

GILSÉIA FERNANDA PETRY WOITCHUNAS

**ANÁLISE DA PRECISÃO DE GUIAS PROTOTIPADOS NA
TRANSFERÊNCIA DO PLANEJAMENTO VIRTUAL EM
IMPLANTODONTIA**

Porto Alegre

2008

GILSÉIA FERNANDA PETRY WOITCHUNAS

**ANÁLISE DA PRECISÃO DE GUIAS PROTOTIPADOS NA
TRANSFERÊNCIA DO PLANEJAMENTO VIRTUAL EM
IMPLANTODONTIA**

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na área de concentração em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Linha de Pesquisa em Diagnóstico e Terapêutica Aplicada.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marília Gerhardt de Oliveira

Porto Alegre
2008

DEDICATÓRIA

Ao meu marido Carlos Alexandre Woitchunas por compreender minha ausência física, por me apoiar neste longo e árduo caminho de formação. Seu apoio foi decisivo. Dedico-lhe este trabalho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A DEUS

Por transformar um sonho em realidade.

Ao meu pai **José Alfredo Petry**,

Pelo apoio, constante estímulo, carinho e amor, por possibilitar a realização deste sonho.

À minha família,

Minha mãe **Gilsa**, meus irmãos **Wagner** e **Valquíria**, e minhas cunhadas **Gislaine e Dida**.

Ao meu irmão **Verne**,

Pelo apoio e amor fraternal; e aos excelentes anos de convívio divertido, marcados pela confiança e mais sincera amizade.

À minha secretária **Daiane de Marchi**

Pela ajuda incansável para realizar este trabalho, meu agradecimento.

À Professora Doutora **Marília Gerhardt de Oliveira,**

Pela oportunidade de tê-la como minha orientadora, por acreditar em mim e assim fazer parte desta conquista. Minha admiração hoje e sempre.

À Professora Doutora **Elaine Bauer Veeck,**

Pelo exemplo de pesquisadora e professora, disponibilidade e simplicidade, pelos conhecimentos partilhados.

À Professora Doutora **Nilza Pereira da Costa,**

Pelo compromisso com seus alunos e incentivo constante ao nosso aprendizado.

À Professora Doutora **Márcia Rejane Brücker,**

Pela amizade, pelo conhecimento e pela competência, minha admiração.

As amigas **Ana Roselaine Stross e Carolina Perônio de Santis, Maria Inês Mendel.**

Amigonas do peito, pela amizade sincera, pelo carinho demonstrado, pelas palavras de incentivo e encorajamento para realização deste curso de Doutorado.

Aos meus colegas **Elaine, Ângela, Fernando Cauduro, Ricardo Smith, Rafael Loro, Fogaça e Rodrigo.**

Pelo convívio sempre alegre, pelos bons momentos de conversas científicas.

AGRADECIMENTOS

Ao **CNPq**,

Por viabilizar recursos para a realização deste Curso de Doutorado.

À **Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS**, na pessoa do Diretor da Faculdade de Odontologia, Prof. Marcos Túlio Mazzini Carvalho, pela qualidade de ensino que proporciona.

Aos **Professores do Curso de Pós-Graduação em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial**, minha admiração e respeito.

Aos funcionários da secretaria de Pós-Graduação em Odontologia **Ana Lúcia Perestes, Davenir Bruschi, Carlos Minossi, Marcos Correa Caetano**.

Pela disponibilidade, dedicação, presteza, simpatia de sempre e paciência com todos nós alunos.

Ao **Hospital São Vicente de Paulo de Passo Fundo** por possibilitar a realização das tomografias computadorizadas da parte prática deste estudo.

Ao **laboratório de Anatomia** da Universidade de Passo Fundo pela preparação das peças anatômicas (mandíbulas) para realização deste trabalho de pesquisa.

Aos **pacientes** que me deram oportunidade de especializar minhas habilidades e aprender mais do que ensinei.

Aos **funcionários dos Hospitais São Lucas da PUC e Cristo Redentor.**

Aos **funcionários da Faculdade de Odontologia da PUCRS.**

Aos **funcionários da Biblioteca Central da PUCRS.**

RESUMO

Os sistemas de planejamento, baseados em imagens tomográficas digitais, permitem ao profissional selecionar os locais mais adequados para a colocação de implantes dentários, levando em consideração as características anatômicas específicas de pacientes e a estrutura óssea das áreas de interesse. A transferência do planejamento de implantes realizado em computador para o campo cirúrgico, apesar de muito importante, permanece como um procedimento difícil de ser executado com precisão. Nesta pesquisa, realizou-se um estudo comparativo entre posição e angulação planejadas para implantes dentários e os resultados obtidos após a execução dos procedimentos. Para isso, utilizou-se 11 mandíbulas humanas secas, levando-se em consideração a precisão do planejamento virtual realizado. A sobreposição das imagens dos implantes dentários planejados sobre aquelas do que foi executado, recebeu processamento computadorizado e, então, avaliação quanto às distâncias aferidas e às angulações em relação ao longo-eixo destes implantes. Ao se aplicar o teste *t* de *Student* para comparar as amostras com um valor de referência zero, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas para as medidas lineares e angulares analisadas, indicando a necessidade de estudos complementares que verifiquem a aplicabilidade desta nova rotina técnica na prática clínica de Implantodontia.

Descritores*: Implantes Dentários; Planejamento Computadorizado; Imagens Digitais; Cirurgia sem Retalho.

* Conforme Bireme – Descritores em Ciências da Saúde (DeCs).

ABSTRACT

Planning systems based on digital tomographic images allow the surgeon to select the most adequate sites for placement of dental implants, considering the specific anatomic characteristics of patients and the bone structure of areas of interest. Though very important, the transference of computerized planning of implants to the surgical site is still hardly accurate. This study was conducted on 11 human dry mandibles to compare the planned position and angulation of dental implants and the results of procedures performed, considering the accuracy of virtual planning performed on the relationship with digital CT images obtained after implant placement. Superimposition of images of planned dental implants on the final images was processed on a computer for evaluation of the distances and angulations in relation to the implant long axis. Application of the Student's t test for comparison of samples with zero reference value revealed statistically significant difference for the linear and angular measurements analyzed, indicating the need of further studies to investigate the applicability of this new technical routine in the clinical practice of Implantology.

Descriptors*: Dental Implants; Planning; Computer-Assisted; Digital Imaging; Flap-Free Surgery.

* According to Bireme – Health Sciences Descriptors (DeCS).

RESUMEN

Sistema de planificación, basados en imágenes tomográficas digitales, permiten al profesional seleccionar las áreas más adecuadas para introducir injertos dentarios, teniendo en cuenta las características anatómicas específicas de los pacientes y la estructura ósea de las áreas de interés. La transferencia del planeamiento de injertos realizados en ordenador para el campo quirúrgico, aunque muy importante, permanece como un procedimiento difícil de ser ejecutado con precisión. En este estudio, se ha realizado, en 11 mandíbulas humanas secas, un análisis comparativo entre posición y ángulos planeados para injertos dentarios y los resultados de los procedimientos ejecutados, llevando en cuenta la precisión del planeamiento virtual realizado en relación con las imágenes digitales del CT, obtenidas tras la realización de los injertos. La superposición de las imágenes de los injertos dentarios planeados sobre aquellas de lo que fue ejecutado, ha recibido procesamiento computadorizado y, entonces, evaluación en cuanto a las distancias y a los ángulos en relación a lo largo eje de estos injertos. Al aplicarse el test "t de Student" para comparar las muestras con un valor de referencia cero, se han verificado diferencias estadísticamente significativas para las medidas lineares y angulares analizadas, indicando la necesidad de estudios complementares que verifiquen la aplicabilidad de esta nueva rutina técnica en la práctica clínica de injertos.

Palabras-Claves*: Injertos dentarios; planear; ordenador – ayudaba; Imágenes Digitales; Cirugía Ala Flexible Libre.

* De acuerdo con Bireme - Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mandíbula posicionada no suporte de acrílico, com a base da mandíbula, perpendicular ao solo e paralela ao corte do tomógrafo, devidamente identificada pelo número 1	43
Figura 2: Mandíbula posicionada no suporte de acrílico, mostrando as marcações quadriculadas, feitas para posterior posicionamento exato, por ocasião do segundo exame tomográfico	43
Figura 3: Corte axial da mandíbula 2, reformatada no <i>software</i> DentalSlice Converter [®]	46
Figura 4: Janela de reconstrução 3D aberta e a alta resolução na criação da imagem, feita pelo Conversor DentalSlice [®]	47
Figura 5: O <i>software</i> DentalSlice [®] utilizado para o planejamento virtual de colocação dos implantes dentários, onde a cor magenta representa o implante e a cor azul representa o conector	48
Figura 6: A: guia cirúrgico prototipado. B: guia cirúrgico prototipado fixado com parafuso para estabilização sobre a mandíbula seca	51
Figura 7: Tela de alinhamento da mandíbula 2	56
Figura 8: Tela de alinhamento da mandíbula 3	56
Figura 9: Tela de alinhamento da mandíbula 4	57
Figura 10: Tela de alinhamento da mandíbula 5	57
Figura 11: Tela de alinhamento da mandíbula 6	58
Figura 12: Tela de alinhamento da mandíbula 7	58
Figura 13: Tela de alinhamento da mandíbula 8	59
Figura 14: Tela de alinhamento da mandíbula 9	59
Figura 15: Tela de alinhamento da mandíbula 10	60
Figura 16: Tela de alinhamento da mandíbula 11	60
Figura 17: Tela de alinhamento da mandíbula 12	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultados da amostra (exames de 1 a 11)	55
Gráfico 2: Resultados da amostra (exames de 1 a 11) com os desvios-padrão	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descritivo dos sítios de aplicação e dos tamanhos em mm dos implantes em cada uma das 11 mandíbulas humanas secas	49
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados brutos das aferições realizadas nas 11 mandíbulas da amostra.....	54
Tabela 2: Resultados do teste <i>t</i> de <i>Student</i> para uma amostra	54

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	por cento
.bpt	formato de arquivo das imagens digitais reconhecidas pelo <i>software</i> DentalSlice®
.cnv	formato de arquivo das imagens digitais reconhecidas pelo <i>software</i> DentalSlice Converter®
“	polegadas
®	marca registrada
°	graus
2D	bidimensional
3D	tridimensional
AAOM	American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology
CAD	<i>computer aided design</i>
CAM	<i>computer aided manufacturing</i>
CAS	<i>computer aided surgery</i>
CD – RW	<i>Compact Disc ReWritable</i> – disco compacto regravável
CD-R	<i>Compact Disc Recordable</i> – disco compacto gravável
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	centímetro
D	direito
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
E	esquerdo
<i>et al.</i>	e outros

