ALYNNE VIEIRA DE MENEZES

INFLUÊNCIA DA INCLINAÇÃO DA MANDÍBULA EM MEDIDAS DO REBORDO ALVEOLAR EM EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO PARA IMPLANTES

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Doutor em Radiologia Odontológica.

Orientadora: Profa. Dra. Solange Maria de Almeida

Área de concentração: Radiologia Odontológica.

PIRACICABA

2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA

BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

M524i

Menezes, Alynne Vieira de.

Influência da inclinação da mandíbula em medidas do rebordo alveolar em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico para implantes / Alynne Vieira de Menezes. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2010.

Orientador: Solange Maria de Almeida.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Implantes dentários. I. Almeida, Solange Maria de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Cone beam computed tomography for dental implants: influence of the mandibular positioning on the bone height and widht

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Dental implants

Área de Concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Doutor em Radiologia Odontológica

Banca Examinadora: Solange Maria de Almeida, Adriana Dibo da Cruz, Solange Aparecida Caldeira Monteiro, Frab Norberto Boscolo, Plauto Christopher Aranha Watanabe

Data da Defesa: 08-06-2010

Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica

UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 08 de Junho de 2010, considerou a candidata ALYNNE VIEIRA DE MENEZES aprovada.

Profa. Dra. SOLANGE MARIA DE ALMEIDA

Profa. Dra. ADRIANA DIBO DA CRUZ

Profa. Dra. SOLANGE APARECIDA CALDEIRA MONTEIRO

Prof. Dr. FRAB NORBERTO BOSCOLO

Prof. Dr. PLAUTO CHRISTOPHER ARANHA WATANABE

Eis que chegou o momento de expressar sinceros agradecimentos a muitos e tantos adorados familiares e amigos – tanto aos 'velhos' e queridos quanto aos que se revelaram ao longo desse tempo.

Bem sei que corro o risco de não dar conta desse 'MUITÍSSIMO OBRIGADA' como é merecido, porque será difícil expressar toda a satisfação que sinto em poder compartilhar com vocês tantos graças recebidas.

Se o desafio era enorme, as motivações eram sempre grandiosas, somadas às espontâneas generosidades que se fizeram presentes e tornaram possível a transformação de instantâneos momentos de angústia e sofrimento em uma estrada larga, cuja base é a busca eterna pela tão sonhada felicidade. E sem dúvida alguma, sem as bênçãos de Deus e a proteção de Nossa Senhora Auxiliadora, e o apoio, o estímulo, a compreensão, o afeto e a amizade de tantas pessoas queridas, eu não estaria aqui alcançando mais esse sonho.

Assim sendo, dedico algumas palavras àqueles que fazem parte da minha história, direta ou indiretamente ou, ainda, pelo fato de simplesmente existirem.

Dedicatória

***A Deus**, meu Criador e esteio, agradeço a vida, a saúde, os dons, talentos e virtudes, com os quais me abençoou. Agradeço também as limitações, dificuldades, as falhas e, sobretudo, a força e coragem para tentar superá-las. A ELE, meu eterno louvor!*

Agradecimentos especiais

Aos meus pais, ***Aldenir e Lucia****, minha origem e meios auto-instituídos para alcançar meus fins. Devo-lhes o SIM à minha vida, o aprendizado dos primeiros passos e a forma segura de caminhar na vida. Que vocês continuem sendo exemplo, seta e caminho a ser seguido.*

"Ser pai, ser mãe é um constante desenvolvimento de potenciais conhecidos e desconhecidos. Não falarei sobre perda da liberdade, pois poucas coisas celebram mais essa palavra misteriosa e tantas vezes mal comercializada, que a escolha consciente de abrir mão de um pedaço dela em nome de um filho.

Saber abrir mão, aliás, está entre os talentos a serem desenvolvidos pelos pais. Tão difícil em épocas quando tantos punhos se fecham. Mas pais são pais em qualquer época.

Abre-se mão, um dia, até mesmo do destino do filho que, em algum momento, decide tomar sua própria vida pelas rédeas. Para que ele possa transformar, assim, essa outra palavra misteriosa, destino, em algo menos nebuloso. "

(*Alessandro Martins e Júlia Rodrigues*)

OBRIGADA!...

...Pelo sorriso nos momentos em que as lágrimas teimaram em cair

...Pelo sacrifício dos seus sonhos em favor dos nossos

...Pelo incentivo ao nas horas que os ideais pareciam inatingíveis

...Pela certeza de que nunca estive só.

Dizer *Muito Obrigada* ainda é pouco

Diante desse amor incondicional e imensurável

É mais uma etapa vencida e, sem vocês,

com certeza, essa vitória não seria possível!

Aos meus irmãos, ***Alyanne e Alysson****, presentes de Deus para mim. Agradeço-lhes a honra de sentir-me estímulo para a vontade de ir além do mais fácil.*

"Sem sonhos as perdas se tornam insuportáveis,
as pedras do caminho se tornam montanhas,
os fracassos se transformam em golpes fatais.
Mas, se tivermos grandes sonhos... seus erros produzirão
crescimento,seus desafios produzirão coragem"
(Augusto Cury)

Par isso, meu ardente desejo é que vocês NUNCA DESISTAM DE SEUS SONHOS!

Ao meu namorado, ***Luciano****, AMOR-AMIGO que me apóia, estimula, colabora e evolui comigo, na busca da realização pessoal e profissional.*

O amor não tem fim, quando ele chega vem pra ficar
Tira razão, só fica emoção;
Não adianta, é se entregar ao amor,
É amor pra valer; Muita paz, muita paz pra viver.
Quando eu te vi no meu olhar,
Ardente com a luz do sol, incendiou meu coração
Mas eu não pude resistir; o jeito era se entregar
E te dá meu coração
Hoje é assim; uma história sem fim;
De muita amizade, respeito e muito amor
Muito amor, é amor pra valer;
É paixão, é paixão, pode crer!

Agradecimentos

A Profa. Dra. Solange Maria de Almeida que acompanha a minha formação desde o Mestrado e tem me conduzido como Orientadora no Doutorado, estimulando-me e contribuindo com a experiência e a calma necessária para buscar as soluções adequadas a cada problema que se apresenta, ajudando-me a superar as dificuldades para transpor os obstáculos que dificultam a consecução dos objetivos propostos. Muito obrigada pela compreensão primordial nessa fase final do Doutorado, ajudando-me a superar as situações limites de prazo, estimulando-me a seguir em frente.

Ao Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo, que colaborou não somente com a sua sabedoria, mas com o seu equilíbrio e tranqüilidade, e com o seu jeito ímpar de ser nos mostrar que somos capazes de alçar grandes vôos.

Ao Prof. Dr. Francisco Haiter Neto que mesmo com as atividades de diretor, mostrou-se sempre aberto a responder os meus questionamentos, estimulando sempre a elaboração de novas indagações. Espelho-me muito no senhor.

Aos eternos professores e agora companheiros de trabalho, Lucio Kurita e Osmar Vasconcelos, que descortinaram diante de mim a Área de Radiologia Odontológica, pelo apoio e incentivo na escolha deste caminho. Obrigada pela confiança que têm depositado em mim. Dr Osmar sempre atencioso, cuidadoso, preocupado. Um pai! Foi muito prazeroso trabalhar na UNIFOR com o senhor. Kurita, me aguarda que estou chegando para tornar a Radiologia da UFC uma referência. Quanta pretensão, mas sei que com o seu profissionalismo e intelegência, isso é perfeitamente capaz!

Uns são homens; Alguns são professores;Poucos são mestres.
Aos primeiros, escuta-se; Aos segundos, respeita-se; Aos últimos, segue-se.
Se hoje enxergo longe,
É porque fui colocado em ombros de gigantes!
(Desconhecido)

À professora Gláucia Ambrosano, por sua disponibilidade sempre que precisei. Um dia quem sabe, ainda seguirei seus passos na estatística!

Aos professores membros da banca do exame de qualificação, Profa Déborah Freitas, Prof Frab Bóscolo e Profa Luciana Aspirino que abriram o caminho da defesa desta tese de doutorado.

Aos professores membros da banca de defesa, que prontamente aceitaram o convite, e se disponibilizaram a participar desse momento, mesmo em uma situação atípica.

Aos meus avós. Não canso de agradecer os pais maravilhosos que me deram! Sei que onde quer que estejam, abençoam a minha felicidade!

À toda minha família, pelos momentos de ausência e por compartilharem comigo todas as vitórias!

Em especial, agradeço a torcida incondicional, o apoio incontestável e a vibração com toda e qualquer conquista dos meus tios Josias, Técia e Maria, primos Emanuell, Isabella e Lilian e prima-tia-amiga Mirene. À prima Bella, agradeço ainda por todos os vídeos que me fizeram chorar de emoção e que marcaram os momentos de vitória.

À Karol e Jackie pelos momentos de ausência mesmo quando quis me fazer presente. Que Deus ilumine os passos de vocês!

À Faculdade Católica Rainha do Sertão pelo acolhimento e confiança depositada em mim, enquanto professora em início de carreira. Sem dúvida, amadureci bastante e a experiência adquirida tem ajudado muito na minha caminhada.

Aos amigos da Católica de Quixadá:

Carlos Eduardo, Denise, Denilson, Ivana, Jô, Júlio, Kátia Molécula, Marcelo, Patricia, Paula, Sormani,, Tácio, Thais, Tiago, pela troca de experiências e companheirismo que possibilitou um convívio agradável durante a jornada quixadaense.

Aos eternos amigos da divertida carona da quarta-feira, Daniel, Walter, Lia, Ivan, pelos momentos de descontração que tornavam a viagem mais prazerosa.

À Marinádia, que sempre muito atenciosa, foi fundamental pra que eu não "pirasse" com as defesas do TCC. Saudades das nossas conversas!

À profa Carmem Piagge e ao prof. Franscisco Luchesi, na qualidade de coordenadores do curso, pela liberação e aos professores Daniel de Sá, Tácio Pinheiro, Adriana Skeff, por terem me substituído nas tarefas do dia a dia durante as minhas idas a Piracicaba

Aos meus queridos alunos. Espero ter despertado em vocês a vontade de correr atrás do conhecimento. Aprendi muito com todos vocês!

Não poderia deixar de agradecer aos ex-católica: Seu Fabio, Karuzita, Mario, Bruno, Hilmo, Marcelinho, Rodrygo. Por mais que não tenhamos tido oportunidade de conviver tanto durante a fase de FCRS, a amizade permanece.

À Universidade de Fortaleza – UNIFOR que colocou diante de mim, na graduação professores brilhantes e exemplares que confirmaram o meu desejo de enveredar no ensino superior e me estimularam a prosseguir nos estudos de pós-graduação. Sem dúvida nenhuma, fazer parte hoje do corpo docente, é um sonho realizado.

À todos os meus professores da graduação que abriram as portas da ODONTOLOGIA para mim e dos quais tive a honra de tornar-me colega, na UNIFOR. Deixo aqui um agradecimento especial, a Sandrinha, Dr Juviano, Roberta, Eveline e ao contemporâneo Fernando André pelo apoio dado e por terem entendido as minhas ausências.

Ainda no grupo UNIFOR, agradecer o carinho e a torcida dos professores Sergio Pereira, Carla Kuroki, Mariana Farias (Maricota), Eduardo Gurgel, Marlio Ximenes, Solange Saito e sem esquecer da Marcinha, Rosane e Vitória.

"Ninguém passa pela nossa vida à toa.
Todo aquele que cruza o nosso caminho deixa um pouco de si
E leva um pouco de nós" (Juliano Sartori)

Aos colegas que se fizeram amigos, ao longo da minha jornada, pela torcida e vibração com as vitórias, especialmente:

À turma do doutorado idoso, Adriana, Dani, Dani Pita, Ellen, Flávia, Letícia, Luis e Maria que dividiram comigo os mesmos sonhos e expectativas do doutorado com muita determinação e companheirismo.

Aos colegas de doutorado (velho e novo) e a turma de mestrado pela recepção agradável toda vez que vou a Piracicaba. Não tive muita oportunidade de conviver com vocês, mas sei que nos encontraremos nos congressos e daremos boas risadas!

À Ellen, Maria, Dani Pita, amizades que se fizeram nascer durante o mestrado e que permacerão.Fica aqui então uma grande saudade!

Agradeço afetuosamente, à amiga, Flávia, sempre prestativa e atenciosa. Um poço de conhecimento, uma pesquisadora nata! Obrigada por todas as conversas, conselhos, idéias, que me animaram a prosseguir na busca do conhecimento inacabado e seguir em busca do doutorado. Sua ajuda foi incontestável na realização desse trabalho. Espero que possamos continuar trabalhando juntas!

À amiga Dani Pita, pela acolhida na sua casa, pelos momentos de diversão, pelos papos sérios, pela torcida, estímulo e estimada ajuda. Nunca esqueça que podem contar comigo!

À amiga Dani. Nossa convivência em Piracicaba foi breve, mas nossa amizade vem de longa data, e sei que apesar de mais afastadas, o carinho permanece.

Às "finas" (Carla, Carol e Débora) e à Deborah que além da amizade me ofereceram hospedagem na casa e acolhimento no coração.

A Bia Bezerra, Fernanda, Lóci, Patfu e Rê por terem se tornado especiais para mim, com as suas singularidades e formas de ser. Em alguns momentos nos completamos em outros crescemos sobre as diferenças. Piracicaba não é a mesma sem vocês.

"De todos fica a saudade, o aperto no peito,
os momentos que partilhamos, os sonhos que sonhamos.
De tudo ficará também aquele sorriso de encontro.
De tudo que fomos saudade!
Para tudo que sejamos, força, coragem!" (Desconhecido)

A "gangue" Juliana Lemos, Juliana Vilela, Milena, Mirela e Raquel que vêm caminhando comigo desde a graduação e cuja amizade mais se fortalece com o passar do tempo. Acredito muito que a nossa amizade é do tipo "para sempre".

À amiga Lina, que mesmo de longe, mantém o contato e o carinho. Você sabe que tem uma participação especial na minha entrada na UFC. Sua hora vai chegar em breve!

Ao querido grupo de amigas cocotas, em especial, Alana, Carol Lorão, Carol Stefanie, Chelinha, Ju Galega, Ju Lemos, Milena, Raíssa, Soraia, Suellen, Tati. "Hoje formamos praticamente uma irmandade onde impera o companheirismo, o carinho e a

amizade sincera que temos umas pelas outras. É muito difícil encontrar uma turma tão grande em que todas se dêem super bem, sem segregações ou intrigas! Sou muito feliz em ter amigas como vocês sempre ao meu lado e tenho certeza que todas compartilham desse mesmo sentimento." (Carolina Peixoto)

À amiga Bia Neves, pelas horas de conversa ao telefone, por me entender, me apoiar, me estimular, me ajudar, por acreditar em mim, e fazer com que eu também acredite. E olha que funcionou! O carinho também se estende a toda sua família, Tia Olivete, Tio Gilberto, Bruno, que me recebem tão bem, fazendo com que eu me sinta em casa!

