandibular incisive canal on panoramic radiographs. *Surg Radiol. Anat*. Leuven, vol.26, n. 4, p. 329-333. 2004.

KAYA, Y.; SENCIMEN, M.; SAHIN, S.; OKCU, K. M.; DOGAN, N.; BAHCECITAPRA, M. Retrospective Radiographic Evaluation of the Anterior Loop of the Mental Nerve: Comparison Between Panoramic Radiography and Spiral Computerized Tomography. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. Ankara, v. 23, n. 5 , p. 919-925, 2008.

KIESER, J.; KUSMANOVIC, D.; PAYANE, A.; DENNISON, J. HERBISON, P. Partterns of emergence of the human mental nerve. *Archives of Oral Biology*. Otago, v. 47, p. 743-747, 2002.

LAM, E. W. N.; RUPRECHT; YANG, J. Comparison of two-dimensional orthoradially reformatted computed tomography and panoramic radiography for dental implant treatment planning. *J Prosthet Dent*. Iowa, v.74, n. 1, p. 42-46, July, 1995.

LEKHOLM, U & ZARB G. Patient selection and preparation Tissue Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry. *Quintessence Publishing Company*, Chicago, p.199–209, 1985 apud MISCH, Carl E. *Implantes dentais contemporâneos*. 3. ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2008. 1102p.

LIANG, H.; TYNDALL, D. A., LUDLOW, J. B.; LANG, L. A.; NUMM, M.. Accuracy of mandibular cross-sectional imaging with tunedaperture computed tomography (TACT), iteratively reconstructed TACT, and multidirectional, linear, and transverse panoramic tomography. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Phathology*. Dallas, v. 91, n. 5, p. 594-602, may 2001.

LINDH, C.; PETERSSON, A. Radiologic Examination for Location of the Mandibular Canal: A Comparison Between Panoramic Radiography and Conventional Tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. v. 4, p. 249-253, Mar, 1989.

LIU, T.; XIA, B., GU, Z. Inferior alveolar canal course: a radiographic study. *Clin. Oral Impl. Res.* Zhejiang, v. 2, n. 0, p. 1212–1218, Mar, 2009.

MISCH, Carl E. *Implantes dentais contemporâneos*. 3. ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2008. 1102p.

MONSOUR, P & DUDHIA, R. Implant radiography and radiology. *Australian Dental Journal*. Brisbane, vol.53, n.1, p.11-25, 2008.

MORAIS, J. A. N.; LOFFREDO, L. C.; SCAF, G. A survey of radiographic measurement estimation in assessment of dental implant length. *Journal of Oral Implantology*. Araraquara, vol. 33, n. 4, 2007

NAITOH, M.; NAKAHARA, K.; SUENAGA, Y.; GOTOH, K.; ARIJI, E. Comparison between cone-beam and multislice computed tomography depicting mandibular neurovascular canal structures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. Nagoya, v. 1, n. 09, p.25-31, jan, 2010.

PARNIA, F.; FARD, E. M.; MAHBOUB, F.; HAFEZEQORAN, A.; GAVGAGANI, F. E. Tomographic volume evaluation of submandibular fossa in patients requiring dental implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. Tabriz, v.109, n.1, p. 32-36, jan. 2010.

PEKER, I.; ALKURT, M. T.; MIHCIOGLU, T. The Use of 3 Different imaging Methods for the Localization of the Mandibular Canal in Dental Implant Planning. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. Ankara, v.23, n. 3, p.463-470, jan.2008.

REDDY, M. S.; WANG, C. Radiographic Determinants of Implant Performace. *Adv Dent Res*. Alabama, v.13, p.136-145, June,1999.

ROCKENBACH, M. I. B.; SAMPAIO, M. C. C.; COSTA, L. J. ; COSTA N. P.. Evaluation of mandibular implant sites: correlation between panoramic and linear tomography. *Brazilian Dental Journal*. Ribeirão Preto, vol. 14, n. 3, p. 209-213. 2003.

ROTHMAN, S. L. *Dental Applications of Computerized Tomography: Surgical Planning for Implants Placement*. 1ed. Carol Stream: Quintessence books, 1998.246p

SCHROPP, L.; STAVROPOULOS, A. GOTFREDSEN, E.; WENZEL. Calibration of radiographs by a reference metal ball affects preoperative selection of implant size. *Clin Oral Invest*. Venecylyst vol. 13; n.4; p. 375-381, 2009.

TALABANI, N. A.; GATAA, I.S.; JAFF, K.. Precise computer-based localization of the mental foramen on panoramic radiographs in a Kurdish population. *Oral Radiol*, Hurdistan, vol 24, n, p.59-63, 2008.

TEIXEIRA, L. M. S.; REHER, P; REHER, V. G. S. *Anatomia aplicada à odontologia*. 2.ed. Rio de Janeiro, Ganabara Koogan, 2008. 454p.

TYNDALL, D. A.; BROOKS, S. L.; HILL, C.; ARBOR, A. Selection criteria for dental implant site imaging: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral surgery oral Medicine Oral Pathology*. Michigan, v. 89, n.5, p.630-637, may 2000.

TURKYILMAZ, I; TOZUM, T. F.; TUMER, C.. Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography. *Journal of Oral Rehabilitation*. Ankara, vol.34, n.4, p.267-272, 2007.

VAZQUEZ, L.; SAULACIC, N.; BELSER, U.; BERNARD, J. Efficacy of panoramic radiographs in the preoperative planning of posterior mandibular implants: a prospective clinical study of 1527 consecutively treated patients. *Clin. Oral Impl. Res.* Geneva, v.1, n. 9, p. 81-85, 2008.

WATANABE, H.; ABDUL, M. M.; KURABAYASHI, T.; AOKI, Hideki. Mandible size and morphology determined with CT on a premise of dental implant operation. *Surg. Radiol. Anat.* Tokyo, vol. 32, n. 4, p. 343-349, set., 2009.

WHITE, S. C.; PHAROAH, M. J. *Radiologia Oral: Fundamentos e interpretação*. 5. ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2007. 724p.