FO	Faculdade de Odontologia
FOV	Campo de visão (do inglês <i>field of view</i>). Optou-se por utilizar esta forma, e não sua tradução, pelo uso consagrado no meio médico
FTP	(<i>File Transfer Protocol</i>) Protocolo de transferência de informação
GB	GigaBytes
GHz	GigaHertz
HeCd	Hélio-Cádmio
kb	Kbytes
kVp	quilovoltagem pico
<i>laser</i>	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
LITORIM	Leuven information technology-based oral rehabilitation by means of implants
mA	miliAmpere
MB	MegaBytes
mm	milímetro
MRI	<i>magnetic ressonance imaging</i>
PC	Personal Computer
<i>pixels</i>	<i>picture elements</i>
PPG	Programa de Pós-Graduação
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RAM	<i>randomic access memory</i>
RP	<i>rapid prototyping</i>
s	segundo
SL	Stereolithography
SLA	Stereolithography <i>apparatus</i>
SPSS	Statistical Package for the Social Science
STL	Standart. template libery

TC	Tomografia Computadorizada
™	Trade marc – Marca registrada
UH	unidade Hunsfield
US	<i>ultrasound scanning</i>
UV	ultra-violeta
www	World wide web

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISTA DE LITERATURA	21
3	METODOLOGIA	40
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	40
3.2	PROBLEMA	40
3.3	HIPÓTESES	41
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	41
3.5	ANÁLISE BIOESTATÍSTICA	53
4	RESULTADOS	54
5	DISCUSSÃO	62
6	CONCLUSÃO	70
	REFERÊNCIAS	71
	ANEXOS	77
	ANEXO A – Aprovação do Projeto de Tese pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS.....	77
	ANEXO B – Aprovação do Projeto de Tese pelo Comitê de Ética em pesquisa da PUCRS.....	78
	ANEXO C – Termo de Consentimento do Laboratório de Anatomia da Universidade de Passo Fundo para utilização das mandíbulas secas.....	79
	ANEXO D – Termo de Consentimento do Hospital Beneficente São Vicente de Paulo Universidade de Passo Fundo para realização da Tomografias Computadorizadas.....	80

1 INTRODUÇÃO

Na Odontologia, os implantes dentários para a reabilitação bucal de pacientes representam uma das formas mais avançadas do uso da tecnologia, pois se destinam a substituir um único dente ou, até mesmo, promover a reabilitação de indivíduos completamente edêntulos. Nos últimos anos, a utilização de implantes enfrentou demandas nas áreas estética e protética, com necessidades cada vez maiores de resultados ideais que requerem planejamento e execução cirúrgica precisos.

A osseointegração é uma conseqüência previsível e necessária nos procedimentos cirúrgicos de colocação de implantes dentários. Entretanto, as limitações anatômicas e a resolução protética incentivam os especialistas da área a procurar por maior precisão no planejamento e no posicionamento cirúrgico dos implantes.

Radiografias bidimensionais oferecem informações limitadas da espessura óssea e da localização de estruturas nobres, razão pela qual se torna necessário o emprego de técnicas de imagem que mostrem, com precisão, o tamanho e a localização em profundidade das estruturas anatômicas, além da forma e da estrutura óssea.

O planejamento pré-cirúrgico é essencial para a obtenção de resultados estéticos e funcionais, e uma variedade de técnicas está disponível no mercado, justificando o uso de processos de planejamento mais elaborados. Clínicos que utilizam apenas radiografias convencionais para planejar suas cirurgias de implante, em geral, realizam modificações durante a fase cirúrgica.

A tomografia computadorizada (TC) tem sido efetiva no planejamento de casos complexos em Implantodontia, fornecendo maior objetividade à interpretação dos dados, possibilitando localizar com precisão estruturas anatômicas importantes e determinando a quantidade de osso na área de interesse, além de se tratar de técnica de diagnóstico não-invasiva (BESIMO; LANBRECHT; GUINDY, 2000).

A adição da tecnologia das imagens em 3D melhorou a relação entre o planejar e o executar.

Recentemente, a tecnologia CAD-CAM tornou possível o uso dos dados da TC para planejar reabilitações com implantes, na tela do computador, pois permite fabricar um biomodelo sólido, com correspondência anatômica precisa (CAM – *computer aided manufacturing*) a partir de um modelo virtual (CAD – *computer aided design*).

Com esta tecnologia, alguns estudiosos reuniram informações pertinentes, tanto ao diagnóstico quanto ao planejamento, e desenvolveram *softwares* específicos para o tratamento das imagens e a programação precisa da colocação de implantes dentários.

Quando imagens digitais são trabalhadas no computador, estas permitem a análise de implantes virtuais em todas as dimensões, com as modificações direcionais traduzidas imediatamente, de forma dinâmica, na tela.

Sistemas de planejamento, com base em imagens tomográficas, permitem ao cirurgião selecionar os locais mais adequados para a colocação dos implantes dentários, levando em conta as características anatômicas específicas do paciente e a estrutura óssea das áreas de interesse.

Não obstante, a transferência das informações do pré-planejamento para a fase cirúrgica tem sido a maior dificuldade encontrada pelos profissionais que realizam implantodontia, sobretudo em casos de reabilitações complexas.

Uma técnica que pode ser utilizada com este objetivo é a estereolitografia, método de prototipagem rápida que produz biomodelos anatômicos por intermédio do processo de polimerização de uma resina líquida por um feixe de *laser* ultravioleta. Esta tecnologia também permite a obtenção de guias cirúrgicos, aprimorando aqueles obtidos de modo convencional, muito utilizados na cirurgia de colocação de implantes.

Somando-se à visualização das imagens tridimensionais, outras ferramentas de diagnóstico estão disponíveis; *softwares* específicos permitem avaliar a densidade óptica, medir a espessura do osso e, inclusive, manipular, de forma virtual, implantes dentários, na tela do computador, de forma dinâmica, auxiliando o cirurgião a prever o posicionamento e o tamanho dos implantes. No entanto, a transferência do planejamento de implantes realizado no computador para o campo cirúrgico, apesar de muito importante, permanece como um procedimento difícil de ser executado com precisão.

Diante do exposto, objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar se o planejamento virtual para colocação de implantes realizado com a utilização do *software* DentalSlice® (BioParts; Brasília/DF) pode ser transferido para o campo cirúrgico, com precisão, por meio de guias cirúrgicos construídos por estereolitografia (SLA - stereolithography).

Para tanto, foi realizado um estudo comparativo entre posição e angulação planejadas para implantes dentários, como são visualizados na tela do computador, e os resultados dos procedimentos executados em 11 mandíbulas humanas secas, considerando-se a precisão do planejamento virtual realizado, na relação com as imagens digitais de TC obtidas após a colocação dos implantes.

2 REVISTA DE LITERATURA

A utilização de processos de RP (*rapid prototyping*) na área biomédica é aplicada, sobretudo, na reprodução de estruturas anatômicas. Os protótipos biomédicos são conhecidos como biomodelos e podem ser construídos a partir de exames de imagem como TC, MRI (*magnetic resonance imaging*) ou US (*ultrasound scanning*).

Os biomodelos gerados a partir da estereolitografia (SLA) são realizados por um computador que controla a técnica de construção anatômica exata do esqueleto humano por meio das imagens geradas por TC.

Estudos prospectivos e a respeito de casos individuais têm demonstrado como um modelo em terceira dimensão pode auxiliar o diagnóstico, facilitar o planejamento da técnica cirúrgica, promover melhor troca de informações entre os profissionais, inclusive, mesmo, para explicar aos pacientes, além de reduzir o tempo operatório e a morbidade ao paciente (ANCHIETA; SALLES, 2002; ARVIER et al., 1994; D'URSO et al., 1998; ERICKSON et al., 1999; MORRIS; BARBER; DAY, 2000; STOKER; MANKOVICH; VALENTINO, 1992).

Os dados tridimensionais convertidos para formatos aceitos pela estereolitografia são enviados a um computador que utiliza *laser* para polimerização de resina fotossensível responsável pela conversão da resina líquida em material plástico sólido, ou seja, o modelo biomédico ou também chamado de biomodelo. A estereolitografia pode reproduzir vasos sangüíneos, tecidos moles, tumores e ossos com enorme precisão (<0,8 mm) (D'URSO et al., 1998).

O sistema de prototipagem rápida pela técnica da estereolitografia é composto por um reservatório de resina líquida fotossensível, uma plataforma de construção e de um *laser* HeCd guiado por espelhos para polimerizar a resina. Iniciada a etapa de construção do biomodelo, também começa a construção de uma estrutura de suporte para o biomodelo, composta do mesmo material que o sustenta dentro do reservatório de resina. Ambos são gerados no modelo CAD e no formato STL, depois transferidos para a máquina de prototipagem. Após a primeira camada de resina ser exposta ao *laser*, ela se solidifica. A seguir, a plataforma desce e uma

camada subsequente é, então, polimerizada. Tal movimento repete-se até a construção completa do modelo. Finalizada esta etapa, o biomodelo é colocado em uma câmara de raios ultra-violeta (UV) durante 10 minutos, completando o processo. A estrutura de suporte é feita do mesmo material do biomodelo e removida somente após a completa polimerização (JACOBS, 1992; WINDER; BIBB, 2005).

Os implantes osseointegrados vêm sendo utilizados há mais de 30 anos, como alternativa protética restauradora nos pacientes totalmente desdentados (ADELL et al., 1981; BRANEMARK et al., 1977). O número e a distribuição dos implantes, nesses casos, seguem o que foi convencionado denominar Protocolo Branemark, que consiste na colocação de implantes em regiões anteriores de maxila e mandíbula.

Os exames radiográficos rotineiramente propostos eram constituídos de uma radiografia panorâmica e uma telerradiografia em norma lateral (BRANEMARK et al., 1977). Portanto, o cirurgião deveria descobrir durante a cirurgia se havia ou não osso suficiente para a colocação dos implantes. Contornos irregulares e finos só eram visíveis após a incisão e o rebatimento do retalho mucoperiósteo (ABRAHAMS, 1992).

Com a confirmação científica da possibilidade de êxito na colocação de implantes em pacientes parcialmente desdentados (JEMT; LEKHOLM; ADELL, 1989; LEKHOLM et al., 1999), as regiões posteriores passaram a ser utilizadas como leito para implantes osseointegrados.