À Jullys que tem muitas horas de caminhada comigo e sempre se mostrou disponível, me dando carão, puxão de orelha, e ajudando em momentos importantes como agora lendo e revisando minha tese!

Ao Gilberto por colaborar tanto comigo para que eu possa alçar meus vôos, numa demonstração incontestável de amizade verdadeira e desinteressada.

À todos da família Dental Imagem, em especial: Custódio, Gilberto, Ivamar, Kuroki, Lolita, Nídia e Nilo pela prazerosa convivência. Tô voltando!

Agradecimento especial ao Custódio, pela disponibilidade e ajuda imprescindível com as imagens avaliadas. Sua ajuda foi fundamental para a realização deste trabalho.

Às amigas, Jane Eyre, Janice, Lorena, amigas de longa data, que embora nem sempre por perto, sei que vibram com minhas vitórias. É muito bom perceber que nossa amizade resiste ao tempo e ao contato diário.

À Roberta pela amizade e solicitude, e agora a Luciane, que nesse momento de grande aperreio, se mostrou super disposta a ajudar.

Aos O'Sullivan, sementes colocadas em meu caminho, no tempo certo.

Aos anjos colocados no meu caminho durante o desafio da prova da UFC, Clarisse, George, Renata, Saulo. É muito gratificante poder contar com alguém que pouco se conhece ou com quem pouco temos contato, e são nessas horas que temos certeza de que amigos existem....

Houve tempos em que precisei chorar, e vocês me consolaram.

Houve tempos em que sorri, e vocês sorriram comigo.

Houve tempos em que briguei, questionei e vocês me apoioram.

Houve tempos em que sonhei, lutei, acreditei e vivi intensamente muitas emoções.

E vocês, com uma amizade verdadeira estiveram ao meu lado,

enfrentando todos os obstáculos, compreendendo minhas ausências e

acreditando em mim e em meus ideais.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP e a todos que, junto a ela, contribuíram de alguma forma na consecução dos meus objetivos, sendo disponíveis às nossas solicitações.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior - CAPES - que viabilizou meu Mestrado e Doutorado através do apoio financeiro, deixo aqui expresso meu agradecimento pelo incentivo financeiro à minha inserção na pesquisa científica.

A todos que, mesmo importantes, cujos nomes surgirão após a impressão do trabalho e que não foram citados pela fragilidade da minha memória, meus agradecimentos e minhas desculpas....

“Nossas vidas não resultam de acontecimentos e ações aleatórias. O período de cada vida é cuidadoso e sabiamente planejado para nos dar uma oportunidade de aprendizagem e evolução”.

Brian Weiss

RESUMO

A utilização de implantes dentários para a reabilitação de regiões edêntulas é uma das atividades mais crescentes da Odontologia e a utilização de imagens é um fator essencial para se alcançar o almejado sucesso. Vários métodos de imagem vêm sendo utilizados com esse propósito e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) vem se estabelecendo como um dos métodos promissores nesse sentido, pois se trata de um método confiável, capaz de produzir imagens em tamanho real, sem sobreposição e com dose de radiação menor que a tomografia computadorizada *fan beam*. Neste trabalho teve-se como objetivo avaliar a influência da posição da mandíbula na realização de medidas da altura e da espessura de sítios implantares em cortes ortorradiais de TCFC. Para tanto, foram utilizadas 10 mandíbulas maceradas, sendo obtidas imagens utilizando-se o tomógrafo de feixe cônico i-CAT. Foi realizada uma única imagem de cada mandíbula e a partir dessa imagem, os cortes ortorradiais foram obtidos considerando-se 3 diferentes posições: 1: base da mandíbula paralela ao plano horizontal (Posição Normal - PN); 2: base com inclinação de +10° (Posição Superior - PS) e 3: com inclinação de -10° (Posição Inferior - PI). A altura e a espessura óssea de cada região foram mensuradas por um único examinador e os dados obtidos nos grupos experimentais (PS e PI) foram comparados com os dados obtidos do grupo controle (PN) usando a análise de variância two-way (α=0,05). Os valores médios de altura e de espessura ósseas não variaram significativamente entre as posições inclinadas (PS e PI) e a posição padrão (PN), o que permite concluir que nas inclinações avaliadas, a direção do plano axial não influenciou nas medidas obtidas.

Palavras-chave: implante dentário, tomografia computadorizada de feixe cônico, mandíbula

ABSTRACT

Dental implants have became part of routine treatment plans in many cases of edentulous patients and an important part of preimplant examination is provided by images of the existing bone structures in addition to the clinical findings. Several imaging modalities have been used for preimplant assessment and the cone-beam computed tomography may indeed be the next major advancement, since provides clinicians with accurate images of high diagnostic quality with relatively short scanning times and a reported radiation dose lower than fan beam computed tomography. The aim of this present study was to investigate the influence of mandibular inclination on the measured height and width of the cortical bone in reformatted cross-sectional cone beam computed tomography. Ten human dry mandibles were scanned with dental CBCT (i-CAT). It was performed only one scan of any mandible and reformatted cross-sectional scans were obtained at three different positions: (1) parallel to the lower border of the mandible (standard position); (2) with a inclination of +10° (Upper Position) and (3) with a n inclination of -10º(Lower Position). The alveolar bone height and width were measured for one examiner and data subjected to two-way analysis of variance and to compare the means obtained for the experimental groups (UP and LP) with the control group (standard position) (α=0,05). Mean values of bone height and width did not varied significantly between the inclined (UP and LP) and the standard positions. It could be concluded that in the positions analyzed, the direction of the axial planes did not influence the measurements obtained.

Keywords: dental implant, cone beam computed tomography, mandible

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	***1***
2 REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 DIAGNÓSTICO POR IMAGEM EM IMPLANTODONTIA	***4***
2.1.1 Tomografia Computadorizada	***9***
2.1.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico	***17***
2.2 EFEITO DA POSIÇÃO DA CABEÇA NAS REFORMATAÇÕES ORTORRADIAS	***25***
3 PROPOSIÇÃO	***34***
4 MATERIAL E MÉTODOS	***35***
4.1 SELEÇÃO DAS REGIÕES AVALIADAS	*35*
4.2 OBTENÇÃO DAS IMAGENS	*36*
4.3 MENSURAÇÕES NAS IMAGENS ORTORRADIAIS	*39*
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	*40*
5 RESULTADOS	***41***
6 DISCUSSÃO	***43***
7 CONCLUSÃO	***51***
REFERÊNCIA	***52***
ANEXO	***59***

1 INTRODUÇÃO

Os implantes osseointegrados são cada vez mais defendidos como opção de tratamento para o edentulismo maxilar, sendo, muitas vezes, defendido como o tratamento de escolha. Para que o sucesso em Implantodontia seja alcançado, o diagnóstico e o plano de tratamento são tão importantes quanto a 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 sendo, 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, o plano de tratamento deve ser embasado com uma avaliação radiográfica apropriada do rebordo ósseo edêntulo e do local em potencial que receberá o implante. Por meio de exames por imagem o cirurgião deverá avaliar a quantidade e a qualidade do osso remanescente, sua morfologia e inclinação, bem como relacioná-las com as estruturas anatômicas subjacentes e internas (Vazquez *et al*. 2008).

Por muito tempo, 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 vestíbulo-lingual do osso remanescente (Garg, 1999). Dessa forma, o uso de imagens que forneçam uma visão ortogonal da arcada tem sido considerado de fundamental importância no

planejamento pré-operatório de implantes (Tyndall & Brooks, 2000; Bou Serhal *et al*. 2002, Frei *et al*. 2004).

Os avanços tecnológicos ocorridos nos métodos de diagnóstico por imagem, somados aos já existentes, têm promovido um novo impulso para o desenvolvimento da Odontologia, principalmente com a introdução da tomografia computadorizada (TC), inicialmente empregada apenas para o diagnóstico médico. A TC apresenta as vantagens de eliminar as sobreposições, de apresentar uma magnífica resolução atribuída ao grande contraste da imagem e a possibilidade da reformatação multiplanar (reconstrução nos planos axial, coronal, sagital e ortorradiais (cortes oblíquos, transversais, parassagitais ou transaxiais), assim como obter uma visão tridimensional da estrutura de interesse. No entanto, algumas desvantagens como a limitada disponibilidade dos programas de reconstrução, o custo e as altas doses de radiação limitam o uso do exame de TC na Odontologia (Garib *et al*., 2007).

No final da década de 90 foi introduzido um novo conceito de tomografia computadorizada, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), representando 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 significantemente reduzida em comparação à TC *fan beam* (Scarfe *et al*., 2006).

Graças às essas inúmeras vantagens, esses métodos de imagem onde se obtêm cortes ortorradiais da arcada vêm sendo intensamente estudada no que diz respeito ao seu emprego para o planejamento de implantes, tanto em relação a sua aplicabilidade clínica, quanto à precisão das medidas executadas a partir de suas imagens.

Assim é importante considerar que alguns aspectos do protocolo de aquisição da imagem podem interferir na qualidade da imagem e na acurácia de medidas realizadas nas imagens ortorradiais como, por exemplo, o

posicionamento da cabeça do paciente, que não estando conforme preconizado como correto levará a obtenção de cortes oblíquos não perpendiculares à base da mandíbula, o que pode resultar em erros na estimativa do volume ósseo disponível (Kohavi *et al.,* 1997; Kim *et al*., 2003; Sforza *et al.,*2007; Freitas *et al*., 2009). Entretanto, apesar do efeito dos desvios no posicionamento da cabeça do paciente e consequentemente na obtenção dos cortes transaxiais virem sendo intensamente estudas quando se usa TC *fan beam*, não foi encontrado na literatura informações a respeito dos efeitos da inclinação da cabeça do paciente durante a reconstrução secundária do volume obtido com a TCFC, principalmente no que diz respeito ao resultado dessas variações nas reformatações ortorradiais, utilizadas para a determinação da altura e da largura do remanescente alveolar necessárias para a colocação de um implante dentário. Uma vez que a tecnologia da tomografia computadorizada médica difere da tomografia de feixe cônico em alguns aspectos, as características do desempenho de cada uma delas podem diferenciar entre si. Diferentemente da TC *fan beam*, a posição da cabeça do paciente durante a aquisição da imagem na TCFC não é tão crítica, uma vez que essa posição pode ser ajustada após a reconstrução das imagens, no entanto não se encontrou na literatura protocolos que explicassem a correta posição da mandíbula durante a interpretação das imagens no planejamento de implantes. Como a disponibilidade e o uso da TCFC têm aumentado continuamente se faz necessário embasar cientificamente as diretrizes do uso da TCFC na Odontologia.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DIAGNÓSTICO POR IMAGEM EM IMPLANTODONTIA

Desde os trabalhos pioneiros realizados com implantes osseointegrados por Branemark *et al. (*1977), o papel da radiografia pode ser considerado de extrema importância.

Vários são os tipos de exames por imagem que podem ser utilizados para a avaliação do sítio receptor do implante, variando desde simples imagens bidimensionais como a radiografia periapical, telerradiografia, radiografia panorâmica, até imagens mais complexas em múltiplos planos como a tomografia computadorizada, cada um apresentando vantagens e desvantagens associadas.

Segundo Frederiksen (1995) os exames radiográficos proporcionam o meio mais acurado com o qual o implantodontista pode avaliar as características morfológicas do sítio do implante, bem como avaliar a condição do implante no pós-operatório. A probabilidade de sucesso da terapia aumenta quando é realizada uma avaliação pré-operatória criteriosa da quantidade e qualidade do osso remanescente, sua morfologia, a inclinação do processo alveolar bem como a localização precisa de estruturas anatômicas críticas, o que inclui o seio maxilar, a fossa nasal, canal incisivo, canal mandibular e forame mentual (Vasquez *et al.* 2008).

Reinskin (1998) relata que a escolha do método de imagem para avaliação óssea antes da instalação do implante deve ser realizada com cautela, pois esta decisão deve ser baseada no conhecimento de que o local proposto para este fim contenha tecido ósseo estruturalmente saudável que suporte o processo de osseointegração. Além disso, é necessário conhecer as exatas dimensões do rebordo alveolar, as relações do osso e do futuro implante com os dentes adjacentes e antagonistas e a localização de estruturas anatômicas nobres em relação ao implante proposto.

Mupparapu & Singer (2004) consideram que um apropriado planejamento pré-cirúrgico, no qual a radiografia exerce papel primordial, é

fundamental para que se alcance um resultado satisfatório. O desenvolvimento de métodos de imagem precisos e o uso de *templates* permitem ao dentista realizar cirurgias de implante com relativa facilidade e previsibilidade.

Dados clínicos e imagens convencionais bidimensionais foram por muito tempo as ferramentas disponíveis para fornecer informações sobre quantidade de osso e a proximidade com estruturas anatômicas críticas, como os feixes vásculo-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 à implantodontia.

Miles & Van Dis (1993) e Frederiksen (1995) estudando o diagnóstico por imagem na implantodontia relatam que as radiografias periapicais tecnicamente corretas podem ser utilizadas em uma avaliação inicial dos pacientes, fornecendo imagens com grandes detalhes, sendo útil na determinação da altura aproximada bem como da distância para as estruturas anatômicas. As radiografias oclusais são capazes de demonstrar todo o processo alveolar dos arcos dentários fornecendo excelente informação sobre a largura vestíbulo-lingual do osso, porém sua forma não é aparente nesta técnica devido a sobreposição de estruturas da base da mandíbula, tornando-se então difícil obter informações a respeito das dimensões vestíbulo-lingual ou horizontal do processo alveolar. Para maxila, a radiografia oclusal tem sua imagem freqüentemente distorcida não sendo útil na determinação da largura do arco dentário. As radiografias panorâmicas têm sido extensamente utilizadas, pois permitem a determinação da dimensão vertical dos maxilares, revelando informações sobre a qualidade óssea, bem como a presença de anormalidades, porém devido a incidência ínfero-superior do feixe de raios x, ocorre uma ampliação diferente entre as imagens da maxila e da mandíbula.

Boeddinghaus & Whyte (2008) relatam que radiografias intraorais e a radiografia panorâmica são as técnicas radiográficas mais usadas na odontologia e quase sempre as únicas imagem requisitadas para detectar alterações dentárias. Ainda segundo esses autores, as radiografias periapicais convencionais

fornecem uma imagem bidimensional cuja vantagem é alta resolução espacial de 20 pares de linha por milímetro (lp/mm). Já a radiografia panorâmica produz com uma única rotação do feixe ao redor da cabeça do paciente uma imagem tomográfica curva de ambos os maxilares, permitindo a visualização da maxila e da mandíbula de uma só vez. É um exame útil e bastante prático para complementar o exame clínico, permitindo uma boa visualização dos tecidos duros, além de utilizar baixa dose de radiação. A resolução da imagem é de aproximadamente 5lp/mm, resolução esta bem inferior a das radiografias intraorais, mas suficiente para uma visualização geral das arcadas.