Em 2000, a AAOM - American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology - afirmou que o sucesso dos implantes dentários depende de um correto diagnóstico das estruturas ósseas da região bucal. Essa entidade cita que os objetivos do diagnóstico por imagem pré-operatória são: definição da presença de doença local; localização de estruturas anatômicas que podem ser lesadas na colocação dos implantes, tais como seio maxilar, canal nasopalatino, canal mandibular, canal e forame mental; localização da morfologia óssea, incluindo rebordo em lâmina de faca; localização e profundidade da fóvea submandibular; variações de desenvolvimento; irregularidades no alvéolo após extração; integridade e espessura das corticais; densidade do osso trabecular; disponibilidade óssea para a fixação do implante e, igualmente importante, a inclinação do contorno ósseo. A instituição preconiza que, para avaliar múltiplos sítios, as tomografias estão indicadas, e a execução e a interpretação das imagens não devem ser feitas por

pessoas sem treinamento adequado, devendo o procedimento ser realizado por profissionais qualificados. Recomenda, ainda, que o protesista, o cirurgião e o radiologista trabalhem de forma integrada, bem como sejam utilizadas guias radiopacas para delimitar as regiões de interesse, além de feixes luminosos para o correto posicionamento do paciente, no caso da tomografia computadorizada, e que o *gantry* não esteja angulado/inclinado (ALMOG et al., 2006; SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA, 2001; TYNDALL; BROOKS, 2000).

É de particular relevância evitar danos ao nervo alveolar inferior durante a colocação de implantes, na região posterior da mandíbula, e, portanto, o cirurgião bucomaxilofacial ou o implantodontista deverá dispor de meios diagnósticos para planejar a posição, comprimento, diâmetro e localização dos implantes a serem colocados nessa região. Para a localização de estruturas nobres, como o nervo alveolar inferior, o forame e o nervo mental, seio maxilar e forame incisivo, pode ser considerada insuficiente a utilização de radiografias panorâmicas e periapicais, não somente pela dificuldade de localização dessas estruturas, mas também porque tais exames não fornecem a espessura óssea da mandíbula ou da maxila.

McGivney et al. (1986) realizaram um estudo-piloto com quatro espécimes parcial ou totalmente edêntulos, comparando as imagens obtidas através de tomografia computadorizada com a topografia óssea mandibular e maxilar. Os especialistas consideraram a tomografia um método valioso de diagnóstico da topografia óssea.

Schwarz et al. (1987), em uma pesquisa com 75 pacientes submetidos à colocação de implantes, demonstram que, por meio da reconstrução multiplanar, é possível visualizar imagens de cortes transversais, perpendiculares à crista óssea alveolar, fornecendo, assim, informações precisas sobre a altura óssea, o grau de mineralização e a posição do canal mandibular. Para esses autores, é possível visualizar o canal mandibular em radiografias panorâmicas convencionais; entretanto, a imagem em duas dimensões deixa a desejar, pois não é possível visualizar o canal mandibular no sentido vestibulo-lingual. Assim, o cirurgião bucomaxilofacial planejará sempre um implante curto o suficiente para não correr riscos em relação ao canal mandibular, porque, muitas vezes, o canal mandibular não está localizado no centro da mandíbula, podendo se encontrar junto à parede vestibular ou lingual do corpo da mandíbula, tornando possível a passagem do implante por vestibular ou por lingual do mesmo, o que resulta em um implante mais longo.

Rothman et al. (1988), por sua vez, consideraram que o posicionamento ideal dos implantes requer o conhecimento detalhado da anatomia óssea, em cortes transversais, ao longo do leito receptor dos implantes (base óssea). Apenas cortes transversais realizados a partir de um escaner perpendicular, ao longo eixo do corpo mandibular, servem para essa finalidade. Os autores descreveram que a presença de restaurações metálicas compromete a visualização do osso alveolar da região, da mesma forma pode também haver a exposição dos olhos e da tireóide ao feixe de radiação primária. Por isso, foi, então, desenvolvido um *software* para fornecer cortes transversais da mandíbula, de fácil obtenção via reformatação. O *software* foi criado para auxiliar o cirurgião bucomaxilofacial no planejamento e facilitar o posicionamento ideal dos implantes. O objetivo da pesquisa foi descrever a técnica e mostrar os resultados preliminares em 205 pacientes candidatos a implantes, no período de agosto de 1986 a agosto de 1987. A técnica permite a mensuração, diretamente sobre o exame, não importando o tamanho do filme ou o grau de magnificação. Todas as imagens reformatadas são numeradas, podendo ser facilmente correlacionadas. Como os cortes transversais reformatados são perpendiculares, a curvatura das arcadas e as imagens obtidas são confiáveis, representando o tamanho real.

Schwarz et al. (1989) publicaram uma revisão que descreve a técnica da tomografia computadorizada associada ao programa *DentalScan*^{®1} e sua relação com os implantes osseointegrados. São relacionadas todas as vantagens que a técnica oferece do ponto de vista anatômico, com alta resolução de cortes finos. Os cortes coronais e as reconstruções panorâmicas, ao longo de toda a área receptora, permitem um planejamento muito mais efetivo. Os autores relatam que casos com dimensões inadequadas, no sentido vestibulo-lingual, não são sequer tentados, enquanto muitos outros casos aparentemente desfavoráveis nas radiografias convencionais podem ser operados com sucesso. Com isso, o resultado final da prótese é otimizado, pois o cirurgião bucomaxilofacial, tendo condições de avaliar o osso disponível, tem condições de obter um bom alinhamento dos implantes.

¹ *DentalScan*[®] o Dental Scan é um aplicativo da Tomografia Computadorizada Helicoidal de uso exclusivo para Odontologia. O Dental Scan é uma técnica tomográfica que permite visualizar determinada região anatômica, através de múltiplas imagens de alta resolução, permitindo "cortes fotográficos" de até 1mm de espessura.
<http://www.cliniimagem.com.br/exames/dentalscan.php>

Klinge, Petersson e Maly (1989) realizaram um estudo comparando a radiografia periapical, a panorâmica e a tomografia computadorizada na localização do canal mandibular em quatro mandíbulas secas. Para tanto, utilizaram referências metálicas coladas com fita adesiva, no corpo da mandíbula, para orientar o posicionamento dos cortes tomográficos e, posteriormente, o corte das mandíbulas e o exame macroscópico. O canal mandibular não pôde ser visualizado em várias imagens, nas panorâmicas, periapicais e tomografia linear. Todas as imagens obtidas na tomografia computadorizada foram consideradas satisfatórias para a visualização do canal mandibular. As mensurações radiográficas receberam correção de acordo com o grau de magnificação, sendo encontrada a seguinte margem de erro: até mais ou menos 1mm em 94% das tomografias computadorizadas, em 53% das radiografias periapicais, em 39% das tomografias convencionais e em 17% das radiografias panorâmicas. Para os pesquisadores, os resultados mostraram que a tomografia computadorizada fornece, de forma mais precisa, a posição do canal mandibular, constituindo-se, provavelmente, no melhor método para o planejamento pré-operatório na cirurgia de implantes nas áreas próximas ao canal mandibular. Sugerem os pesquisadores que, ao se planejar implantes nas regiões posteriores da mandíbula, em que deve ser evitado o contato com o nervo alveolar inferior, a tomografia computadorizada deve ser considerada. Para evitar complicações no transoperatório, mesmo utilizando as melhores técnicas radiográficas, inclusive a tomografia computadorizada, sugerem o emprego de uma margem de segurança de 1 a 2 mm.

Quirynen et al. (1990) procederam a um estudo com o objetivo de empregar três técnicas de tomografia computadorizada na determinação do volume ósseo e possível comprimento do implante: 1) imagem direta utilizando cortes sagitais e coronais; 2) reconstrução-padrão em cortes baseada em axiais e 3) reconstrução multiplanar também baseada em cortes axiais. Para tanto, empregaram seis ossos dissecados, três maxilas e três mandíbulas, mensurando a altura óssea máxima do implante, considerando as estruturas anatômicas. As peças foram cortadas para comparar as medidas obtidas nas diferentes técnicas empregadas com as medidas reais. Consideraram que a técnica de imagem direta é de difícil execução em pacientes, em decorrência também da dificuldade de posicionamento do mesmo. Ao compararem esta com as demais técnicas concluíram que a reconstrução-padrão é mais confiável, apresentando um desvio

médio de 0,4 a 0,6 mm, na determinação do comprimento máximo do implante, com a apresentação de erro superior a 1 mm em apenas 14% dos casos. A reconstrução multiplanar apresentou desvio médio de 0,8 a 4,2 mm, na determinação do comprimento máximo do implante, o qual foi subestimado em 64% dos casos. O freqüente erro para menor volume ósseo na reconstrução multiplanar pode ser atribuído a um erro de *software*. Outra explicação seria a diminuição na definição da imagem após a reconstrução, visto que foi utilizada baixa resolução de imagem para não usar doses maiores de radiação e para permitir uma comparação com praticamente todos os equipamentos disponíveis no mercado para tomografia computadorizada.

Casselman et al. (1991), em 19 hemiarcadas mandibulares e 21 hemiarcadas maxilares empregaram a tomografia computadorizada em conjunto com o *software DentalScan*[®], visando obter de reconstruções oblíquas e panorâmicas a partir de cortes axiais. O canal mandibular foi facilmente identificado em cinco casos. Em 12, alguns segmentos do canal mandibular eram de difícil visualização e, em dois, só pôde ser visualizado quando todas as imagens (axiais, reconstruções oblíquas e reconstruções panorâmicas) foram cuidadosamente estudadas. Os autores acreditam que o canal mandibular é, muitas vezes, de difícil visualização nas técnicas radiográficas convencionais. Ademais, mesmo utilizando o programa *DentalScan*[®], por vezes, deve-se visualizar o canal quando o mesmo não apresenta uma cortical definida. Entretanto, ao dispor de reconstruções oblíquas e panorâmicas, o canal pôde ser sempre identificado. Isso é extremamente importante caso se necessite saber qual a distância entre a crista óssea alveolar e o canal mandibular e quando se considera a possibilidade de colocação de implantes passando por lingual ou vestibular do canal mandibular. Os pesquisadores concluíram finalmente que existe uma técnica radiográfica disponível que permite uma mensuração exata da altura e da largura do processo alveolar, com irradiação mantida dentro de limites aceitáveis. O programa *DentalScan*[®] permite a colocação de implantes com comprimento e diâmetro ideal, favorecendo melhores resultados a longo prazo.