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).

No entanto, 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).

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 consequentemente para o sucesso em Implantodontia, já que a visualização do sítio implantar no sentido vestíbulo-lingual (ortogonal) é essencial (Tyndall & Brooks, 2000; Bou Serhal *et al.,* 2002; Frei *et al.,* 2004).

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 mésio-distal, vestíbulo-lingual e súpero-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 clinico; 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.

Em 2000, a Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial (AAROM) descreveu os critérios de seleção para imagens utilizadas no planejamento de implantes. Esta instituição assegurou que o sucesso de tratamentos com implantes é em parte, dependente da informação adequada sobre a estrutura óssea da região e que o uso de imagens que forneçam uma visão ortogonal da arcada é de fundamental importância no planejamento pré-operatório (Tyndall & Brooks, 2000).

Neste sentido, a tomografia convencional tem sido usada com algum sucesso no planejamento cirúrgico de implantes intra-ósseos, uma vez que fornece informações que a radiografia periapical e a radiografia panorâmica não fornecem como a visualização de imagens em secção transversal (ortogonais), permitindo ao cirurgião avaliar espessura e largura do rebordo alveolar além da relação espacial das estruturas anatômicas no sítio proposto para o implante (Williams *et al.*, 1992; Frederiksen, 1995).

Suas vantagens incluem custo moderado, ampliação uniforme, imagens ortogonais de qualquer ponto dos maxilares e geometria de imagem reproduzível quando adquirida com um cefalostato. Entre suas desvantagens pode-se destacar sua disponibilidade limitada, o maior tempo de exame e a necessidade de

treinamento e experiência significativa para interpretação de suas imagens (Tyndall & Brooks, 2000).

Lee & Morgano, em 1994, afirmaram que as vantagens da tomografia convencional são seu custo moderado, fácil acesso e baixo nível de radiação, contudo a orientação do arco dentário é algumas vezes difícil e impreciso, e a imagem pode ser distorcida caso ela não seja paralela ao plano de corte.

Ismail *et al*. (1995) desenvolveram um protocolo de rotina para o diagnóstico da avaliação de locais de implantes osseointegrados baseado na avaliação das arcadas, modelos em gesso e avaliação radiográfica. Segundo o protocolo, para produzir a imagem tomográfica real, o paciente deverá estar usando os guias radiográficos, devendo-se orientar cada local de implante perpendicular ao filme. Em seguida deve-se ajustar a camada de corte tomográfico por meio de marcas vestíbulo-linguais dos locais dos implantes, e obter as imagens com um feixe colimado. Os autores sugerem uma fórmula para determinar o fator de ampliação da imagem, e quando esse fator é considerado, é possível obter medidas precisas da quantidade de osso disponível em uma região específica para colocação do implante.

Frei *et al.,* em 2004, avaliaram a influência de imagens seccionais no planejamento e tratamento de implantes na região posterior da mandíbula. Foram avaliados 50 pacientes com necessidade de implantes na região posterior da mandíbula, sendo estes submetidos a realização de radiografias panorâmicas e exame de tomografia convencional espiral com o aparelho Cranex TOME, utilizando guias radiográficos nas regiões selecionadas, o que permitiu o cálculo da magnificação das imagens. Mensurações da altura óssea foram realizadas nas radiografias panorâmicas e nas imagens tomográficas corrigindo-se a magnificação das imagens, 1:1,27 para radiografia panorâmica e 1:1,52 para tomografia. As medidas realizadas nas radiografias panorâmicas e tomografias foram comparadas com as informações obtidas durante as cirurgias. Os autores encontraram concordância no plano de tratamento antes e após a avaliação com a tomografia em 96,1% dos casos, porém durante a cirurgia, em 16,9% dos

implantes foi necessário alteração do diâmetro, sendo que em nenhum dos casos o comprimento foi alterado.

2.1.1 Tomografia computadorizada

Devido as dificuldades ou limitações na obtenção de informações para o diagnóstico com o uso de radiografias convencionais, a tomografia computadorizada inicialmente empregada apenas para o diagnóstico médico, passou a ser empregada também para a avaliação da região dentomaxilofacial (Garib *et al*., 2007; Rodrigues & Vitrall, 2007). A TC difere da tomografia linear por tratar-se de uma aquisição volumétrica, ou seja, permite obter imagens tridimensionais, eliminado dessa maneira o borramento e a sobreposição de estruturas anatômicas, além da capacidade de diferenciar tecidos moles e estruturas ósseas.

Trata-se de um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação x e permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano em quaisquer uns dos três planos do espaço. Diferentemente das radiografias convencionais, que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios-x, a TC evidencia as relações estruturais em profundidade, mostrando imagens em "fatias" do corpo humano, permitindo enxergar todas as estruturas em camadas, principalmente os tecidos mineralizados, com uma definição admirável, permitindo a delimitação de irregularidades tridimensionalmente (Brooks, 1993).

Os aparelhos de tomografia computadorizada podem ser classificados em duas categorias, quanto à forma de emissão do feixe de raios X emitido: fan-beam ou de feixe em leque (TC *fan beam*) e *cone-beam* ou de feixe cônico (TCFC) (Scarfe *et al.,* 2006).

Desde os trabalhos iniciais realizados por Hounsfield, inúmeras inovações ocorreram nessa revolucionária tecnologia. Inicialmente utilizava-se 4,5 minutos para escanear uma fatia e mais 1,5 minuto para reconstruir a imagem no computador (Brooks, 1993). Com o avanço conseguido com os aparelhos atuais de tecnologia helicoidal, foi possível observar vantagens como uma melhor qualidade da imagem, tempo de aquisição mais curto e consequentemente

redução na dose de radiação que o paciente recebe nas exposições. (Garib *et al.* 2007).

A tomografia computadorizada tem três vantagens gerais importantes sobre a radiografia convencional: a primeira é que as informações tridimensionais são apresentadas na forma de uma série de cortes finos da estrutura interna da parte estudada. Como o feixe de raios está rigorosamente colimado para aquele corte em particular, a informação resultante não é superposta por anatomia sobrejacente e também não é degradada por radiação secundária e difusa de tecidos fora do corte que está sendo estudado. A segunda é que o sistema é mais sensível na diferenciação de tipos de tecido quando comparado com a radiografia convencional, de modo que diferenças entre tipos de tecidos podem ser mais claramente delineadas e estudadas. A radiografia convencional pode mostrar tecidos que tenham uma diferença de pelo menos 10% em densidade; já a tomografia computadorizada pode detectar diferenças de densidade entre tecidos de 1% ou menos. Uma terceira vantagem é a habilidade para manipular e ajustar a imagem após ter sido completada a varredura, como ocorre de fato com toda a tecnologia digital. Esta função inclui características tais como ajustes de brilho, realce de bordos e aumento de áreas específicas. Ela também permite ajuste do contraste ou da escala de cinza, para melhor visualização da anatomia de interesse (Rodrigues & Vitrall, 2007).

Anderson & Svart, em 1988, descreveram a possibilidade do uso da tomografia computadorizada no planejamento pré-operatório de implantes osseointegrados destacando as vantagens que este método apresenta sobre a tomografia convencional. Para os autores, as funções contidas no programa do tomógrafo Siemens Somatom DR-2, como mensurações, reformatações e ampliações, facilitaram a definição da morfologia dos arcos dentários, bem como as dimensões do remanescente ósseo. As imagens reformatadas panorâmicas e ortogonais, quando avaliadas conjuntamente, determinaram a exata posição e comprimento do implante a ser utilizado. A tomografia computadorizada representou uma economia no tempo de planejamento de um implante, não

existindo a necessidade de complementação do exame com radiografias convencionais.

Shimura *et al.,* em 1990, analisaram a forma padrão da maxila e mandíbula, no planejamento para implantes dentários em tomografia computadorizada. Os rebordos alveolares foram posicionados perpendiculares à mesa de trabalho do aparelho e obtido os corte axiais, e sobre eles, a reformatação das imagens panorâmicas e seccionais do rebordo alveolar pelo software Denta Scan. Os autores concluíram que ocorreu uma diminuição no risco de lesões traumáticas nas estruturas anatômicas nobres durante as cirurgias de implantes osseointegráveis quando se utiliza TC na avaliação pré-operatória.

Em 1993, Weinberg descreveu os fundamentos da TC e a inter-relação entre as reformatações ortorradiais, panorâmica e tridimensionais. Segundo esse autor, a obtenção de imagens reformatadas em tomografia computadorizada é uma ferramenta adicional para a orientação de implantes no que diz respeito ao melhor local, angulação, comprimento, inserção cirúrgica e orientação topográfica do osso residual. Para a obtenção da imagem, o paciente é posicionado em posição supina com o plano oclusal perpendicular ao plano horizontal. Baseado nesse plano de referência, são obtidas imagens bidimensionais denominadas de cortes transaxiais. Os dados dos cortes transaxiais originais são armazenados no computador e por meio de técnicas matemáticas, podem ser “remontados” em diferentes planos de orientação anatômica, além da possibilidade de serem reconstruídos tridimensionalmente. Através da utilização de programas de reconstrução, é possível obter sobre os dados dos cortes axiais originais dois tipos de imagens perpendiculares entre si: os cortes ortorradiais e o corte panorâmico, sendo estes de fundamental importância para o diagnóstico e plano de tratamento de implantes. Esses autores ainda relatam que apesar do *software* manter as imagens no seu tamanho real, é recomendado o uso de paquímetro nas imagens reformatadas de TC, devendo-se comparar estas medidas à dimensão real da escala encontrada do lado direito da imagem.

Segundo Sonick *et al.* (1994), o planejamento pré-operatório para implantes é crucial para o seu sucesso a longo prazo, sendo o exame radiográfico seu complemento essencial. Ao considerar a colocação de implantes na região posterior da mandíbula, o estudo realizado por esses autores demonstrou que a TC apresentou exatidão superior em relação às radiografias periapical e panorâmica. Além da imagem da mandíbula em três dimensões, neste estudo demonstrou-se que a precisão da TC *fan beam* está numa faixa de 0,5mm em mensurações diretas. Isto pode indicar sua seleção para o planejamento de implantes na região posterior da mandíbula.

Abrahams & Kalyanpur (1995) descreveram que as imagens de tomografia computadorizada reformatadas utilizando o programa Dental CT têm suprido a necessidade de técnicas de imagem que fornecem informações pré-operatórias, pois produzem múltiplas imagens axiais, panorâmica, e projeções seccionais, permitindo informações anatômicas precisas e quantitativas como espessura, altura, contorno da crista alveolar, e localização do canal mandibular e seio maxilar em relação à margem alveolar. Os autores determinaram um protocolo de medições da espessura e largura da crista óssea na mandíbula e maxila em relação a certas marcas anatômicas, baseado na presença da escala lateral presente nas imagens de tomografia computadorizada. As medidas ósseas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro e transferidas para a escala milimetrada, uma vez que qualquer ampliação ou redução da imagem também modificará proporcionalmente a escala, não afetando as mensurações.

Cavalcanti *et al*., em 1998, avaliaram a precisão de imagens reformatadas bidimensionais de exames de tomografia computadorizada espiral, utilizando uma área relacionada ao forame mentual. No estudo foram utilizadas oito cabeças de cadáveres submetidas a exames de tomografia computadorizada espiral. O programa ToothPix foi o responsável por gerar as imagens reformatadas bidimensionais. As medidas lineares foram realizadas nas imagens ortorradiais por meio de um paquímetro, da crista do processo alveolar à borda superior do forame mentual, e da borda inferior do forame mentual à base da mandíbula,

bilateralmente. Os autores observaram uma diferença de 0,9mm entre as medidas, não sendo esta diferença estatisticamente significante sendo possível concluir que as imagens ortorradiais de TC espiral permitem mensurações de alta precisão para implantes dentários colocados próximo ao forame mentual.

Cavalcanti *et al*. (2002) determinaram a precisão e exatidão da interpretação de imagens do volume tridimensional de uma tomografia computadorizada espiral, baseado em medidas lineares na região do forame mentual, *in vitro* e sua precisão *in vivo*. Foram obtidas imagens axiais da cabeça de cinco cadáveres com a tomografia computadorizada espiral. Os dados obtidos do tomógrafo foram analisados com o software para interpretação do volume tridimensional, e realizadas medições eletrônicas lineares da borda superior do forame mentual à crista óssea alveolar. As mesmas medidas lineares foram realizadas em quinze pacientes utilizando a mesma metodologia não sendo verificadas diferenças nas medidas *in vitro* (diferença média de 0,10 milímetros), além de não haver diferenças estatisticamente significativas para as medida in vivo inter ou intra-observadores, apresentando uma diferença média de 0,38 e 0,21 milímetros respectivamente. Os autores concluíram que as imagens tridimensionais da tomografia computadorizada permitiram alta exatidão nas medidas para colocação de implantes próximo ao forame mentual.

No mesmo ano, Jacobs *et al*. avaliaram 230 imagens de TC espiral da mandíbula com o objetivo de determinar a aparência do canal incisivo e outras estruturas anatômicas da região interforame, e estabelecer a localização e o curso do canal incisivo. Seus resultados demonstraram que as imagens de TC permitiram uma boa visualização do canal mandibular, forame mentual, forame lingual e *looping* anterior do nervo alveolar inferior. Além disso, o canal incisivo foi identificado em 93% das imagens de TC da mandíbula. Para os autores, a identificação de um largo canal incisivo poderia ser determinante para uma osseointegração satisfatória, bem como para a prevenção de distúrbios sensoriais pós-operatórios. 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.

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 mentual. Além disso, relatou a existência de variações no curso do nervo incluindo sua extensão para a região anterior, reafirmando a importância do planejamento cirúrgico também para a região entre os forames mentuals. Segundo o autor, um plano de tratamento apropriado é a única forma de reunir as informações necessárias para se decidir se deve ou não colocar implantes nessa região, e TC deve ser prescrita sempre que existirem dúvidas na localização do nervo e quando for necessário obter medidas precisas para evitar danos ao nervo.

De acordo com Coscarelli *et al., (*2008) a maioria dos aparelhos de TC disponíveis é capaz de produzir imagens de alta resolução na avaliação dos ossos maxilares para avaliar implantes dentários. Entretanto, não se pode afirmar que todas as imagens serão de qualidade ideal, seja por limitação da fonte de aquisição, pela inexperiência e desconhecimento dos protocolos corretos de aquisição e de pós-processamento por parte do tecnólogo ou do radiologista que opera a máquina. Segundo esses autores, o paciente deve permanecer deitado na posição supina, com a cabeça posicionada de modo que o *gantry* permaneça sem angulação (posição zero), perpendicular ao plano horizontal. O paciente deve ser posicionado de modo que os cortes axiais a serem obtidos sejam paralelos à

superfície oclusal dos dentes presentes ou do rebordo alveolar edêntulo. Para exames da maxila, pode ser paralelo ao palato duro, principalmente quando for coincidente com o plano oclusal e para a mandíbula, paralelo à borda da mandíbula. O posicionamento é verificado a partir de uma imagem lateral (*scout),* devendo o paciente ser reposicionado, se necessário, antes da aquisição da imagem. Os dados dos cortes axiais originais são transferidos para uma estação de trabalho e programas de reformatação em Implantodontia são aplicados. O primeiro passo é então a obtenção do corte coronal panorâmico. Diante da seqüência de imagens axiais, seleciona-se o corte axial mais central da região a ser estudada, onde melhor represente as estruturas anatômicas. No centro da estrutura óssea são marcados pontos contornando o formato da maxila ou da mandíbula e o programa cria curvas simétricas que representam a reformatação coronal panorâmica. Ainda nas imagens axiais originais são produzidos os cortes parassagitais ou ortorradiais. Quando o paciente possui um guia tomográfico, o corte axial selecionado é aquele que mostra melhor as marcações hiperdensas deste aparato. Assim é desenhada uma curva da mesma forma que na construção da curva panorâmica, só que neste momento o programa fornece cortes perpendiculares a esta curva desenhada.

Essa reformatação multiplanar oferece uma forma exclusiva de análise após a obtenção da imagem dos locais do implante ou de cirurgia prospectiva, reformatando os dados da imagem para criar imagens tomográficas tangenciais e transversais do local do implante e com isso, o cirurgião pode avaliar os detalhes anatômicos do sitio do implante: contorno do osso alveolar e a relação com as estruturas anatômicas nobres adjacentes sendo então possível planejar precisamente o ângulo de inserção e comprimento do implante, permitindo a ancoragem de sua porção apical no osso cortical disponível. As imagens reconstruídas normalmente são apresentadas em tamanho real nos filmes radiográficos ou em impressões fotográficas sendo as imagens paracoronais úteis na identificação da relação mesio-distal e as ortorradiais permitem a obtenção da altura e espessura óssea. A TC permite então a identificação de doenças, a

determinação da quantidade e qualidade do osso, a identificação de estruturas essenciais nas regiões propostas e a determinação da posição e orientação dos implantes dentários (Rodrigues & Vitrall, 2007).

Em relação às reformatações em terceira dimensão (3D), sabe-se que, apesar de não serem essenciais para a avaliação pré-operatória de implantes dentários, fornecem uma visão geral do rebordo alveolar e estruturas ósseas adjacentes. Além disso, para a avaliação de rebordos atrofiados, essas imagens reformatadas em 3D podem responder a uma série de questionamentos, incluindo a extensão da atrofia, as áreas em que se faz necessária cirurgia para enxerto e a relação espacial da maxila e mandíbula (Cavalcanti *et al.,* 2002).

Para Anniballi *et al.,* (2009a) embora seja possível se ter uma maior previsibilidade de sucesso, a cirurgia de implante pode resultar em acidentes e complicações tanto durante a cirurgia como no pós-operatório. Assim a prevenção de acidentes deve ser uma prioridade para o cirurgião, devendo realizar-se uma avaliação clínica e radiográfica cuidadosa, planejamento acurado e a escolha adequada dos instrumentos a serem usados e da técnica cirúrgica a ser realizada. Em outra publicação no mesmo ano, os autores reforçam a importância de se identificar o correto local de inserção do implante, mostrando a importância de transferir durante a fase cirúrgica o que se foi planejado no pré-operatório. Para isso eles defendem o uso de guias radiográficos que possibilitam medir a altura, espessura e a qualidade do local que receberá o implante; escolher o tamanho e o diâmetro do implante; definir a exata localização de estruturas anatômicas nobres. corrigir a inclinação do marcador e portanto do eixo de inserção do implante. Entretanto, um grande número de fatores podem influenciar na confiabilidade das reconstruções obtidas, tais como o plano de aquisição escolhido e a inclinação mésio-distal dos marcadores. Os autores concluem que o uso de guias radiográficos permite que seja estabelecido um link entre as fases de diagnóstico e a fase cirúrgica (Anniballi *et al.,* 2009b).

Horwitz *et al.,* (2009) relatam que desvios entre o planejamento e a real posição do implante podem ser resultados de erros tanto na fase de planejamento

como na fase operatória, devendo-se usar uma margem de segurança entre os implantes planejados e as estruturas nobres para evitar a ocorrência de danos. No estudo realizado por eles para investigar a acurácia do planejamento virtual usando TC e a inserção de implantes recomendaram a utilização de uma margem de segurança de 1,14mm ao redor do implante como forma de obter medidas seguras.

2.1.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

Concomitantemente com progresso dos sistemas de TC espiral (tradicional), novas maneiras de aquisição de imagem tomográfica foram desenvolvidas. Apesar das evidentes vantagens apresentadas com o uso da TC *fan beam* no plano de tratamento de implantes dentários, algumas desvantagens como limitada disponibilidade dos programas de reconstrução, o custo e as altas doses de radiação (Tyndall & Brooks, 2000) faz com que o exame de TC na Odontologia seja indicado apenas quando a relação custo-benefício compensar, ou seja, quando o exame puder prover informações para o diagnóstico impossíveis ou difíceis de serem adquiridas por meio das radiografias convencionais e que, ao mesmo tempo, poderiam alterar significantemente o plano de tratamento escolhido. O desenvolvimento tecnológico resultou no surgimento de uma nova tecnologia de TC, baseada na aquisição volumétrica. Com o surgimento do TCFC as indicações desse exame tridimensional tendem a expandir-se na Odontologia. Apesar da similaridade com a TC *fan beam*, é necessário enfatizar que a TCFC não se trata de uma evolução. Trata-se de uma técnica diferente e com ampla aplicação em várias áreas, cuja história indubitavelmente aponta para um cenário onde a imagem radiológica tridimensional será utilizada mais ampla e rotineiramente na Odontologia (Garib *et al*., 2007).

A primeira versão comercial da TCFC (Newtom 9000®) foi apresentada por Mozzo *et al.* em 1998. Segundo os autores, o advento desse sistema parece ser promissor para o uso na Odontologia devido às suas características peculiares, o que permitiu o desenvolvimento de tomógrafos menos onerosos, menores em

tamanho, com dose de radiação mais baixa para o paciente, o tornando especialmente indicado para a região dentomaxilofacial.

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 TCCB, que pode beneficiar o diagnóstico em Odontologia. Segundo os mesmos, a TCCB possui diversas vantagens em relação à TC convencional, como o baixo custo, a facilidade e rapidez na realização do exame.

Mah & Hatcher (2004) destacaram o desenvolvimento da TCFC e compararam suas características em comparação à TC *fan beam*. A estrutura de obtenção das imagens é diferente, com um "feixe cônico" na TCCB obtendo a imagem de todo o volume e um feixe em forma de leque na TC *fan beam* que leva a obtenção de vários cortes axiais. Destacaram também, a maior precisão das imagens por TCCB em comparação às radiografias odontológicas convencionais.

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 nos três planos ortogonais: axial, sagital e coronal, além da reformatação coronal panorâmica e ortorradial e da reconstrução tridimensional.

Howerton Júnior & Mora (2008) descreveram a TCCB como uma nova tecnologia que provê imagens 3D do complexo maxilofacial. Segundo os autores as imagens bidimensionais podem comprometer a qualidade do trabalho do cirurgião-dentista, pois todas as estruturas presentes são sobrepostas; em contrapartida, a tomografia captura um corte de determinada parte anatômica, sem sobrepor imagens. Os aparelhos existentes atualmente são bastante similares entre si, havendo somente diferenças no posicionamento dos pacientes, tipos de receptores e softwares para interpretar os dados. Os exames são realizados em torno de 10-40 segundos para se obter os dados iniciais que serão reconstruídos no formato Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) e as imagens são pós-processadas para criar imagens reconstruídas multiplanares e reconstruções volumétricas. A TCCB pode ser utilizada em muitas especialidades da Odontologia como Implantodontia, Cirurgia, Ortodontia, Patologia e avaliação da Articulação Temporomandibular (ATM).

Cavalcanti (2010) relata que apesar dos princípios de TCFC serem conhecidos há mais de duas décadas, somente recentemente o desenvolvimento de novos tubos de raios X, novos detectores e aumento do poder computacional possibilitaram a comercialização e a aplicação clínica desses sistemas na prática odontológica, sendo esta modalidade de aquisição objeto de extremo interesse na atualidade. Ao explicar as características da imagem de TCFC relatam que à medida que o aparelho rotaciona ao redor da cabeça do paciente, projeções da área irradiada são obtidas de acordo com a colimação escolhida, colimação esta que determinará o campo de visão (FOV) do exame. Este FOV pode variar desde o arco mandibular até o arco maxilar unitariamente, ambos os arcos, ou todo o complexo maxilofacial, de acordo com o aparelho utilizado. Tal escolha deve ser baseada de acordo com o tipo de procedimento a ser realizado, devendo englobar a área de interesse e estruturas anatômicas adjacentes. Essas imagens iniciais são denominadas de imagens-base (*raw data)*. Todas as imagens em TCFC são obtidas a partir do pós-processamento das imagens-base realizado por computador,

diferentemente dos métodos espirais, sendo esta diferença em relação à aquisição, uma das diferenças entre a TC *fan beam* e TCFC. Na TC *fan beam*, a imagem do volume é obtida em fatias e o computador fica com a função de uni-las para a obtenção da imagem como um todo. Já na TCFC, é realizada a aquisição primária de todo o volume de interesse e em seqüência esse volume é reformatado por meio de programas de computador para a obtenção das reconstruções multiplanares (imagens axiais, coronais e sagitais), além de reconstruções em terceira dimensão. Os autores ainda explicam que devido ao regime de trabalho menor (baixa quilovoltagem e baixa miliamperagem, e por conseguinte, a capacidade da ampola que muito se assemelha com a de aparelhos para radiografia panorâmica), apenas estruturas ósseas são visualizadas, outra diferença para a TC *fan beam*, que apresenta melhor contraste, possibilitando uma melhor diferenciação entre tecidos duros e moles. E é por esta razão que ocorre um decréscimo na dose de radiação utilizada.

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.

Hatcher *et al.* (2003) tiveram como objetivo introduzir a TCFC para uma avaliação pré-cirurgica de implantes uma vez que essa modalidade de imagem aumenta a oportunidade de promover ao clínico informações valiosas que tragam melhorias ao processo de reabilitação com implantes. Essa técnica permite a obtenção de imagens de alta resolução com uma dose de absorção comparável com outros exames radiográficos convencionais e menor que a TC *fan beam*. O amplo campo de visão (FOV) permite ao clínico uma avaliação da oclusão do paciente, da articulação temporomandibular e de outros fatores que podem estar

associados com o sucesso do implante baseado na reabilitação do paciente. Segundo esses autores, para cada local a ser inserido um implante, a imagem deve permitir a determinação das dimensões, da qualidade e do longo eixo do osso disponível, identificação e localização das estruturas anatômicas nobres, detecção de alterações patológicas, além de permitir a transferência dessas informações para o procedimento cirúrgico. Para que isso seja possível, é necessário a utilização de um *software* de reconstrução que permite a reconstrução primária do volume original, devendo esta, de acordo com os autores, ser realizada baseada no plano oclusal, sendo este o plano de referência para as reformatações no plano axial e ortorradial.

Segundo Kobayashi *et al.* (2004), o objetivo da avaliação pré-operatória no planejamento de implantes é determinar o número adequado e o tamanho de implantes para se obter o melhor resultado cirúrgico e estético. Com o propósito de investigar a acurácia das medidas de estruturas ósseas da mandíbula usando TCFC os autores realizaram um estudo para verificar a precisão das distâncias mensuradas na TCCB comparando-a com a TC espiral. Para tanto, utilizaram 5 mandíbulas humanas maceradas que foram submetidas a exames de TC e TCCB. As alterações encontradas nas medidas foram de 0 a 1,11 mm (0 a 6,9%) nas imagens produzidas na TC e 0,01 a 0,65 mm (0,1% a 5,2%) na TCCB. Os autores concluíram que a TCCB mostrou-se eficaz na reprodução das imagens utilizando ainda, menor dose de radiação, podendo ser utilizada como um instrumento para avaliação pré-operatória em implantes dentais.

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 0,09 mm, sendo que a maior diferença encontrada foi de 0,3 mm. Sendo assim, pode-se

afirmar que o NewTom 9000® apresenta imagens geometricamente corretas, favoráveis ao planejamento dos implantes.

Ludlow *et al.* (2007) realizaram um estudo avaliando a precisão de medidas da anatomia mandibular usando TCFC. Foram utilizados 28 crânios, sendo estes posicionados na posição ideal (plano sagital do crânio coincidente com a linha central da caixa e o conjunto alinhado com o feixe luminoso do aparelho), posição inclinada e rotacionada. A caixa foi preenchida por água para simular a atenuação dos tecidos moles, mimetizando uma situação clínica. Os cortes axiais foram orientados paralelo ao Plano de Frankfurt. As medidas foram realizadas entre os pontos anatômicos definidos e arames que serviram de referência nas reconstruções panorâmicas (bidimensionais) e nos cortes axiais (medidas tridimensionais). Como resultados, observaram que a precisão das medidas não foi significativamente afetada por alterações na posição do crânio durante a aquisição da imagem. As medidas bidimensionais apresentaram porcentagem de erro menor que 1,2%, já para as tridimensionais, a porcentagem de erro foi menor que 0,6%.

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 *fan beam*, também tem crescido. Frente a isso, Loubele *et al.* (2007) buscaram comparar a precisão da TCCB 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 dimensional 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 *multislice* e comparadas com as medidas na peça anatômica. As medidas realizadas diretamente na mandíbula apresentaram-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 significativamente 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 multislice 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 4 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.* 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® and (5) Sensation 16®. O aparelho que apresentou a melhor qualidade das imagens versus dose de radiação foi o I-CAT®.

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 consistiu-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 2 estruturas. Quando houve dificuldade de se observar as estruturas no corte ortorradial 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.

Romanos *&* Greenstein (2009) denomina a extensão do canal mandibular mesialmente ao forame mentual de canal incisivo. E é esse nervo anterior ao forame mentual 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 mentual sem se preocupar com a presença do canal incisivo. Os autores concluíram que para inserir implantes na mandíbula, a posição e o tamanho do nervo alveolar inferior, forame mentual e nervo incisivo precisam ser considerados.