Abrahams (1992) relatou a história e o desenvolvimento do emprego da radiografia para os implantes dentários, apresentados no programa *DentalScan*[®], um *software* associado à tomografia computadorizada, que permite a obtenção de imagens multiplanares dos maxilares, com possibilidade de identificação de

estruturas anatômicas importantes, considerado um valioso instrumento para a avaliação de pacientes candidatos a implantes. Para o autor, foi muito importante a possibilidade de determinar ou visualizar o grau de atrofia óssea no sentido vestibulo-lingual, pois o mesmo normalmente não é evidenciado nas radiografias convencionais. Considerou também de importância óbvia a identificação do canal mandibular nas imagens transversais.

Ulm et al. (1993) realizaram um estudo anatômico em 43 espécimes mandibulares, classificados de acordo com o grau de reabsorção óssea. Foram efetuados seis cortes na região do canal mandibular em cada mandíbula, formando sempre um ângulo reto com a porção basilar. As porções seccionadas foram ampliadas e digitalizadas. Com o emprego de um *software* de mensuração, obtiveram as distâncias entre o canal mandibular e as superfícies externas vestibular, lingual, caudal e crista óssea alveolar. Verificaram, em seguida, que a distância entre o canal mandibular e as bordas externa vestibular e lingual são relativamente constantes, independentemente do grau de reabsorção, sem diferenças estatísticas significativas. Existem variações anatômicas no trajeto do canal, sugerindo a necessidade do uso da tomografia computadorizada para o planejamento de colocação de implantes. Entretanto, quando comparado às bordas caudal e cranial (crista óssea alveolar), as variações mostraram-se bastante significativas, constituindo-se na mais desafiadora alteração óssea nas atrofias. Daí a importância de um correto diagnóstico antes de se proceder à colocação de implantes.

Tan (1995) procurou discutir as indicações, contra-indicações, vantagens e desvantagens da tomografia computadorizada multiplanar reformatada, a qual considera a modalidade de imagem mais abrangente e precisa atualmente disponível. Para o pesquisador, esse tipo de exame apresenta duas limitações: a primeira é a produção dos artefatos provocados pela movimentação do paciente durante a obtenção das imagens. Em sua opinião, no passado, eram necessários 15 minutos para adquirir as imagens, enquanto hoje já é possível obter todos os cortes axiais em uma pequena fração de tempo, diminuindo, assim, esse problema. A segunda limitação diz respeito aos artefatos criados na presença de restaurações e/ou coroas metálicas. O autor argumenta que o interesse está em se avaliar as áreas relativas à região ao processo alveolar, evitando reconstruir as porções relativas à região coronária dos dentes, eliminando, assim, tal problema. Destaca

entre as principais vantagens a possibilidade de obtenção de imagens sem distorção e em tamanho real, assim como visualizar a topografia óssea de forma contínua, conseguindo relacionar com facilidade as imagens às estruturas dentárias adjacentes ou marcadores radiopacos. Entre as desvantagens a considerar destaca o custo mais elevado e a menor disponibilidade de equipamentos que dispõem do *software*. Considerando estudos de outros especialistas, concluiu que o uso da tomografia linear em conjunto com radiografias periapicais e panorâmicas resulta em doses aditivas de radiação que se aproximam da dose total da TC.

Verstreken et al. relataram, em 1996, o desenvolvimento de um sistema para o planejamento pré-operatório em implantes dentários (SimPlant^{®2}), usando tomografia computadorizada reformatada em conjunto com reconstruções tridimensionais e imagens de implantes em tamanhos variados. Desenvolveram, também, uma técnica para digitalizar e visualizar uma prótese preexistente em relação ao osso alveolar. É possível, portanto, executar o planejamento e uma cirurgia virtual no monitor do computador, inter-relacionando-se todos os dados obtidos na TC, superpondo as imagens. Para tanto, selecionaram 20 pacientes submetidos a tomografia computadorizada, em um total de 20 planejamentos nos quais utilizaram apenas cortes transversais reformatados (2D). Em um segundo momento, o mesmo profissional realizou mais 20 planejamentos usando todos os recursos do programa. Os planejamentos foram gravados à medida que eram realizados, separadamente, sem que o profissional pudesse compará-los. Um cirurgião e um protesista compararam os dois tipos de planejamento empregando o programa em 3D e respondendo questões sobre o planejamento face à melhor osseointegração, à biomecânica, à resolução estética e ao efeito em 3D. Do ponto de vista quantitativo, utilizando o programa completo, diversas correções foram efetuadas no planejamento em 2D, sendo que, de nove pacientes portadores de prótese digitalizadas, oito foram corrigidas. Do ponto de vista qualitativo, destacaram-se as correções que envolviam o paralelismo dos implantes, alterações relacionadas à visualização de dentes remanescentes, a visualização dos dentes das próteses preexistentes, permitindo orientar a inclinação dos implantes, de modo a receber carga em seu longo eixo ou mais favorável do ponto de vista biomecânico. Concluíram que o estudo comprovou a grande utilidade do sistema para a obtenção

² SimPlant (Materialize, Leuven, Bélgica).

<http://www.materialise.com/materialise/view/en/92082-SimPlant.html>

de melhores resultados. Apenas o fato de poder visualizar a prótese, prevendo os resultados biomecânicos e estéticos, foi considerado argumento forte suficiente para adotar a técnica como rotina no University Hospital Gasthuisberg (Leuven/Bélgica).

Em 1998, Kraut escreveu um artigo no qual apresentou o *software* SimPlant[®], um dos primeiros programas para computador disponível no mercado, equipado com tecnologia capaz de planejamentos interativos para a colocação de implantes. O autor comenta a respeito das várias ferramentas disponíveis para o usuário, sempre as relacionando com a radiografia panorâmica. Destaca inúmeras oportunidades de diagnóstico pré-operatório em que parecia possível a colocações dos implantes, avaliando apenas a radiografia panorâmica. Contudo, ao comparar as mesmas imagens com a TC, em ambiente virtual, que é tridimensional, verificou que, na verdade, a área escolhida não apresentava condições ideais para alojar o futuro implante. Concluiu que quando não se pode enxergar com clareza estruturas vitais, que devem ser evitadas durante a cirurgia, é imprescindível a realização de um exame tomográfico, o qual oferece informações adicionais, expondo de maneira tridimensional tais estruturas, o que aumenta a previsibilidade dos implantes.

A técnica de avaliação radiográfica deve ser selecionada depois que o paciente for examinado clinicamente e consideradas as alternativas terapêuticas. As imagens para o diagnóstico podem ser realizadas de maneira tradicional por intermédio de radiografias (periapical, oclusal e panorâmicas) como também por tomografia computadorizada.

Jacobs et al. (1999) procuraram avaliar a confiabilidade das imagens em 2D reformatadas, obtidas por tomografia computadorizada no planejamento para implantes. O estudo foi realizado em 100 pacientes parcial ou totalmente edêntulos que se submeteram ao exame e à posterior colocação de implantes. A altura óssea disponível abaixo do seio maxilar e da fossa nasal na maxila e acima do canal mandibular foi mensurada, descontando uma margem de segurança de 1,5 mm. O planejamento envolveu o número, a localização e o tamanho dos implantes, a altura óssea disponível e possíveis complicações anatômicas. Os pesquisadores citaram algumas complicações que podem vir a ocorrer durante a cirurgia para colocação de implantes dentários, como fenestração e deiscência por falta de osso na parte coronal do implante, perfuração do seio maxilar, não conseguir estabilidade primária do implante e má posição do implante em relação à biomecânica e à estética requerida pela prótese. Os pesquisadores relatam que algumas vezes, durante a

cirurgia, ficou evidente que a colocação do implante conforme o planejado era impossível, sobretudo por achados transoperatórios não-identificados ou subestimados na tomografia computadorizada (qualidade e forma do osso desfavoráveis). Dos 416 implantes planejados, 395 puderam ser colocados, demonstrando uma boa correlação entre o número de implantes e o seu posicionamento, planejados e executados. Entretanto, verificaram uma correlação fraca entre o tamanho do implante planejado e o efetivamente colocado, pois relataram que em 110 dos 395 casos os implantes colocados foram mais curtos do que o planejado, o que representa 20% na maxila e 35% na mandíbula, além de terem de colocar implantes mais longos em 74 dos casos. Os resultados das complicações foram surpreendentemente altos, pois ocorreram em 41% dos casos, entre elas as fenestrações e deiscências em 21%, e perfurações no seio maxilar em 20%. Os autores discutem que a exposição dos pacientes à radiação é justificada pelos benefícios de um melhor planejamento, mas encontraram uma discrepância das mensurações realizadas entre o planejado e o conseguido de 0,4 a 0,5 mm em média. Concluíram que as imagens tomográficas em 2D e reformatadas constituem uma ferramenta segura para avaliar, no pré-operatório, o número e o local dos implantes, mas advertem que para ter precisão quanto ao tamanho dos implantes e prever complicações anatômicas na cirurgia tais imagens ainda não são confiáveis, pois oferecem uma idéia de prognóstico pobre e ainda sugerem que o cirurgião deve estar atento no momento da cirurgia, principalmente para complicações anatômicas, tipo fenestrações e deiscências.

Lacroix, em 2000, avaliou a precisão da tomografia computadorizada reformatada no que diz respeito à localização do canal mandibular, bem como a altura, a largura e a inclinação do osso mandibular. As medidas tomográficas foram comparadas com as medidas obtidas nas mandíbulas humanas secas seccionadas. Segundo o autor, os resultados indicaram uma diferença muito pequena entre a imagem tomográfica e o tamanho real da mandíbula seca, diferença estatisticamente não-significante a um nível de 1%. Concluiu que este exame produz imagens transversais do rebordo alveolar com alta precisão, constituindo-se em uma ferramenta de diagnóstico e planejamento para a colocação de implantes na região posterior da mandíbula com uma efetiva margem de segurança.

D'Urso et al. (1998) observaram que, em devido à complexidade da anatomia craniofacial e às variações das estruturas anatômicas entre indivíduos, a

cirurgia de deformidades faciais torna-se difícil de ser explicada, planejada e executada. Sendo assim, utilizaram a reconstrução tridimensional a partir de tomografias computadorizadas para obter biomodelos de 40 pacientes com deformidades craniofaciais. Os modelos obtidos foram empregados na orientação dos pacientes, no diagnóstico e no planejamento cirúrgico. Os pesquisadores concluíram que os biomodelos contribuem para o diagnóstico, melhoram o planejamento pré-operatório e facilitam a comunicação entre cirurgiões e pacientes.