A importância da visualização desse nervo é significante, 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 e 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.

Dreiseidler *et al.* (2009) compararam imagens de radiografias panorâmicas, de TC *fan beam* e de TCCB. Em 27 pacientes foram realizadas TCCB previamente a cirurgia de implante e a radiografia panorâmica após a cirurgia. No grupo controle de 29 pacientes, foram realizadas TC *fan beam* e TCCB. 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 imageologia 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 TCCB em relação ao exame panorâmico, e a TC permite a boa visualização de estruturas com alto contraste, assim como a TCCB. Em relação à dose de radiação, a TCCB 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 do TCCB.

2.2 EFEITO DA POSIÇÃO DA CABEÇA NAS REFORMATAÇÕES ORTORRADIAS

A TC tem sido considerada a técnica de escolha para avaliação pré-operatória dos sítios implantares e vem sendo intensamente estudada no que diz respeito a esse emprego, tanto em relação a sua aplicabilidade clínica, quanto à

precisão das medidas executadas a partir de suas imagens. No entanto, tem sido relatado que alguns aspectos do protocolo de aquisição da imagem de TC podem afetar a qualidade das reformatações ortorradiais.

Em 1988, Rothman *et al.* descreveram a técnica e os resultados clínicos preliminares do uso da reformatação multiplanar de TC no planejamento pré-operatório de implantes. O plano ortogonal foi reformatado perpendicular a uma linha que demarcava a curvatura da crista alveolar. Os 108 pacientes restantes tiveram seus dados reformatados com uma modificação no programa. As imagens panorâmicas foram obtidas com um corte axial na altura das raízes produzindo 5 imagens panorâmicas com cortes seqüenciais a cada 2 ou 3 mm. Para esses autores, apesar de todas as imagens de TC serem virtualmente capazes de produzir reformatações apropriadas, a técnica descrita forneceu uma reformatação ortogonal, paralela e perpendicular a linha que demarcava a curvatura dos maxilares. Essas imagens oblíquas representaram os verdadeiros cortes transversais da maxila e mandíbula. Além do que, a técnica permitiu a mensuração direta das regiões avaliadas, independente do tamanho do filme e da ampliação.

Em 1997, Kohavi *et al*. relatam que a direção dos cortes ortorradiais depende da posição do corte axial em relação ao osso. Se a direção do corte axial é alterado de modo a não ser mais paralelo ao plano de referência, a reformatação ortorradial será obliqua ao local onde se pretende intervir, e não representará as dimensões reais. Os autores tiveram então o objetivo de avaliar o efeito de desvios angulares entre o plano transaxial e o plano de referência em mensurações da altura óssea mandibular nas reformatações ortogonais de TC *fan beam*. Com esse propósito, executaram exames de TC *fan beam* em três mandíbulas secas humanas, parcialmente edêntulas. Os exames foram executados da maneira preconizada pela literatura, com o plano transaxial paralelo a borda inferior da mandíbula, e com modificações na direção de aquisição da imagem com uma inclinação da mandíbula de 10^{o} e 20^{o}. Posteriormente, foi medida a distância entre o contorno superior e inferior da

mandíbula, com o auxílio de um paquímetro digital, comparando-a com a altura mandibular real. Para os autores, sempre que a borda inferior da mandíbula for utilizada como plano de referência para a execução de cortes de TC *fan beam*, desvios de 10º e 20º no plano transaxial resultariam em diferenças menores que 3%, consideradas uma margem de erro pequena, que ainda assim permitiria um planejamento preciso do comprimento do implante. Contudo, seus resultados demonstraram que, apesar de ser uma técnica confiável, a TC *fan beam* pode estar sujeita a erros de interpretação do operador. Portanto, ressaltaram que o usuário final, no caso o cirurgião dentista, deveria estar familiarizado com as possibilidades de erros, no intuito de identificá-los, evitando possíveis injúrias aos tecidos durante o procedimento cirúrgico. Os autores sugeriram que, na prática clínica, fosse utilizada uma margem de segurança de 10% aquém da medida encontrada.

Apesar das inúmeras vantagens anteriormente citadas, em 2000, Montebello Filho demonstrou que motivos diversos, como a indefinição de bordas, imprecisão e espessura do traçado, poderiam interferir na precisão de medidas mínimas. Com isso, apesar das imagens de tomografia computadorizada apresentar tamanho próximo ao real, os traçados realizados sobre as mesmas poderiam apresentar certa imprecisão. Além disso, relata-se que erros de mensuração, ocorridos em imagens de TC, podem estar relacionados a falhas de posicionamento da cabeça do paciente, de modo que as imagens ortogonais obtidas por reformatação multiplanar não se encontram absolutamente perpendiculares à borda inferior da mandíbula.

Bou Serhal *et al*. (2001) avaliaram a precisão da tomografia convencional espiral na avaliação do canal mandibular e na mensurações da altura e largura óssea. Esses autores relatam que a aquisição de bons tomogramas é de fundamental importância para se visualizar diferentes estruturas ósseas e que isso é resultado de diferentes fatores como, por exemplo, um posicionamento adequado do paciente durante a aquisição da imagem. Por isso, especial atenção foi dada ao posicionamento da cabeça dos cadáveres de tal

maneira que a borda inferior do segmento posterior da mandíbula ficasse paralela ao plano horizontal, sendo esta a posição na qual o canal mandibular se dispõe o mais paralelo possível ao plano horizontal. Nesse caso o plano da imagem (cortes trasversais) seria perpendicular a cortical inferior da borda da mandíbula o que oferece uma melhor definição da imagem no filme. No entanto, nessa posição, os cortes transversais são oblíquos ao plano oclusal.

No ano seguinte, Bou Serhal *et al.* desenvolveram um estudo cujo objetivo foi avaliar a acurácia da radiografia panorâmica e dos cortes transversais da mandíbula por tomografia convencional e TC na localização do forame mentual. Para isso, foram realizadas mensurações da distância entre a crista óssea alveolar e o forame mentual em imagens de cortes transversais da mandíbula (por tomografia convencional e TC) e radiografias panorâmicas e essas medidas comparadas a medida real obtida durante a cirurgia com um paquímetro especialmente construído. Para as medidas radiográficas considerou-se a distância entre o ponto mais superior da borda do forame mentual e a crista óssea alveolar sendo essa distância medida paralelamente à cortical vestibular. Foi possível observar um maior desvio entre medidas pré-operatória e transcirúrgica quando se usou a radiografia panorâmica (+0,6mm), encontrando-se um desvio de +0,4mm para a tomografia convencional e -0,3mm para a TC. Foi possível observar uma superestimativa dos valores medidos na radiografia panorâmica (+0,6mm) enquanto que a TC apresentou uma diferença negativa (-0,3mm), o que pode ser explicado pela ausência de ampliação na TC, o que reduz o erro. Segundo os autores, erros nas medidas da panorâmica podem ser devido a posição do paciente e a habilidade em localizar o forame. Por outro lado, os erros de medida nas imagens tomográficas podem estar relacionados principalmente com falhas na posição da cabeça do paciente, o que levaria a obtenção de cortes ortorradiais oblíquos, ou seja, não absolutamente perpendiculares a base da mandíbula, levando a um aumento da distância. Os autores recomendaram o uso de imagens transversais no planejamento pré-operatório de implantes, uma vez que seu estudo comprovou que essas imagens, tanto as de tomografia

convencional quanto as de TC, foram mais precisas que a radiografia panorâmica para a localização do forame mentual. Além disso, a superestimação encontrada na radiografia panorâmica poderia resultar em sérias complicações cirúrgicas para os pacientes.

Ainda em 2002, Choi *et al.* relatam que alterações na inclinação do *gantry* e, consequentemente na posição da cabeça do paciente, durante a formação da imagem, pode gerar imagens reformatadas distorcidas. Frente a isso, tiveram como objetivo, quantificar a distorção na reformatação coronal panorâmica e ortorradial devido a inclinação do *gantry*. Sua metodologia consistiu na confecção de um bloco de resina, com quatro perfurações cilíndricas de diferentes profundidades que, alinhado paralelamente ao *gantry*, era inclinado a 0^o, 15^o e 30^o durante a aquisição da imagem de TC.As imagens foram reformatadas pelo programa *ToothPix* e avaliadas por quatro avaliadores que mediram, com auxílio de um paquímetro digital, na reformatação panorâmica da TC, a profundidade das perfurações no bloco de acrílico. Os resultados demonstraram que, nos grupos estudados, a mensuração de altura e espessura variou de acordo com o ângulo de inclinação do *gantry* e a imagens dos orifícios nos cortes ortogonais tinham formato elíptico, ao invés de retangular, quando a inclinação era diferente de 0^o. Portanto, os autores concluíram que as imagens não apresentam distorção quando o *gantry* está a 0° e o plano oclusal da mandíbula perpendicu lar ao plano horizontal e quando o *gantry* não se encontrava a 0^o, a imagem final era distorcida, mesmo que o posicionamento do paciente acompanhasse esta inclinação. Ainda segundo Choi *et al*., ao adquirir imagens do paciente com a utilização de um pino guia, os ângulos de inclinação do *gantry* poderiam alterar o ângulo do pino na mesma magnitude. Conseqüentemente, a medida do pino na imagem seria diferente de sua medida real. Quando isso ocorresse, o correto posicionamento e o comprimento real do sítio pré-implante poderiam ser calculados de acordo com a fórmula matemática proposta pelos autores.

Kim *et al.* (2003) também utilizando TC, tiveram como objetivo avaliar o efeito da posição da mandíbula na realização de medidas nos cortes ortorradiais

reformatados de acordo com diferentes áreas na mandíbula (região de pré-molar e molar). Para tanto, utilizaram 5 mandíbulas maceradas demarcando com guta-percha 3 diferentes áreas posteriores ao forame mentual: M1 (0,5 e 1,0 cm posterior ao forame mentual, M2 (1,5 e 2cm) e M3 (2.5 a 3 cm). As mandíbulas foram posicionadas com suas bordas a 0°, 5°, 10°, 1 5° e 20° com o *gantry* e em seguida obtidas as imagens de TC, com os cortes axiais originais paralelos a cada inclinação. As medidas foram realizas nos cortes ortorradiais nos quais a guta-percha usada para demarcar a região aparecia mais nitidamente. As medidas realizadas nas diferentes inclinações foram comparadas com as medidas obtidas com a mandíbula a 0° e como resultado, foi possível observar que à medida que a inclinação da mandíbula aumentava, a distância entre a borda superior do canal alveolar à crista alveolar também aumentava e quanto mais posterior era a região analisada, maior era o aumento observado, sendo encontrado diferença estatisticamente significante para as comparações entre 0° e as demais inclinações na região M3.

Naitoh *et al*., em 2004, avaliaram a precisão de medidas em imagens reconstruídas duplo-oblíquas utilizando três mandíbulas humanas macerada, tendo como padrão ouro as mensurações em imagens obtidas com micro-CT. Estas mandíbulas foram posicionadas em placas de acrílico e pinos de alumínio foram posicionados sobre o rebordo nas regiões posteriores das mandíbulas. As imagens axiais foram obtidas com um tomógrafo espiral em diferentes momentos, onde em cada uma houve uma inclinação do plano axial das mandíbulas de 0° a 20° em intervalos de 5°, sendo posteriormente as im agens reconstruídas nas regiões das marcas de alumínio com o programa duplo-oblíquo. As imagens do padrão ouro foram obtidas perpendiculares às marcas de alumínio com o tomógrafo SMX-130CT. Os autores verificaram que a média da diferença entre as técnicas foi de 0,31 milímetros, demonstrando que o programa duplo-oblíquo pode ser aplicado para o planejamento de implantes.

Em 2005, Dantas *et al*, com o objetivo de comparar as medidas obtidas em imagens de tomografia computadorizada executadas de maneira padronizada

e com alterações no posicionamento do plano mandibular em relação ao plano horizontal, realizaram medidas de altura e largura óssea nas imagens obtidas em três posições: padrão e com inclinação de 19º nos sentidos inferior e superior. Os resultados demonstraram que, para a altura óssea implantar, foi encontrada diferença estatisticamente significativa apenas para a região de incisivos quando a mandíbula era inclinada para superior. Quanto à espessura do rebordo ósseo, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas apenas para a região de molar, quando a mandíbula era inclinada para inferior, e para a região de canino, quando a inclinação era para superior. Dessa forma, concluíram que incorreções no posicionamento mandibular de 19º produzem discrepâncias, nos valores das medidas de altura e espessura ósseas, que não foram expressivas a ponto de determinar a repetição do exame, uma vez que foram observadas diferenças menores que 10% do valor encontrado para a posição padrão.

Sforza *et al.* (2007) tiveram como objetivo avaliar o efeito da posição da mandíbula quanto ao plano de referência na acurácia de medidas realizadas nos cortes ortorradiais após a reformatação dos cortes axiais originais de TC e a habilidade do *software* DentalVox em reproduzir fielmente e sem distorções, as medidas realizadas nas imagens reformatadas, sem levar em conta a posição da cabeça. Esse software tem a mesma função dos *softwares* de reformatação usados em TC, mas também é capaz de modificar o plano de referencia utilizado na obtenção das imagens, sem que para isso seja necessário uma segunda aquisição. O estudo foi realizado usando uma mandíbula macerada parcialmente edêntula com um guia radiográfico de acrílico. A mandíbula foi posicionada com a borda inferior orientada a 90, 80, 75, 70 e 60 graus em relação ao solo, sendo possível obter 5 diferentes inclinações do corte axial; uma paralela a borda inferior da mandíbula e as outras com inclinações de 10, 15, 20 ou 30 graus. Os dados axiais originais obtidos em cada inclinação foram reconstruídos com o *software* DentalVox, usado inicialmente com suas funções básicas típica de todos os softwares de reconstrução de TC (grupo controle) e em um segundo momento no qual a nova função permite a reconstrução multiplanar de acordo com o ponto de

referência específico. Os resultados mostraram que a posição da mandíbula em relação ao *gantry* pode influenciar na precisão de medidas lineares com erros variando de 2% a 51%. O *software* testado permitiu a obtenção de imagens ortorradiais com mínima distorção independente da posição mandibular.

Freitas *et al*., (2009) avaliaram a influência das alterações no posicionamento da cabeça do paciente no sentido vertical e horizontal, em exames tomográficos convencionais. A primeira imagem foi obtida com a base da mandíbula paralela ao plano horizontal e cada sítio de implante examinado paralelo ao filme. Em seguida, a posição do conjunto foi alterada no sentido vertical (para baixo) em 5, 10 e 15 graus e no sentido horizontal para vestibular, utilizando os mesmos graus. Foi possível observar que apenas as alterações em 15° diferiram significativamente da imagem paralela , no entanto notaram que até mesmo as menores variações de posicionamento (5°) p roduziram alterações nas medidas, o que pode afetar o planejamento. Os autores confirmam a necessidade de especial atenção no momento de obtenção das imagens, bem como no momento de sua interpretação e concluíram que essas alterações de posicionamento da cabeça do paciente produzem alterações nas imagens, o que pode prejudicar o planejamento de tratamentos com implantes.

A orientação da cabeça é um importante fator quando se realiza medidas lineares e angulares em imagens laterais de TCFC da mesma forma que nas radiografias convencionais. Nesse sentido, Cevidanes *et al.* (2009) com o propósito de determinar a confiabilidade de medidas cefalométricas usando 2 orientações virtuais da cabeça (posição natural da cabeça e posição baseada em planos de referência 3D) verificaram que as 2 posições forneceram uma confiabilidade aceitável a excelente nas reformatações sagitais de TCFC. Segundo esses autores, depois de adquirida as imagens, a cabeça do paciente pode ser rotacionada ou inclinada de modo a se alcançar o correto posicionamento preconizado e sugerem que mais estudos são necessários para investigar o uso de uma orientação tridimensional da cabeça do paciente nas imagens de TCFC.

Ainda em 2009, Hassan *et al.* tiveram como objetivo avaliar a acurácia de medidas lineares realizadas em imagens tridimensionais obtidas pela técnica de reconstrução por superfície *(surface-rendered)* comparando-as com reformatações sagitais e coronais (bidimensionais) e projeções cefalométricas lateral e póstero-anterior e investigar a influencia da posição da cabeça na precisão dessas medidas. Oito crânios humanos secos foram escaneados usando o Newton 3G, duas vezes: em posição considerada ideal e em posição rotacionada. Dez medidas lineares foram comparadas entre as 2 posições do crânio. As medidas na reconstrução tridimensional foram mais próximas das medidas físicas que as reformatações e as projeções bidimensionais, só sendo observada diferença estatisticamente significante entre a posição ideal e rotacionada do crânio para a comparação com as projeções bidimensionais (laterais e frontais). Esses achados indicam que as medidas baseadas nas imagens tridimensionais são precisas e que pequenas diferenças na posição da cabeça do paciente não influenciam na precisão dessas medidas.

3 PROPOSIÇÃO

A realização deste trabalho teve como objetivo:

✓ Avaliar a influência da inclinação mandibular, durante a reconstrução de imagens ortorradiais de tomografias computadorizadas de feixe cônico, na altura e na espessura do rebordo ósseo alveolar;

4 MATERIAL E MÉTODOS

A amostra do estudo incluiu 10 mandíbulas humanas maceradas do acervo de peças anatômicas da Área de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP que foram escaneadas com o tomógrafo de feixe cônico i-CAT ™ (Imaging Science International, Hatfield, PA, EUA) após a aprovação pelo comitê de ética em pesquisa da Academia Cearense de Odontologia (nº094) (Anexo 1).

4.1 Seleção das regiões avaliadas

Em cada mandíbula foram selecionadas 08 regiões, utilizando-se como pontos de referência a linha média de cada mandíbula e os forames mentuais. A linha média foi determinada como sendo a metade da distância entre os forames mentuais de acordo como descrito por Shimura *et al.* (1990). Dessa forma, foram selecionados locais em cada mandíbula correspondentes as regiões de molares, pré-molares, caninos e incisivos em ambos os lados (Dantas *et al.,* 2005):

- ✓ Incisivos: 1,0 cm à distal da linha média
- ✓ Caninos: 1,0 cm à distal da região do incisivo
- ✓ Pré-molares: ao nível do forame mentual
- ✓ Molares: 1,0 cm à distal do forame mentual

Selecionados os sítios traçaram-se linhas perpendiculares à base da mandíbula, cujo propósito foi padronizar a colocação de marcadores metálicos (esferas) nos locais selecionados, sendo estes utilizados como referência para a escolha dos cortes tomográficos nos quais as medidas de altura e de espessura foram realizadas. Para fixar as esferas metálicas foi aplicada uma camada de cera utilidade sobre todo o rebordo alveolar (Figura 1).

Figura 1: Regiões selecionadas (incisivos, caninos, pré-molares e molares) com os marcadores metálicos utilizados como referência para a seleção do corte tomográfico.

4.2 Obtenção das imagens

Para que as imagens fossem obtidas, as mandíbulas foram colocadas em um isopor com água, sendo o conteúdo de água suficiente para recobrir toda a peça anatômica, visando promover a atenuação dos feixes de raios X e simular a presença de tecido mole de modo a representar, da melhor forma possível, uma situação clínica (Ludlow *et al*., 2007). A base da mandíbula foi mantida paralela ao plano horizontal, alinhando-se a linha média de cada mandíbula com a linha central da caixa de isopor, a qual foi colocada no suporte de apoio do próprio aparelho, sendo sua linha central alinhada com o guia luminoso vertical do tomógrafo (Figura 2).

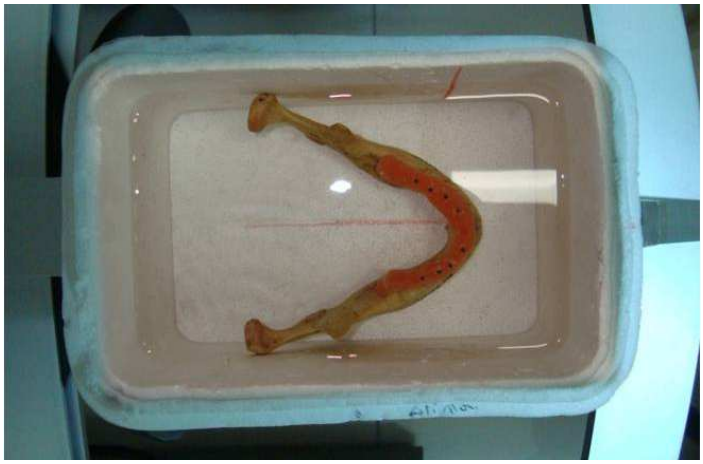

Figura 2. Mandíbula posicionada na caixa de isopor,contendo água, com a linha média alinhada com a linha central do recipiente e colocada no suporte do tomógrafo.

Para cada mandíbula uma única imagem foi adquirida, utilizando-se o tomógrafo de feixe cônico i-CAT^{TM} (Imaging Science International, Hatfield, PA) operando com 120 kVp; 3-8 mA; FOV de 8,0 cm; tempo de exposição de 40 segundos e voxel de 0,25mm. Uma vez adquiridas, essas imagens foram reconstruídas e analisadas com o programa do próprio tomógrafo (Xoran CAT version 2.0.21, Xoran Technologies, Ann Arbor, Mich). Uma vez obtida a imagem de cada mandíbula, 03 situações foram consideradas para avaliar a influência da inclinação mandibular nas medidas a serem realizadas: 1. Posição Normal (PN): cortes axiais obtidos à partir da imagem em que a base da mandíbula estava paralela ao plano horizontal (como recomendado pelo protocolo da TC) (Figura 3a); 2. Posição Superior (PS): cortes axiais obtidos à partir da imagem em que a base da mandíbula foi inclinada a +10° em relação ao plano horizontal (Figura 3b) e Posição Inferior (PI): cujos cortes axiais foram obtidos com a base da mandíbula inclinada a -10° (Figura 3c). Para a inclinação das imagens das mandíbulas utilizou-se uma ferramenta do *software* de reconstrução de imagens do próprio tomógrafo. Essa ferramenta fornece ao profissional maior flexibilidade para escolher o plano de orientação no qual as imagens serão reconstruídas.

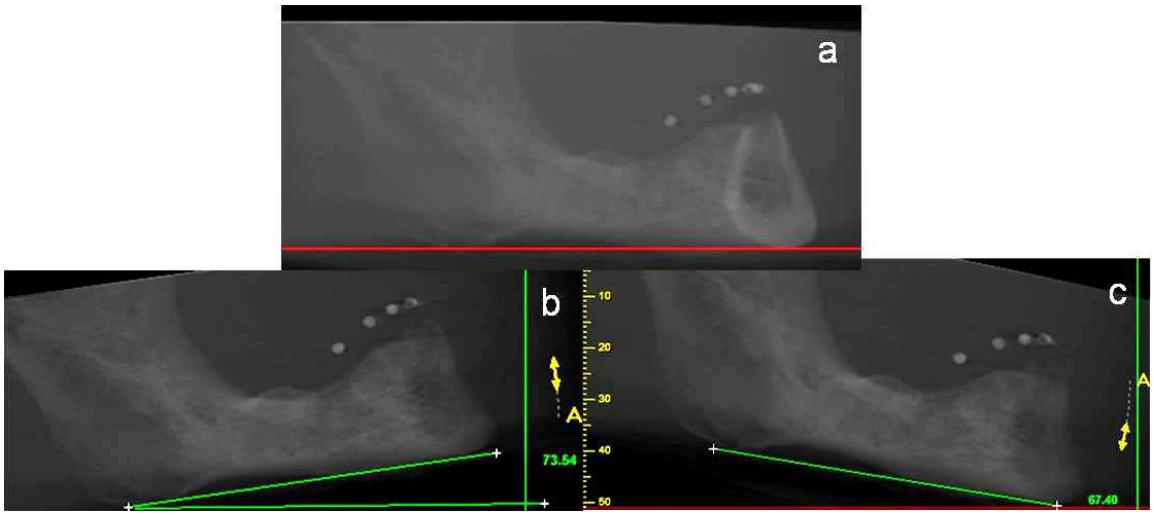

Figura 3. a) Posição Normal; b) Posição Superior e c) Posição Inferior

Para que as posições avaliadas fossem estabelecidas, a reformatação multiplanar referente ao plano sagital foi utilizada com uma espessura de aproximadamente 50,0 mm de modo que a região anterior e do ângulo da mandíbula fossem bem visualizadas, permitindo então a determinação do plano mandibular usado como referência na determinação da inclinação de +10° e -10°. Para tanto, utilizou-se um compasso de ponta seca com um ângulo previamente determinado com o auxílio de um transferidor (Figura 4).

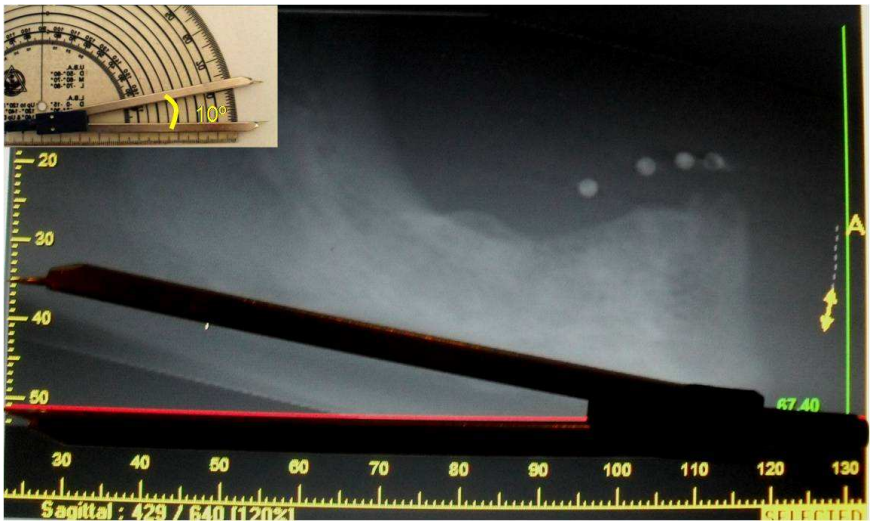

Figura 4. Determinação da inclinação mandibular com o auxílio de um compasso de ponta seca

4.3 Mensurações nas imagens ortorradiais

A ferramenta panorâmica do *software* foi utilizada usando como base os marcadores radiopacos visualizados no plano axial para obter a reconstrução coronal panorâmica de um modo padronizado.

As medidas foram realizadas por um único observador nas imagens ortorradiais reformatadas, de acordo com cada posição da mandíbula acima citada. Para a obtenção das medidas (altura e espessura) foram selecionados os cortes ortorradiais, nos quais o marcador radiopaco mostrava-se mais definido e estruturas anatômicas foram usadas como ponto de referência em cada região analisada. As medidas da altura foram realizadas da crista óssea alveolar ou da cortical óssea mais baixa à superfície interna da base da mandíbula – para os incisivos e caninos; e da crista óssea alveolar ou da cortical óssea mais baixa à superfície da cortical superior do forame mentual e do canal mandibular – para os pré-molares e molares, respectivamente. Essas medidas foram realizadas paralelamente a cortical vestibular (Bou Serhal *et al.,* 2002). A espessura do osso alveolar refere-se à distância entre a cortical vestibular e a cortical lingual, tendo sido realizadas perpendicularmente à medida da altura e a 3,0 mm da crista óssea alveolar (Figura 5).

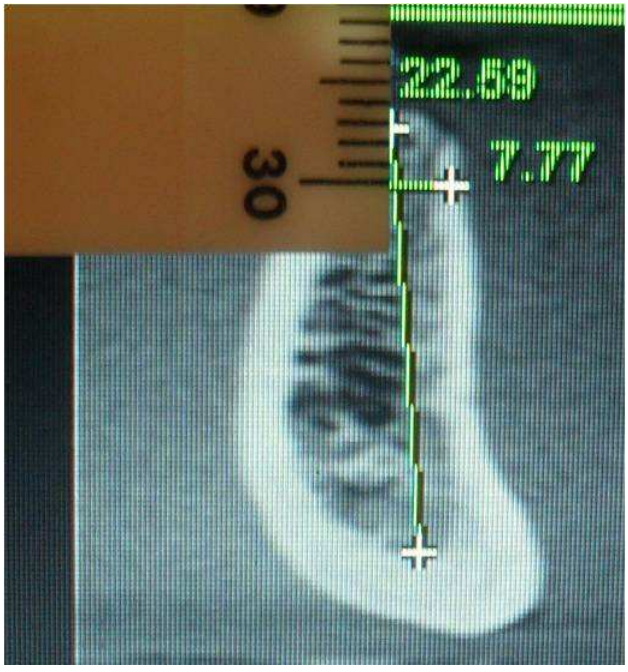

Figura 5. Medidas de altura e espessura realizadas nas reformatações ortorradiais da TCFC

4.4 Análise estatística

As medidas de altura e de espessura de cada região foram tabuladas e as diferenças entre as inclinações estudadas foram avaliadas através da análise estatística, sendo utilizada análise de variância (anova two-way) e o teste de Dunnett. A análise de variância foi utilizada para comparar os valores obtidos com a imagem da mandíbula na posição normal com os valores alcançados na posição superior e inferior. O teste de Dunnett é utilizado para comparações múltiplas onde apenas um tratamento serve de referência (PN), ou seja, deseja-se apenas comparar todos com apenas um (PS x PN e PI x PN). Portanto, o teste de Dunnett foi aplicado para identificar os grupos cujas médias são significantemente diferentes da média do grupo de referência.