Hagiwara, Koizumi e Igarashi descreveram, em 1999, o uso de biomodelos em estereolitografia e a utilização do *software* SimPlant[®], um estudo que realiza simulações virtuais de inserção de implantes dentários.

Besimo, Lambrecht e Guindy, em 2000, realizaram uma pesquisa que avaliava a magnitude do erro da transferência da posição do implante planejada no computador, a partir de imagens de tomografia computadorizada para o guia cirúrgico. Os autores usaram cinco maxilas e nove mandíbulas, nas quais realizaram 77 mensurações. Concluíram que a transferência de erros não foi clinicamente relevante, pois outros fatores que envolviam a transferência da posição e a mensuração angular resultaram em erros significativos. Os resultados indicaram que o erro resultante na transferência dos dados da TC para os guias cirúrgicos foi mínimo.

Já em 2001, Kraut comenta as indicações primárias da aplicação das imagens tomográficas no planejamento de implantes. Na mandíbula, verificou a necessidade de avaliar com exatidão a posição do nervo alveolar inferior, do forame mental e do contorno da superfície lingual da mandíbula, que são importantes para o sucesso na reabilitação com implantes. Na maxila, o desafio era assegurar que há osso com qualidade e quantidade suficientes para apoiar a reabilitação planejada, satisfazendo também as necessidades estéticas do paciente. Segundo o autor, sínfise mandibular é uma região segura e previsível para a colocação de implantes dentários, com uma taxa de sucesso de 98%, por isso a utilização da TC, como parte da avaliação pré-cirúrgica, nem sempre é necessária. Já a parte posterior da mandíbula é uma área mais desafiadora, que apresenta riscos tanto à integridade do nervo alveolar inferior quanto à do assoalho bucal. Ademais, há um problema significativo de qualidade e densidade óptica do osso, que só podem ser apreciadas quando se realiza TC para determinar os locais ideais para colocação de implantes. A TC é um exame importante na prática da implantodontia, o que, todavia, não

significa que esta tecnologia seja necessária para todos os casos de reabilitações envolvendo implantes dentários.

De acordo com Pieper e Lewis (2001), embora a TC possa promover valiosa informação na fase de diagnóstico e planejamento, trata-se de um exame complementar, com custos adicionais, não sendo necessária ou, inclusive, indicada para todos os casos.

Em 2002, Simon propôs uma nova técnica para o uso de guias cirúrgicos tradicionais, fabricados em acrílico, para colocação de implantes em mandíbulas totalmente desdentadas. Guias cirúrgicos usados para colocação de implantes em pacientes edêntulos são de difícil manipulação, pois não apresentam estabilidade durante o ato cirúrgico. O autor descreve o uso de implantes transitórios, estrategicamente colocados, para estabilidade do guia no transoperatório, os quais são removidos após a inserção dos implantes definitivos. Com essa técnica o especialista obtém eficiência na estabilidade do guia cirúrgico e, por conseguinte, maior segurança para inserção dos implantes.

Van Steenberghe et al. (2002) pesquisaram se o planejamento tridimensional, realizado em *software* específico para implantes dentários, pode ser transferido de maneira precisa para o campo operatório. Para tanto, utilizaram dois cadáveres e oito pacientes, totalizando 15 implantes colocados. Os resultados indicaram que os valores da posição e da inclinação planejada para os implantes ficaram muito próximos dos valores obtidos após a cirurgia de colocação dos implantes. Encorajados pelo resultado da pesquisa e pela possibilidade de empregar carga imediata sobre os implantes com bons resultados na osseointegração, os autores sugeriram um novo conceito para cirurgia sem retalho a qual denominaram LITORIM (Leuven information technology-based oral rehabilitation by means of implants).

Gateno et al. (2003) realizaram pesquisa comparativa à precisão de guias cirúrgicos feitos em estereolitografia com guias cirúrgicos convencionais de acrílico. A comparação entre o guia cirúrgico de estereolitografia e o convencional não apresentou diferença clinicamente perceptível, mas, com a aplicação do teste estatístico de correlação de Pearson, o primeiro mostrou-se mais preciso do que o convencional, levando os pesquisadores a concluir que a transferência dos dados do planejamento pré-cirúrgico para o tratamento transcirúrgico deve ser mais bem-estudado.

Van Steenberghe et al. (2003) preocupados com o erro na transferência do planejamento virtual para o campo operatório realizou um estudo em que utilizou três cadáveres para fixação de dois implantes zigomáticos bilaterais. Os autores relatam que consideram o procedimento de implantes zigomáticos bastante delicado, pois o cirurgião depara-se com uma visão limitada do campo operatório, exigindo a abertura de uma janela na parede lateral do seio maxilar para controlar a inclinação do eixo do implante zigomático em relação às estruturas nobres da região. Portanto esta complexidade no procedimento levou os pesquisadores a planejar e executar a cirurgia de colocação de implantes através de guias cirúrgicos de estereolitografia. Os guias cirúrgicos eram ósseo-suportados do sistema SurgiGuide^{®3}, mas não comentam como estes eram estabilizados na maxila. Os pesquisadores apreciam a técnica *flapless*, especialmente, para implantes zigomáticos, pois com a aplicação deste tipo de tecnologia a necessidade da abertura da pequena janela no seio maxilar para orientação do cirurgião durante o procedimento cirúrgico torna-se dispensável. Os autores compararam os resultados obtidos com o máximo de erro permissível, que consideraram 0,1mm, as mensurações em relação ao planejamento e à execução cirúrgica foram realizadas diretamente sobre as imagens 3D. Realizaram 3 medidas: a angulação, distância em relação à entrada na maxila e distância em relação à saída no zigoma. A angulação variou entre 3,1 e 6,9 graus e as distâncias entre 2,7 e 6,74 mm. O erro de transferência permaneceu um fator crítico nesta pesquisa, em cinco dos seis zigomas operados obtiveram 3,5 graus e desvios lineares de 3 mm em média, mas os autores não acharam estes valores significativos clinicamente. Baseado na variabilidade dimensional do zigoma, tais erros podem, até mesmo quando planejados no computador e transferidos com precisão, criar perigos potenciais, pois a fenestração posterior pode realmente resultar em danos para as estruturas musculares e neurovasculares da região temporal. Concluíram que os desvios aumentados podem ser explicados por fatores como limitação de abertura bucal e posicionamento muito para posterior do local de entrada do implante, mas que a técnica é encorajadora para alcançar melhores resultados com o planejamento a partir das imagens tomográficas e com a transferência segura para o campo operatório.

³ SurgiGuide (Materialize, Leuven, Bélgica)
<http://www.materialise.com/materialise/view/en/92574-SurgiGuide.html>

Em 2003, Kopp, Koslow e Abdo descreveram as facilidades do planejamento pré-cirúrgico por meio da conjunção dos dados das imagens da TC e de um *software* interativo, usando um guia cirúrgico convencional durante a cirurgia. As mensurações foram predeterminadas no planejamento virtual e transferidas com precisão para o guia cirúrgico. Os pesquisadores concluíram que o diagnóstico virtual que gerou o guia cirúrgico levou a um ótimo posicionamento do implante, com grande estabilidade clínica.

Sarment, Al-Shammari e Kazor (2003) relataram a aplicação da tecnologia dos guias cirúrgicos de estereolitografia em dois casos clínicos. Depois de realizada a TC, as imagens resultantes foram transferidas para reformatação e preparação no *software* SimPlant[®]. Por meio desse programa foi possível determinar a área de interesse para colocação dos implantes dentários, via interpretação da densidade óssea. Após, os pesquisadores planejaram o comprimento e a largura dos implantes na tela do computador, dados esses remetidos a um centro de prototipagem para confecção dos guias cirúrgicos de estereolitografia. Três guias cirúrgicos foram fabricados com diferentes diâmetros dos tubos de aço inoxidável, os quais serviram para orientar a seqüência de brocas que antecedem a colocação dos implantes dentários. De acordo com os autores, a exatidão dos guias cirúrgicos dispensou a necessidade de uso da broca-piloto, e a cirurgia dos implantes ocorreu de acordo com o projetado, sem a necessidade de modificações transoperatórias de angulação, comprimento e largura dos implantes planejados. Os especialistas verificaram uma redução considerável do tempo da cirurgia para colocação dos implantes, além de uma menor exposição óssea, sem necessidade de visualização ocular, por conta da exatidão e da segurança no posicionamento dos implantes, o que, acreditam, possivelmente tenha contribuído para a diminuição da perda dos implantes e das complicações pós-operatórias. Outro benefício da utilização dos guias cirúrgicos feitos de estereolitografia é a eliminação da seqüência de todas as brocas necessárias para osteotomia de alargamento, visto ser possível eliminar a necessidade de correção da angulação, benefício bastante interessante, pois as brocas de alargamento da osteotomia podem potencialmente promover um aquecimento ósseo no local, provocando, em conseqüência, necrose e aumento do insucesso do implante. Os pesquisadores concluíram que essa nova tecnologia de construção de biomodelos e, mais recentemente, a fabricação de guias cirúrgicos de estereolitografia permitem a transferência das informações obtidas no planejamento

virtual diretamente ao campo cirúrgico, oferecendo vantagens significativas em relação ao método tradicional de planejamento para reabilitações que envolvem implantes, há precisão na análise da topografia óssea, além de uma avaliação mais acurada, passível de ser feita quanto ao tamanho e à posição dos implantes em relação às limitações anatômicas.

Sarment, Sukovic e Clinthorne, em 2003, realizaram uma investigação para comparar a precisão dos guias cirúrgicos convencionais com aqueles de estereolitografia. O estudo foi realizado com mandíbulas edêntulas de resina epóxi e planejados cinco implantes de cada lado, sendo que do lado direito usaram guia cirúrgico convencional e do esquerdo, guia cirúrgico de estereolitografia. A segmentação das imagens efetivou-se com uso do *software* Mimics^{®4}. Um dos pesquisadores empregou o programa SimPlant[®], para um planejamento virtual de posicionamento dos implantes. Após as perfurações realizadas, as mandíbulas epóxi retornaram para nova aquisição tomográfica, a fim de comparar o lado-teste (esquerdo) com o lado-controle (direito). A comparação foi computadorizada atribuindo, para cada osteotomia, dois pontos, os quais se localizavam no seu longo eixo (coordenadas x, y, z); um ponto na porção imediatamente superior à perfuração e outro no ápice (a 10 mm do ponto da perfuração). Repetiram-se tais medidas por duas vezes, em dias distintos, pelo mesmo examinador e calculadas as médias de ambas as aferições. As distâncias entre os pontos e os ângulos formados entre o implante virtual e a perfuração correspondente foram calculadas matematicamente. A análise estatística utilizada foi o teste *t* de Student. Os autores defendem que uma melhora significativa foi encontrada em todas as medidas que envolveram os guias cirúrgicos de estereolitografia. A significância clínica dos resultados encontrados é importante em situações nas quais são colocados múltiplos implantes paralelos e o grau de precisão é crítico, com necessidade de um único caminho protético de inserção. A reengulação ou a substituição de partes protéticas pode ser reduzida pela maior precisão no momento de colocação dos implantes.