Para análise dos dados, utilizou-se o programa SAS for Windows (Version 8.0.2; SAS Institute Inc., Cary, NC), considerando-se um nível de significância de 5% (α=0,05).

5 RESULTADOS

Os resultados foram expressos através das médias e desvio padrão para cada região analisada em cada uma das posições avaliadas não sendo verificada diferença estatisticamente significante nem para altura (Tabela 1), nem para espessura (Tabela 2).

Tabela 1. Valores das medidas (média ± desvio-padrão) da altura do rebordo alveolar expressos em mm para cada região nas 3 posições avaliadas

	Molar	Pré-Molar	Canino	Incisivo
Posição Normal	11.82 (±3.27)	12.52(±3.47)	22.13 (±3.61)	23.55(±3.14)
Posição Superior	11.65 (±3.81)	12.56(±3.44)	21.84(±4.73)	23.25(±3.42)
Posição Inferior	12.69 (±4.13)	12.63(±4.11)	22.05(±3.73)	23.35(±3.06)

Tabela 2. Valores das medidas (média ± desvio-padrão) da espessura do rebordo alveolar expressos em mm para cada região nas 3 posições avaliadas

	Molar	Pré-Molar	Canino	Incisivo
Posição Normal	7.19(±2.62)	6.51(±2.33)	6.84(±1.37)	6.02(±0.94)
Posição Superior	7.41(±2.94)	6.71(±2.26)	6.94(±1.67)	6.24(±1.04)
Posição Inferior	6.91(±2.72)	6.34(±2.09)	7.00(±1.41)	6.04(±0.76)

Comparando-se os valores de altura entre PN e PS, a maior diferença entre as médias de altura foi na região anterior, enquanto que a maior diferença entre PN e PI foi na região de molares. Já para a espessura, observa-se valores discretamente superiores (valores positivos) na posição superior; já na posição inferior, observa-se menores valores na região posterior e maiores na região anterior (Tabela 3).

Tabela 3. Diferença dos valores médios (Valores percentuais) entre a posição normal e posição superior (PS - PN) e posição normal e inferior (PI - PN) para altura e espessura em cada uma das regiões estudadas

Altura	Molar	Pré-Molar	Canino	Incisivo
PS - PN	-0.17 (1,5%)	0.05 (0,4%)	-0.3 (-1,3%)	-0.31 (-1,3%)
PI - PN	0.87 (7,3%)	0.12 (0,9%)	-0.09 (0,4%)	-0.21 (-0,9%)
Espessura				
PS - PN	0.22 (3,1%)	0.20 (3%)	0.11 (1,6%)	0.22 (3.6%)
PI - PN	-0.29 (-4 %)	-0.17 (-2,6%)	0.16 (2.3%)	0.02 (0,3%)

6 DISCUSSÃO

A posição da cabeça tem sido considerada um importante fator quando se realiza medidas lineares e angulares seja em imagens bidimensionais, seja em imagens tomográficas. Quando se considera o planejamento pré-operatório de implantes vários estudos avaliam o efeito da posição da mandíbula em reformatações ortorradiais de tomografia convencional (Freitas *et al.,* 2009) e de TC *fan beam (*Kohavi *et al*., 1997; Choi *et al.,* 2002; Kim *et al*., 2003, Naitoh *et al.,* 2004; Dantas *et al.,* 2005 e Sforza *et al.,* 2007). A relação da posição da cabeça e a obtenção de cortes ortorradiais distorcidos podem ser explicadas pelo fato desses cortes serem obtidos perpendiculares aos cortes axiais que por sua vez tem sua reformatação guiada pela posição da cabeça durante a aquisição da imagem, consequentemente a posição da mandíbula durante a aquisição da imagem tomográfica pode influenciar na precisão das medidas lineares realizadas nos cortes ortorradiais.

Para que as imagens de TCFC sejam obtidas, o paciente deve ser orientado a manter-se imóvel, como na TC *fan beam*, no entanto a posição da cabeça não parece ser um fator de maior importância uma vez que essa posição pode ser alterada após a aquisição da imagem de TCFC, usando ferramentas de ajuste do *software* de reconstrução do tomográfo (Sforza *et al.,* 2007; Ludlow *et al.,* 2007; Cevidanes *et al.,* 2009; Hassan *et al.,* 2009). Assim, diferentemente da TC *fan beam,* na qual os cortes axiais são obtidos de acordo com o plano de referência usado na aquisição da imagem, na TCFC a definição da reconstrução axial pode ser definida após a obtenção da imagem. Por essa razão, usando-se um campo de visão (FOV) suficiente para permitir a visualização da maxila e mandíbula (ex. 13 cm), as imagens de ambas as arcadas podem ser obtidas com uma única rotação do aparelho, e com o uso dessa ferramenta de ajuste da angulação, a inclinação da maxila e da mandíbula pode ser alterada e os cortes ortorradiais reformatados de acordo com o plano de referência escolhido. Devido a essa falta de protocolo a ser seguido, o presente estudo analisou a posição da mandíbula em relação a reformatação dos cortes ortorradiais, avaliando 3

diferentes posições, sendo as inclinações alteradas pela ferramenta do software de reconstrução do próprio tomógrafo, o que difere dos estudos de Kohavi *et al*., 1997; Kim *et al*., 2003; Dantas *et al.,* 2005, que por utilizarem TC *fan beam*, determinaram as inclinações antes da aquisição da imagem. Dentre os estudos avaliados, o único avaliando as reformatações ortorradiais que avaliou a modificação da orientação da cabeça após a imagem adquirida foi o realizado por Sforza *et al.,* em 2007, que ao analisarem um novo *software* de reconstrução das imagens de TC *fan beam*, o DentalVox, concluíram que a posição da mandíbula em relação ao *gantry* pode influenciar na precisão de medidas lineares e que o *software* analisado permitiu a reformatação de imagens ortorradiais com mínima distorção, independentemente da posição da mandíbula.

Outra vantagem apontada para essa função de ajuste, é o fato dela permitir que a escolha do plano de referência para a obtenção dos cortes axiais possa ser feita pelo próprio radiologista durante o planejamento tomográfico dos implantes (Sforza *et al.,2007)*. Muito embora não tenha sido este o objetivo do presente estudo, acredita-se que a maleabilidade da escolha pelo radiologista do plano de referência a ser utilizado, se borda da mandíbula paralela ao plano horizontal ou o plano oclusal, seja uma vantagem da TCFC em relação a TC *fan beam,* na qual a posição da cabeça e, consequentemente o plano de referência para as reformatações, são determinados pelo tecnólogo ao posicionar o paciente antes da aquisição da imagem. Uma vez incorretamente posicionado, uma nova aquisição poderia se fazer necessário, enquanto que na TCFC essa posição pode ser corrigida. Mas fica a dúvida para qual posição essa correção deve ser feita, e se pequenos desvios de inclinação alterarão a precisão das medidas realizadas nos cortes ortorradiais reformatados.

Nesse estudo, as medidas foram realizadas nas imagens ortorradiais de TCFC considerando-se as posições: PN, PS e PI. As medidas utilizadas como padrão foram as obtidas em PN, uma vez que como mostrado na literatura para estudos com TC *fan beam* (Kohavi *et al.,* 1997; Kim *et al*., 2003; Dantas *et al.,* 2005), as medidas realizadas em imagens obtidas do paciente com a base da

mandíbula perpendicular ao plano horizontal, ou seja, cortes axiais reformatados paralelos a base da mandíbula, mais próximo do real serão elas, atestando dessa forma a precisão dessas medidas.

As inclinações de +10° e -10° foram selecionadas fr ente as experiências clínica dos pesquisadores. Observam-se na literatura, estudos variando a inclinação da mandíbula para superior com ângulos de 10° e 20° (Kohavi *et al.,*1997); de 0° a 20° (Kim *et al.,* 2003); de 0° a 30° (Sforza *et al.,* 2007); e para superior (+19º) e inferior (-19º) (Da ntas *et al.,*2005). No entanto, tratando-se de uma situação clínica, uma inclinação de, por exemplo, 19° para superior ou para inferior resultaria num desvio grande, facilmente detectado clinicamente, da posição preconizada para a posição da mandíbula, seja ela, borda da mandíbula paralela ao plano horizontal (Kohavi *et al.,* 1997; Kim *et al*.,2003; Dantas *et al.,* 2005) ou plano oclusal paralela ao plano horizontal (Weinberg, 1993; Hatcher *et al.,* 2003; Naitoh *et al.,* 2004). A decisão pela inclinação de + 10° baseou-se na intenção do autore s em analisar o desvio da mandíbula da PN para uma posição onde um certo paralelismo entre plano oclusal e plano horizontal fosse visualizado e de -10° na i ntenção de verificar se pequenas alterações para inferior interfeririam nas medidas realizadas.

Muito embora tenha sido encontrado diversos estudos avaliando o efeito da posição da cabeça na precisão de medidas lineares, os resultados desse estudo não podem ser diretamente comparados com achados prévios, por não ter sido encontrado na literatura pesquisada, estudos que avaliassem o efeito da posição da mandíbula na reformatação de cortes ortorradiais usando a TCFC.

Os resultados desse estudo concordam parcialmente com os de Cevidanes *et al.* e Hassan *et al. (*2009), que usaram TCFC e relacionaram o posicionamento da cabeça e a precisão de medidas lineares e angulares indicando que pequenas diferenças na posição da cabeça não influenciam na precisão dessas medidas o que se assemelha ao fato de não ter sido encontrada diferença estatisticamente significante entre as posições (PS e PI). No entanto, nesta pesquisa as medidas foram realizadas nas reformatações ortorradiais

enquanto que Cevidanes *et al.* realizaram as medidas nas reformatações sagitais e coronais, e Hassan *et al.* em imagens tridimensionais obtidas pela técnica de reconstrução por superfície.

Devido a isso os resultados aqui encontrados foram comparados com os dados observados na literatura sobre a influência do posicionamento em imagens ortorradiais reformatadas de TC *fan beam.* Kim *et al.*(2003) mostraram que embora a mandíbula não tenha sido posicionada com a borda inferior perpendicular ao *gantry*, não foi encontrada diferença significativa nas medidas realizadas nos cortes ortorradiais numa área de 0,5 a 1,0 cm posterior ao forame mentual, entre a posição de 0° e as demais inclinaç ões (+5°, +10°, + 15° e +20°), equvaleria à região de molar, sendo os resultados concordantes. No entanto, os resultados desse estudo discordam dos apresentados por Kim *et al.* (2003), quanto ao fato de ter sido relatado uma maior distância entre a crista alveolar e o canal mandibular quanto mais posterior foi a região analisada e nesse estudo encontrou-se menores valores quando a imagem da mandíbula foi inclinada superiormente (+10°).

Esses valores subestimados também foram observados por Sforza *et al. (*2007), entretanto esses autores observaram diferenças estatisticamente significantes entre as inclinações de (+10° a +30°) , sendo a região posterior a mais fortemente afetada pela posição da mandíbula, encontrando-se diferenças de mais de 30% entre as medidas realizadas.

A observação de menores valores para a distância entre a crista óssea alveolar e o canal mandibular na posição superior pode ser explicada baseada nas informações apresentadas por Scher (2002), que diz que o nervo alveolar inferior entra pelo forame da mandíbula e então apresenta uma trajetória descende à medida que prossegue anteriormente sobre a borda inferior usualmente no meio do corpo da mandíbula e vai movendo-se também para a vestibular até abrir-se no forame mentual. Assim com a inclinação para superior da mandíbula, há uma maior tendência do canal ser interceptado numa posição mais superior, o que levaria a observação de uma menor altura em PS.

Ao comparar as médias dos valores de altura entre posição inferior e posição normal, foi possível observar valores superiores em PI, na região de molar e mais discretamente na região de pré-molar. Esse fato também foi verificado por Dantas *et al.* (2005) e da mesma forma que para a posição superior, a possível explicação está no trajeto do canal mandibular. Ao inclinar a mandíbula para inferior o canal tende a ser interceptado numa posição mais inferior que na posição normal, o que justifica a observação de maiores valores para altura em PI.

Ainda que não tenha sido verificada diferença estatisticamente significativa entre nenhuma das comparações realizadas nesse estudo, nem para altura, nem para espessura, se faz pertinente discutir sobre a transferência desses valores para o procedimento cirúrgico. Sonick *et al.* (1994) atestam que a precisão da TC *fan beam* está numa faixa de 0,5 mm. Kohavi *et al.* (1997) sugeriram que, na prática clínica, fosse utilizada uma margem de segurança de 10% aquém da medida encontrada. Horwitz *et al.* (2009) recomendam uma margem de segurança de 1,14mm ao redor do implante como forma de obter medidas seguras na TC *fan beam*. Ao comparar a acurácia das imagens de TCFC e TC *fan beam,* vários estudos mostram maior precisão da TCFC. Kobayashi *et al.* (2004) encontraram diferenças de 0,01mm a 0,65 mm (0,1% a 5,2%) na TCFC e de 0 a 1,11 mm (0 a 6,9%) na TC *fan beam.* Loubele *et al.* (2007) observaram uma diferença para a espessura na TCFC de 0,23mm e de 0,34mm para a TC *fan beam.* Suomalainen *et al.* (2008) referem um erro de 4,7% nas imagens obtidas pela TCCB e 8,8% na TC *fan beam* ao comparar os valores com mandíbula seca e ao simular os tecidos moles com solução sucrose, um erro menor ainda, de 2,3% e 6,6%, respectivamente.

Relacionando esses dados com os encontrados no presente estudo foi observada uma diferença de +0,87mm entre PI e PN para a região de molar, o que embora seja uma diferença menor que a margem de segurança proposta por Kohavi *et al.* (1997) e por Horwitz *et al.* (2009), é maior que a diferença encontrada nos estudos que avaliaram TCFC. Como o presente estudo trata-se de uma avaliação em imagens de TCFC, ao invés de usar os 10% de margem de

segurança sugerido por Kohavi *et al.* (1997), sugere-se considerar uma margem de segurança de 5% (valor entre os estudos de Kobayashi *et al.,*2004 e Suomalainen *et al.,* 2008). Assim, essa diferença acima demonstrada foi a que apresentou uma maior significância clínica, uma vez que essa superestimativa de 7,3% (vide tabela 3) na região de molar, poderia implicar em risco de injúria ao nervo alveolar inferior durante o procedimento cirúrgico. Para as demais regiões (pré-molar, canino e incisivo) e para a região de molar entre PS e PN as diferenças encontradas estão dentro da margem considerada segura.

Essa diferença considerada clinicamente significativa entre PI e PN permite a sugestão da utilização da borda da mandíbula paralela ao plano horizontal (PN) ou até mesmo o plano oclusal paralelo ao plano horizontal (PS), devendo-se evitar inclinações da mandíbula pra inferior. Uma discreta elevação do queixo foi considerada por Bou Serhal *et al.,* (2001) como uma forma de manter a borda inferior do segmento posterior da mandíbula, paralela ao plano horizontal e como conseqüência o canal mandibular paralelo a este plano, o que nesse estudo vem a ser representado pela inclinação de +10º.

Até o momento a maioria das considerações foram feitas em relação a região de molar, sendo esta região intensamente avaliada (Sonick *et al.* 1994; Scher, 2002; Kim *et al.* 2003; Lofthag-Hansen *et al.* 2009). Isso se deve ao fato dessa área ser considerada um grande desafio na colocação de implantes e por ter sido encontrado uma diferença mais marcante nessa região. No entanto, as regiões de pré-molares e as regiões anteriores (canino e incisivo) não devem ser esquecidas.

A região de pré-molar tem sido bastante estudada (Cavalcanti *et al*., 1998, 2002; Bou Serhal *et al*., 2002; Loubele *et al.,* 2007) e um fato digno de discussão nessa região relaciona-se com o fato de que, embora não tenha sido encontrada diferenças estatística e clinicamente significantes, alterações na inclinação da cabeça levam a visualização de locais distintos. A abertura do forame mentual nem sempre foi verificada exatamente onde o marcador radiopaco apresentava-se mais definido. Este fato reforça a importância da utilização de

guias radiográficos, mais recentemente representados pelos *templates* usados nas cirurgias virtualmente guiadas, como mostrado por Annibali *et al. (*2009b) que defende o uso de guias radiográficos como um ligação entre as fases de diagnóstico e a fase cirúrgica.

Quanto a região anterior observaram-se diferenças menores que 0,3mm, sendo todos os valores subestimados, o que traz menor preocupação do que valores superestimados. No entanto, esse fato não diminui a atenção que deve ser dada a essa região, uma vez que, como mostrado por Jacobs *et al*. (2002) o risco real de trauma ao feixe vásculo-nervoso durante procedimentos cirúrgicos deve ser considerado também para a região anterior, região previamente considerada como extremamente segura para a colocação de implantes. Isso se deve a alta incidência do canal incisivo e da foramina lingual na região anterior, como verificado por Makris *et al.* (2009), potencializando o valor da TCFC na detecção dessas estruturas. Nesse trabalho, a existência e a localização do canal incisivo não foi considerada, uma vez que procurou-se estabelecer a padronização das medidas, não sendo a detecção do canal objeto do experimento.

Considerando a variável espessura, uma avaliação precisa é tão importante quanto para a altura, uma vez que diferenças de poucos milímetros modificam o tempo da cirurgia. A observação de uma espessura de 4,0mm ou mais permite a inserção de vários tipos de implantes, enquanto que espessuras menores que 4,0mm trazem a necessidade de se considerar a realização de cirurgias de enxerto para que a inserção do implante possa ser possível (Loubele *et al.,* 2007). Nessa pesquisa, foi possível observar de uma maneira geral, valores menores que 0,23 mm tanto para a comparação entre PS x PN, como para PI x PN, o que está de acordo com a margem de erro apresentada por Loubele *et al.* (2007) que avaliaram a espessura óssea na região de pré-molares. Como exceção a essa observação, foi a diferença de 0,29mm na região de molares para a comparação entre PI e PN. Ainda que, maior que a margem de erro de 0,23mm anteriormente citada, esse valor foi negativo, o que considerando-se o valor

absoluto, é inferior a margem de segurança de 0,5mm proposta por Loubele *et al.*, o que segundo os autores, gera menor preocupação clínica.

Frente ao exposto, ainda que não tenha sido observada diferença estatisticamente significante entre as inclinações avaliadas, faz-se conveniente que o cirurgião conheça a origem de possíveis erros e considere uma margem de segurança de 5% para a altura e 0,5mm para espessura nas reformatações ortorradiais de TCFC de modo a realizar um planejamento mais seguro evitando acidentes e complicações.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada foi possível concluir que a posição da mandíbula não influenciou nas medidas da altura e espessura do rebordo alveolar nos cortes transversais nas inclinações utilizadas. No entanto, a posição superior apresentou medidas mais próximas da posição normal que a posição inferior, o que permite sugerir que a reformatação dos cortes ortorradiais de TCFC, seja realizada usando como plano de referência a borda inferior da mandíbula ou inclinações discretas para superior.

REFERÊNCIA*

1. Abrahams JJ, Kalyanpur A. Dental implants and Dental CT software programs. Semin Ultrasound CT MR. 1995; 16(6): 468-86.
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. Annibali S, Ripari M, La Monaca G, Tonoli F, Cristalli MP. Local accidents in dental implant surgery: prevention and treatment. Int J Periodontics Restorative Dent. 2009; 29(3): 325-31.
4. Annibali S, La Monaca G, Tantardini M, Cristalli MP. The role of the template in prosthetically guided implantology J Prosthodont. 2009; 18(2): 177-83.
5. Boeddinghaus R, Whyte A. Current concepts in maxillofacial imaging. Eur J Radiol. 2008; 66(3): 396-418.
6. Bou Serhal C, van Steenberghe, Quirynen M, Jacobs R. Localisation of the mandibular canal using conventional spiral tomography: a human cadaver study. Clin Oral Impl Res. 2001; 12(3): 230-6.
7. Bou Serhal C, Jacobs R, Flygare L, Quirynen M, van Steenberghe D. Perioperative validation of localization of the mental foramen. Dentomaxillofac Radiol. 2002; 31(1): 39-43.
8. Brånemark 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 Plast Reconstruct Surg. 1977; 16(2 supplement): 1-132.
9. Brooks SL. Computed Tomography. Dent Clin North Am. 1993; 37(4): 575-90.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

10. Buser D, Hoffmann B, Bernard JP, Lussi A, Mettler D, Schenk RK. Evaluation of filling materials in membrane-protected bone defects. A comparative histomorphometric study in the mandible of miniature pigs. Clin Oral Implants Res. 1998; 9: 137-50.
11. Cavalcanti MG, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. Validation of spiral computed tomography for dental implants. Dentomaxillofac Radiol. 1998; 27(6): 329-33.
12. Cavalcanti MG, Ruprecht A, Vannier MW. 3D volume rendering using multislice CT for dental implants. Dentomaxillofac Radiol. 2002; 31(4): 218-23.
13. Cavalcanti MGP. TCFC: Princípios de formação da imagem, técnicas e indicações em Odontologia. In: Cavalcanti MGP, autor. Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico. Interpretação e diagnóstico para o cirurgião-dentista. São Paulo: Santos; 2010. p.1-25.
14. Cevidanes L, Oliveira AE, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head orientation in CBCT-generated cephalograms. Angle Orthod. 2009; 79(5): 971-7.
15. Choi, SC, Ann CH, Choi HM, Hea MS, Lee SS. Accuracy of reformatted CT image for measuring the pre-implant site:analysis of the image distortion related to the gantry angle change. Dentomaxillofac Radiol. 2002; 31(4): 273-7.
16. Coscarelli CT, Oliva A, Cavalcanti MGP. Implantodontia. In: Cavalcanti MGP, autor. Diagnóstico por imagem da face. São Paulo: Santos; 2008. p.141-186.
17. Danforth RA, Dus I, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. J Calif Dent Assoc. 2003; 31(11): 817-23.
18. Dantas JA, Montebello Filho A, Campos PS. Computed tomography for dental implants: the influence of the gantry angle and mandibular positioning on the bone height and width. Dentomaxillofac Radiol. 2005; 34(1): 9-15.

19. 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.
20. 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.
21. Frederiksen NL. Diagnostic imaging in dental implantology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995; 80(5): 540-54.
22. 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.
23. Freitas, DB; Domingos, AC; Montebello-Filho, A. Influência do posicionamento do paciente durante a obtenção de imagens tomográficas para planejamento de implantes. Rev ABO Nac. 2009; 17(1): 40-43.
24. Garg AK. Augmentation grafting of the maxillary sinus for placement of dental implants: anatomy, physiology, and procedures. Implant Dent. 1999; 8: 36-46.
25. 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): 139-156.
26. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for pre surgical assessment of implant sites. J Calif Dent Assoc. 2003; 31(11): 825-833.

27. Hassan B, van der Stelt P, Sanderink G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. Eur J Orthod. 2009; 31(2): 129-34.
28. Howerton Jr WB, Mora MA. Advancements in digital imaging. What is new and on the horizon? JADA 2008: 139 (6 supplement): 20S-24S
29. Horwitz J, Zuabi O, Machtei EE. Accuracy of a CT-guided template-assisted implant placement system Clin Oral Implants Res. 2009; 20(10): 1156-62.
30. Ismail Y, Azarbal M, Kapa SF. Conventional linear tomography: protocol for assessing endosseous implant sites. J Prosthet Dent. 1995; 73(2): 153-7.
31. Jacobs R, Mraiwa N, vanSteenberghe 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. Kim KD, Jeong HG, Choi SH, Hwang EH, Park CS.Effect of mandibular positioning on preimplant site measurement of the mandible in reformatted CT. Int J Periodontics Restorative Dent. 2003; 23(2): 177-83.
34. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. Int J Oral Maxillofac Implants. 2004; 19(2):228-31.
35. Kohavi D, Bar-Ziv J, Marmary Y. Effect of axial plane deviation on cross-sectional height in reformatted computed tomography of the mandible. Dentomaxillofac Radiol. 1997; 26(3): 189-91.
36. Lee SY, Morgano SM. A diagnostic stent for endosseous implants to improve conventional tomographic radiographs. J Prosthet Dent. 1994; 71(5): 482-5.

37. 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.
38. Loubele M, Guerrero ME, Jacobs R, Suetens P, van Steenberghe D. A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone characteristics with cone-beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT. Int J Oral Maxillofac Implants. 2007; 22(3): 446-54.
39. Loubele M, Jacobs R, Maes F, Denis K, White S, Coudyzer W, et al. Image quality vs radiation dose of four cone beam computed tomography scanners. Dentomaxillofac Radiol. 2008; 37: 309–18.
40. Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LTJ, Hershey G. 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 Endod. 2007; 103(4): 534-42
41. Mah J, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004; 126(3): 308-9.
42. Makris N, Stamatakis H, Syriopoulos K, Tsiklakis 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. Marmulla R, Wörtche R, Mühling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. Dentomaxillofac Radiol. 2005; 34: 28–31.
44. Miles DA, Van Dis ML. Implant Radiology. Dent Clin North Am. 1993; 37(4): 645-68.
45. Mishima A, Kobayashi K, Yamamoto A, Kimmura Y, Tanaka M. Comparison of patient radiation dose from Dental CT and Spiral CT. Symposium oh high technology research center in Tsurumi University School of Dental Medicine. Yokohama, Japan: Nagasue Shoten, 2001:171-172.
46. Montebello Filho, A. Avaliação da fidelidade das imagens obtidas de crânios secos, por meio de exames radiográficos convencionais (intra e extra-

bucais), e tomográficos (panorâmico, convencional e computadorizado) em comparação com anatomia óssea topográfica. Piracicaba, 2000. 183p. Tese (Livre Docência em Radiologia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

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. Mupparapu M, Singer M. Implant Imaging for the Dentist. J Can Dent Assoc. 2004; 70(1): 32-32g.
49. Naitoh M, Katsumata A, Nohara E, Ohsaki C, Ariji E. Measurement accuracy of reconstructed 2-D images obtained by multi-slice helical computed tomography. Clin Oral Impl Res. 2004; 15(5): 570-574.
50. Reiskin, A.B. Implant imagin: status, controversies and new developments. Dent Clin North Am. 1998; 42(1): 47-56.
51. Rodrigues AF, Vitral RWF. Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia. Pesq Bras Odontoped Clin Integr. 2007; 7(3): 317-324.
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. Rothman SL, Chaftez N, Rhodes ML, Schwarz MS. CT in the preoperative assessment of the mandible and maxilla for endosseous implant surgery. Radiology. 1998; 168: 171-5.
54. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc. 2006; 72(1): 75-80.
55. Sforza NM, Franchini F, Lamma A, Botticelli S, Ghigi G. Accuracy of computerized tomography for the evaluation of mandibular sites prior to implant placement. Int J Periodontics Restorative Dent. 2007; 27(6): 589-95.
56. Shimura M, Babbush CA, Majima H, Yanagisawa S, Sairenji E. Presurgical evaluation for dental implants using a reformatting program of computed

tomography: Maxilla/Mandible Shape Pattern Analysis (MSPA). Int J Oral Maxillofac Implants.1990; 5(2): 175-81.

57. Sonick, M.; Abrahams, J.; Faiella, RA. A comparison of the accuracy of periapical, panoramic, and computerized tomographyc radiographs in locating the mandibular canal. Int Oral Maxillofac Implants. 1994; 9(4): 455-60.
58. Scher, E. Risk management when operating in the posterior mandible. Implant Dent. 2002; 11(1): 67-71.
59. Suomalainen A, Vehmas T, Kortesniemi 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.
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 Radiol Endod. 2000; 89(5): 630-7.
61. Vazquez L, Saulacic N, Belser U, Bernard JP. Efficacy of panoramic radiographs in the preoperative planning of posterior mandibular implants: a prospective clinical study of 1527 consecutively treated patients. Clin Oral Implants Res. 2008; 19(1): 81-5.
62. Weinberg LA. CT scan as a radiologic data base for optimum implant orientation. J Prosthet Dent. 1993; 69(4): 381-5.
63. Williams, MVA.; Mealey, BL; Hallmon, WW The role of computerized tomography in dental implantology. Int J Oral Maxillofac Implants. 1992; 7(3): 373-80.

ANEXO 1

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

Academia Cearense de Odontologia
Centro de Educação Continuada
A Excelência do Ensino Pós-Graduado na Odontologia Cearense

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – ACO/CEC

PARECER FINAL

Projeto de Pesquisa: Influência da inclinação da mandíbula em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico para implantes

Pesquisadora Responsável: Alynne Vieira de Menezes

Processo nº : 094

O projeto supra citado tem como objetivo principal avaliar a influência da inclinação da mandíbula em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico para implantes

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em reunião no dia 29 de junho de 2009, sendo considerado **APROVADO** após cumprimento das recomendações propostas.

Fortaleza, 29 de junho de 2009

Léa Maria Bezerra de Menezes
Presidenta do Comitê de Ética em Pesquisa da
ACO/CEC

Av. Sabino do Monte, 3580 – S.J do Tauape – CEP 60120 – 230 FORTALEZA – CE
Fone: (0xx85) 3272 7776 Fax (0xx85)3 2724283 E- mail: cec@aco.org.br -
site: www.aco.org.br