Tardieu, Vrielinck e Escolano (2003) sugeriram cinco passos como protocolo para utilização do tratamento de mandíbulas edêntulas com a colocação de implantes com carga imediata. O primeiro passo é a preparação de um *splint* (guia) com elementos radiopacos no local dos dentes, o segundo concerne à

⁴ MIMICS (*Materialise's Interactive Medical Image Control Systems*) Materialize, Leuven, Bélgica <http://www.materialise.com/materialise/view/en/92458-Mimics.html>

realização da TC com esse *splint* em posição, o terceiro é o tratamento das imagens no computador com *software* específico, o quarto passo é a fabricação, por encomenda, do guia cirúrgico de estereolitografia, e o quinto, a colocação dos implantes e da prótese 24 horas após a cirurgia. A incorporação do *splint* durante a aquisição da imagem tomográfica permite ao cirurgião o planejamento do implante com base no resultado protético desejado. O plano de tratamento é dirigido, assim, pelo resultado protético final, e não o contrário. O *splint* foi preparado com pequenas quantidades de sulfato de bário colocado no eixo principal de cada dente em forma de cilindro, centrado entre a cervical e a oclusal dos dentes, o qual aparece como uma imagem radiopaca de fácil visualização na TC. Os implantes planejados no computador, por meio do *software* SurgiCase^{®5}, deveriam estar exatamente na posição e na direção dos cilindros radiopacos correspondentes. No guia cirúrgico de estereolitografia, foram inseridos cilindros de aço inox de 5 mm, os quais serviram para guiar as brocas com sensação tátil durante a perfuração. O guia cirúrgico foi estabilizado com parafusos de osteossíntese, localizado na cortical vestibular da mandíbula, para que não houvesse nenhum micromovimento durante o procedimento transoperatório. No momento de inserção dos implantes, os pesquisadores removeram o guia cirúrgico, e os implantes foram colocados manualmente. Maior precisão é necessária quando dois guias cirúrgicos são usados, pois devem ser substituídos conforme a seqüência de brocas do sistema de implantes a ser usado. Com este sistema de planejamento no computador, com base em imagens tomográficas, o cirurgião pode selecionar os locais mais adequados para a colocação dos implantes dentários, levando em consideração as características anatômicas específicas do paciente e a densidade óptica óssea da área de interesse.

A precisão da reconstrução das imagens é de 95%, asseguram Gehr e Richardson (1995) e Todd et al. (1993, *apud* Tardieu, Vrielinck; Escolano, 2003), enquanto para os autores do estudo tal precisão é suficiente para aplicação clínica da terapia com implantes. A incorporação do guia cirúrgico preparado com substâncias radiopacas constitui-se, do ponto de vista protético, um aperfeiçoamento da reabilitação. Os pesquisadores asseguram ainda que, para reabilitações com carga imediata, o próprio guia cirúrgico pode ser usado como a prótese provisória

⁵ SurgiCase[®]. (Materialize, Leuven, Bélgica).

<http://www.materialise.com/materialise/view/en/523722-SurgiCase.html>

logo após a colocação dos implantes. Aconselham que mais pesquisas ainda devem ser levadas a efeito, visando comparar esta nova tecnologia de guias cirúrgicos de estereolitografia aos métodos convencionais de colocação de implantes dentários. Os autores, porém, não mostraram as diferenças entre o planejado e a posição final dos implantes, tendo apenas relatado um caso clínico.

Sammartino et al., em 2004, realizaram um estudo comparativo dos guias cirúrgicos convencionais e fabricados em estereolitografia, descrevendo um caso clínico de uma paciente com severa atrofia óssea mandibular. Na investigação descrita, usaram dois diferentes métodos de planejamento cirúrgico: no primeiro procederam a construção de um guia cirúrgico convencional, em resina acrílica, avaliando os aspectos clínicos, enquanto no segundo o guia cirúrgico foi produzido por estudo estereolitográfico, em que a avaliação da quantidade e da densidade óssea foram feitas a partir de uma tomografia computadorizada com a aplicação das ferramentas do *software* SurgiCase[®]. Realizaram, ainda, uma comparação entre o planejamento do posicionamento dos implantes pela técnica convencional e aquele levado a efeito por computador com imagem digital de TC. Observaram que o planejamento no *software* permitia mais precisão e consistência no posicionamento e na orientação dos implantes, pois era possível avaliar a densidade óssea e, conseqüentemente, planejar a posição do implante na área de melhor qualidade óssea, razão pela qual decidiram realizar a cirurgia da paciente com o planejamento virtual e com guias cirúrgicos de estereolitografia. Concluíram que, usando os guias cirúrgicos de estereolitografia, havia possibilidade de se obterem algumas vantagens, a exatidão do planejamento cirúrgico pode reduzir os problemas relacionados com a densidade e as dimensões do osso. Os implantes foram colocados na melhor área disponível, o que projetou uma melhor estabilização da dentadura. A cirurgia ocorreu com mais eficiência e em menor tempo graças à precisão das informações, inclusive do trajeto do nervo alveolar inferior. Asseguram que tal planejamento com base na técnica estereolitográfica é seguro e que tem muitas vantagens, pois esta tecnologia oferece benefícios biológicos e terapêuticos que simplificam o manejo anatômico-cirúrgico com vistas a uma colocação melhorada do implante.

Di Giacomo et al., em 2005, descreveram resultados preliminares da aplicação clínica de guias cirúrgicos fabricados em estereolitografia para colocação de implantes. Na pesquisa, usaram seis guias cirúrgicos de estereolitografia em

quatro pacientes, com a colocação de 21 implantes. Foram realizadas moldagens e enceramento diagnóstico para cada um dos casos e fabricada uma placa-guia rígida, a qual continha uma mistura de elementos radiopacos que foram posicionados sobre as áreas edêntulas. Durante a obtenção das imagens tomográficas, os pacientes estavam com o artefato posicionado na boca, sobre o rebordo. O padrão dos cortes tomográficos foi de 1,0 mm de espessura. O *software* usado para o planejamento virtual de colocação dos implantes foi o SimPlant[®]. Após essa fase, foram gerados três guias cirúrgicos de estereolitografia para cada área cirúrgica; cada um dos guias cirúrgicos vinha com tubos de metal de três diâmetros diferentes, conforme a seqüência de brocas a ser utilizada para inserção dos implantes dentários. Na pesquisa os autores empregaram três tipos de guias cirúrgicos: ósseo-suportados, dento-suportados e dento-ósseo-suportados. Durante a cirurgia, os guias cirúrgicos foram usados em seqüência do menor para o maior diâmetro dos cilindros de metal (guia-broca). Depois de cada broca seqüencial o guia cirúrgico era substituído pelo próximo de maior diâmetro. As distâncias entre os centros virtual e final foram calculadas. Os ângulos formados entre o planejamento virtual e o resultado final também foram calculados matematicamente.

Os autores tiveram dificuldade em ajustar o guia cirúrgico em alguns locais, o que promoveu uma diferença significativa entre o planejado e o obtido. O guia cirúrgico dento-ósseo-suportado apresentou maior estabilidade durante a cirurgia, o que promoveu uma menor diferença entre o planejado e o conseguido.

Para todas as comparações do estudo verificaram uma diferença maior na distância do ápice do que na cabeça, entre os implantes planejados e os colocados. Os autores reconheceram que tais diferenças entre o planejado e o obtido podem ter sido resultado de micromovimentos dos guias cirúrgicos durante a cirurgia de colocação dos implantes dentários, apesar de todos os cuidados tomados no transoperatório, pois eles não usaram nenhum artefato para estabilização dos guias cirúrgicos. Portanto, os pesquisadores sugeriram a utilização de algum parafuso para promover a estabilização, pois acreditavam que, então, as diferenças podem diminuir, sobretudo nos casos dos guias cirúrgicos ósseo-suportados que se apóiam somente em um dos lados da maxila ou da mandíbula. Consideram, também, que a discrepância entre os implantes pode ter sido o resultado da diferença de posição entre o primeiro e o segundo guias cirúrgicos. Concluíram que a prototipagem rápida de guias cirúrgicos pode ser muito útil para cirurgia de colocação de implantes,

porém a técnica exige melhorias, a fim de promover maior estabilidade dos guias cirúrgicos durante a cirurgia, em casos de guias cirúrgicos ósseo-suportados unilaterais e dos não-dento-suportados. O custo também é um fator que deve ser considerado.

Ozan, Turkyilmaz e Yilmaz (2007) realizaram em estudo com intuito de saber o sítio ou a região preferencial para a colocação dos implantes, segundo a avaliação da densidade óptica da região de interesse, a qual pode ser mensurada na imagem digital por intermédio de unidades Hounsfield (UH). No estudo, o *software* 3D Stentcad⁶ foi utilizado para o planejamento dos implantes nos sítios e nas inclinações considerados ideais, destacando que o programa permitia a mensuração da densidade óptica exatamente na área interna do implante virtual. No momento da cirurgia, os pacientes foram divididos em dois grupos: cirurgia com retalho (*flapped*) e sem retalho (*flapless*). O valor em média em todos os sítios dos implantes foi de 650 ± 352 UH. Contudo, diferenças foram encontradas entre os grupos anterior de mandíbula (801 UH) e posterior de maxila (673 UH), anterior de maxila (669 UH) e posterior de mandíbula (538 UH), sem que se configurassem discrepâncias significativas. Tais diferenças podem estar ligadas a variações de idade e de gênero dos pacientes avaliados.

Implantes dentários fazem parte da rotina de tratamento de várias clínicas, em decorrência do aumento da popularidade dos mesmos e da boa aceitação por parte dos pacientes. No entanto, um planejamento adequado deve ser feito. As informações necessárias ao planejamento de implantes dentários incluem radiografias e tomografias computadorizadas. Com a evolução da tecnologia, *softwares* estão disponíveis especificamente para a área da saúde. Em tais programas de computador, o usuário pode recorrer a reconstruções tridimensionais para o planejamento do caso, de acordo com o que asseguram Mupparapu e Singer (2004).

⁶ 3D Stentcad[®] (Media Lab Software, La Spezia/Itália)

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada junto ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, na área de concentração em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre/RS, na linha de pesquisa Diagnóstico e Terapêutica Aplicada, após apreciação e aprovação do projeto protocolado sob número de 0082/05 (Anexo A) pela Comissão Científica e de Ética da FO-PUCRS e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da mesma Universidade, sob número de registro CEP/PUCRS 06/03207 (Anexo B).

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O estudo foi desenvolvido dentro do paradigma tradicional quantitativo, tendo como abordagem um estudo comparativo (ENGERS, 1994).

3.2 PROBLEMA

É possível transferir com precisão, o planejamento virtual para instalação de implantes dentários realizado através do *software* DentalSlice^{®7} para o campo cirúrgico, por meio de guias cirúrgicos construídos por estereolitografia?

⁷ DentalSlice[®] (BioParts - Brasília-DF)

3.3 HIPÓTESES

H1) Não há alterações estatisticamente significativa entre a posição planejada para o implante dentário por meio do *software* DentalSlice® e o resultado do procedimento executado (medida linear)

H2) Não há alterações estatisticamente significativa entre a angulação planejada para o implante dentário por meio do *software* DentalSlice® e o resultado do procedimento executado.

3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização desta pesquisa foram adquiridas, individualmente, imagens tomográficas de 11 mandíbulas humanas secas, provenientes do acervo da disciplina de Anatomia da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo/RS (Anexo C), em um tomógrafo computadorizado helicoidal *multislice* Philips®⁸, modelo Mx 8000 *Dual*, tensão de 120 kVp e corrente de 200 mA, *high resolution* e filtro D. A aquisição das imagens tomográficas foi realizada no Hospital São Vicente de Paulo (Passo Fundo/RS) (Anexo D).

Os critérios utilizados para a inclusão de mandíbulas humanas secas na amostra foram:

- estar em bom estado de conservação;
- ter espaços alveolares desdentados para colocação dos implantes.

Todas as mandíbulas da amostra foram devidamente identificadas por números, de cor preta, feitos com plástico colante. Os números foram seccionados com feixe *laser* e colados na porção do ramo da mandíbula, acima do ângulo (Figura 1).

O protocolo utilizado para aquisição das tomografias computadorizadas foi o seguinte:

- matriz de 512 X 512;
- FOV: 140 a 180 mm;
- *gantry* Tilt: 0°;

⁸ Philips, Mx 8000 *Dual*, Israel.

<http://www.medical.philips.com/main/products/ct/products/brilliance/dual/>

- passo por rotação: 1,3 mm;
- espessura do corte: 1,3 mm;
- intervalo de reconstrução: 1,0 mm;
- algoritmo *bone* ou *hight resolution*.

Adquiriram-se apenas as imagens axiais, não sendo necessárias reformatações ou impressão das películas, pois os dados foram gravados na forma de imagem digital universal, formato DICOM 3.0, em CD-R⁹. Foi digitalizado todo o volume da parte alveolar da mandíbula, desde a base até a altura do processo condilar.

Sobre a mesa móvel do tomógrafo, colocou-se uma placa de acrílico de 20x20 cm, a qual serviu de apoio para o suporte acrílico onde a mandíbula estava posicionada, durante o exame de tomografia computadorizada, pois a mesa do tomógrafo tem uma curvatura côncava para melhor acomodar os pacientes que se submetem ao exame.

Cada mandíbula, uma de cada vez, foi, então, posicionada em um suporte de acrílico construído especialmente para tal fim (Figura 2). Este dispositivo constituiu-se de uma parte fixa (vertical) e outra móvel (horizontal), que realizava movimento como se fosse uma gaveta, para que pudesse ser ajustado de acordo com o tamanho de cada uma das mandíbulas. Os espécimes, devidamente identificados por números, ficavam posicionados com a base da mandíbula em um ângulo de 90 graus (perpendicular) em relação ao solo e paralelos aos cortes tomográficos, conforme o protocolo de aquisição das imagens para, mais tarde, serem formatados e manipulados pelo *software* específico.

⁹ Compact Disc Recordable – TDK® <http://www.tdk.com/>



Figura 1: Mandíbula posicionada no suporte de acrílico, com a base da mandíbula perpendicular ao solo e paralela ao corte do tomógrafo
Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

O suporte foi refinado com marcações para que, na segunda aquisição de imagem tomográfica, a mandíbula pudesse ser reposicionada exatamente no mesmo lugar onde se encontrava originalmente. Esta marcação foi feita com adesivo preto, seccionado com feixe *laser* ultrapreciso. Idealizaram-se marcações quadriculadas, nas quais cada quadrado media 0,5 cm, em toda a extensão das paredes, vertical e horizontal, do suporte de acrílico.



Figura 2: Mandíbula posicionada no suporte de acrílico, mostrando as marcações quadriculadas feitas para posterior posicionamento exato, por ocasião do segundo exame tomográfico
Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

Na segunda aquisição das imagens tomográficas, simplesmente reposicionou-se a mandíbula, contando-se quantos quadrados havia para cada um dos lados (direito, esquerdo e superior) do suporte acrílico.

Os dados de cada tomografia foram adquiridos em arquivos no formato DICOM 3.0 e gravados em CD-R, utilizando-se um gravador de CD HP 9300[®], versão 3.5 (Veritas Software Corp.)¹⁰. Utilizaram-se, preferencialmente, CDs graváveis (CD-R), pois alguns *softwares* apresentam dificuldades em acessar informações de arquivos em CDs regraváveis (CD-RW¹¹, ReWritable).

Para a manipulação das imagens obtidas foram utilizados:

- PC Notebook NEC versão FM340;
- processador *Pentium* IV (Intel) 1.5 Ghz;
- memória 1,256 GB RAM;
- disco rígido de 40GB;
- acelerador gráfico de 64 MB;
- monitor de vídeo de 15" e 1024 x 768 pixels;
- sistema operacional Microsoft Windows XP SPK2;
- *software* DentalSlice Converter^{®12};
- *software* DentalSlice^{®13}.

Estes *softwares* apresentam algumas funções básicas para o processamento e a conversão dos arquivos de imagens. As imagens tomográficas que estavam em formato DICOM 3.0 foram acessadas e reformatadas para o formato .cnv (formato de arquivo das imagens digitais reconhecidas pelo *software* DentalSlice Converter[®]).

Durante a manipulação das imagens, estas foram segmentadas, ou seja, foram separadas das estruturas a serem representadas na imagem gerada no computador daquelas adjacentes indesejáveis. Por exemplo, quando a TC é feita, muitas vezes engloba todas as estruturas adjacentes ao crânio na imagem. Com esta tecnologia, se o cirurgião quiser isolar apenas um maxilar é possível, pois pode retirar, da imagem principal, sobreposições da coluna cervical, assim como dos

¹⁰ Hewlett Packard RecordNow Writer Plus 9300 versão 3.5 (Veritas Software Corp.). - HP Computadores Ltda. - Barueri/SP, Brasil - www.hp.com

¹¹ *Compact Disc ReWritable*

¹² *software* DentalSlice Converter[®] (BioParts; Brasília/DF)

¹³ *software* DentalSlice[®] (BioParts; Brasília/DF)

ossos temporal e esfenóide, artefatos de restaurações metálicas que distorcem a imagem ou, simplesmente, separar tecido ósseo de tecido mole.

A ferramenta empregada para este fim é o *threshold* (limiar), utilizado nas imagens das mandíbulas da presente pesquisa para se obter o melhor contorno anatômico do tecido ósseo e localizar o trajeto do nervo alveolar inferior, que, depois, pode ser diferentemente colorido para dar destaque à estrutura.

Quando se trabalham as imagens para gerar biomodelos, o *threshold* é uma ferramenta muito importante, pois, quando esse intervalo é inadequadamente determinado, é possível haver um espessamento das estruturas ósseas de interesse, podendo as mesmas, inclusive, serem suprimidas, durante o processo, resultando em alterações dimensionais indesejáveis para o biomodelo, conforme explicado por Choi et al. (2002).

No entanto, o *threshold* pôde ser manipulado várias vezes no *software* usado nesta pesquisa. Tal ferramenta baseia-se na definição de um intervalo de densidades de cinza e o programa apresenta pré-definições para tecido ósseo e tecido mole.

Logo depois desta etapa, o usuário pode segmentar as imagens, aplicando a ferramenta *edit-erase* (editar-apagar) para remover os artefatos metálicos provenientes de restaurações metálicas ou outras peças de metal restantes em alguns dentes dos espécimes. Utilizou-se a ferramenta *edit-draw* (editar-desenhar) para colorir o trajeto do nervo alveolar inferior. Todas estas edições são individualizadas para cada corte da imagem.

Se as imagens fossem destinadas à fabricação de biomodelos, o preenchimento da porção medular dos espécimes teria de ser feito com o intuito de que não restasse nenhum espaço vazio entre as tábuas ósseas dos mesmos.

O operador pode se beneficiar de vários outros recursos disponíveis neste programa de computador, durante a manipulação das imagens, como apagar, pintar em 2D e 3D, selecionar e cortar determinada porção da imagem e utilizar *zoom*, entre outros (Figura 3).

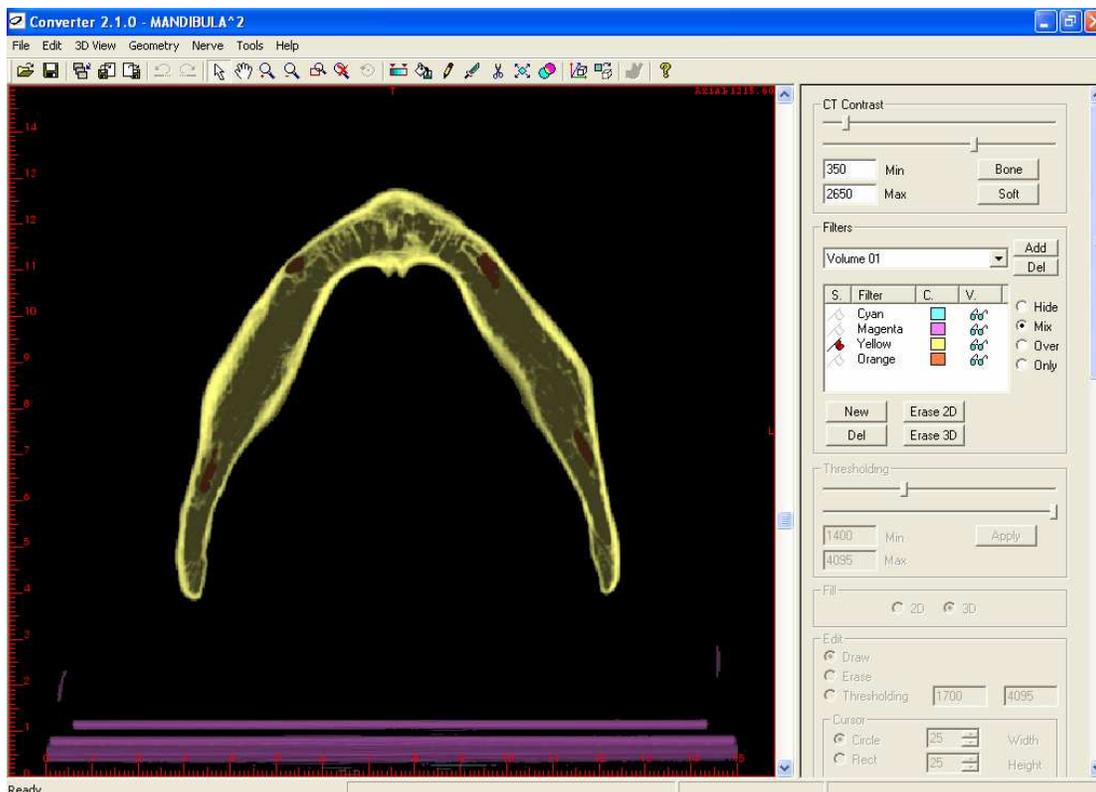


Figura 3: Corte axial da mandíbula 2, reformatada no *software* DentalSlice Converter®
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/ FO/PUCRS (2006/2007)

Depois de preparada a imagem, usa-se a ferramenta *Create 3D*, a qual permite escolher as segmentações que o pesquisador deseja reconstruir em terceira dimensão, bem como determinar a qualidade da imagem 3D (alta, média ou baixa) (Figura 4).

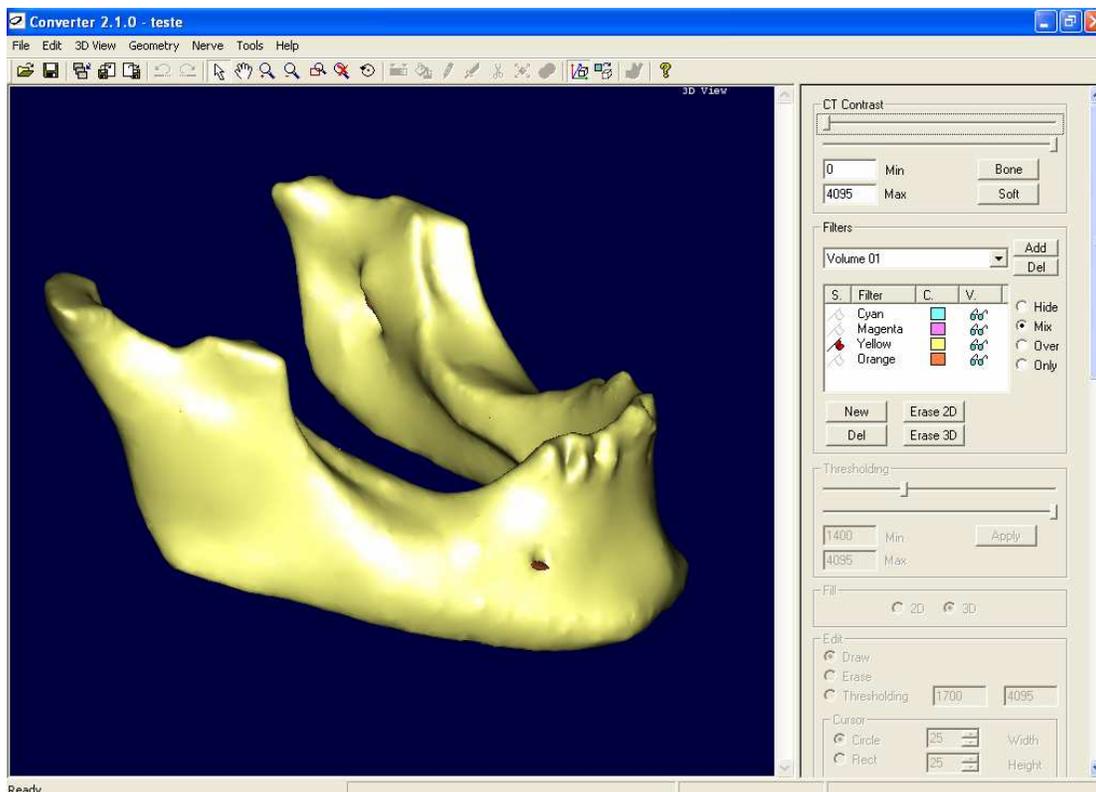


Figura 4: Janela de reconstrução 3D aberta e a alta resolução na criação da imagem, feita pelo Conversor DentalSlice®
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/ FO/PUCRS (2006/2007)

Depois de gerada a imagem 3D, promoveu-se a exportação do projeto. As imagens foram novamente transformadas de arquivo .cnv para .bpt (formato de arquivo das imagens digitais reconhecidas pelo *software* DentalSlice®.), sendo, assim, possível manipulá-las para a realização do planejamento virtual de inserção dos implantes.

O *software* DentalSlice® apresenta quatro janelas de visualização: axial, panorâmica, tridimensional e a transversal Cross (Figura 5).

O programa seleciona automaticamente o diâmetro e o comprimento do implante e dos conectores (*abutments*) a serem colocados, bem como as suas posições e inclinações que podem ser alteradas ou adaptadas. Cada implante é numerado, o que facilita a identificação e favorece a colocação de vários elementos.

Com *software* DentalSlice®, o cirurgião pode escolher a área mais adequada para a inserção com base nas informações de espessura óssea. O tamanho e o diâmetro dos implantes podem ser pré-determinado. Com a janela 3D,

o operador pode girar a imagem de maneira dinâmica e observar se o diâmetro do implante foi realmente bem-escolhido, sem causar fenestrações na tábua óssea.

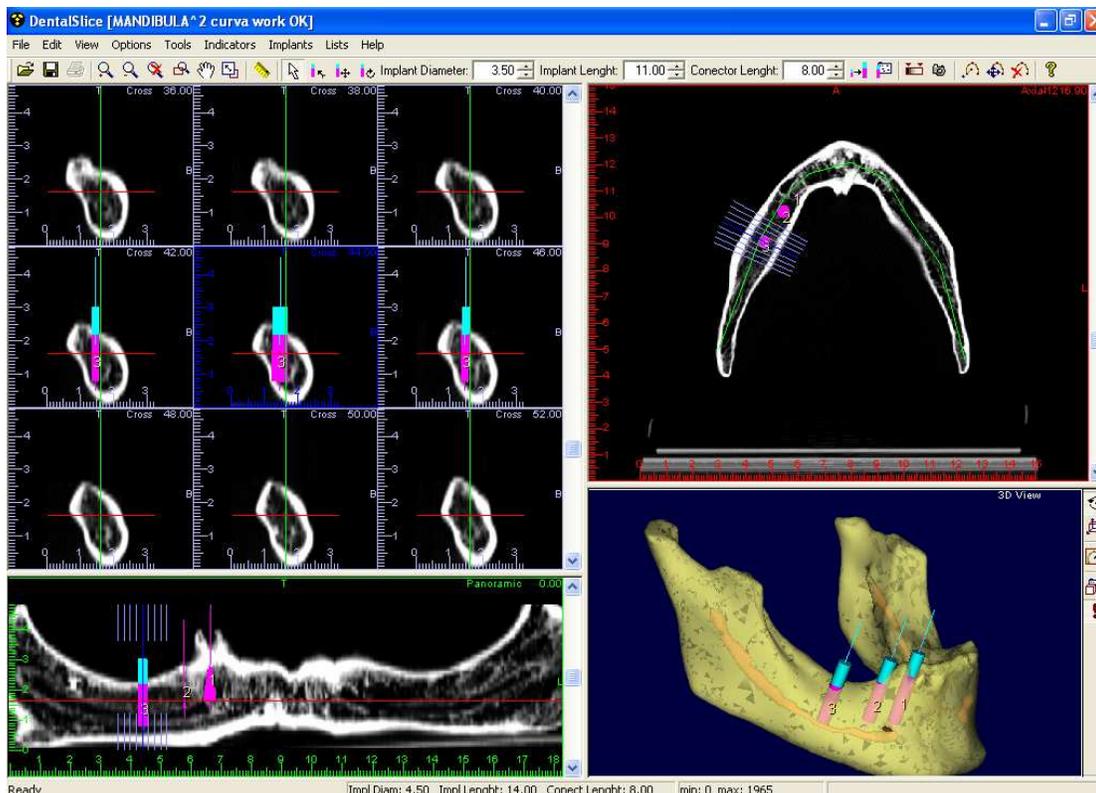


Figura 5: O *software* DentalSlice® utilizado para o planejamento virtual de colocação dos implantes dentários, onde a cor magenta representa o implante e a cor azul representa o conector

Fonte: Dados da pesquisa, PPG/ FO/PUCRS (2006/2007)

O *software* DentalSlice® dispõe de outras ferramentas para manipulação das imagens, destacando-se:

- lista dos implantes já colocados, com possibilidade de modificação na mesma janela;
- nível de contraste, muito semelhante à ferramenta *threshold*;
- *screen shot*, que promove a cópia de cada uma das janelas de visualização separadamente, no formato BITMAP (formato de compactação de imagem que preserva boa qualidade).
- *zoom*: no qual a imagem pode ser aproximada ou afastada.

O sistema de implantes escolhido foi da marca internacional Ankylos^{®14}, com os implantes dentários rosqueáveis, de conexão cônica tipo cone-morse, com superfície tratada por técnica de adição por meio de jateamento com óxido de alumínio, padronizados no diâmetro de 4,5 mm.

Um protocolo-padrão para a colocação dos implantes não pôde ser usado, pois cada uma das mandíbulas tinha características individuais diferenciadas no sentido de espaços alveolares disponíveis. Assim, cada um dos espécimes foi avaliado no momento da execução do planejamento de forma a reproduzir situações clínicas que seriam encontradas em pacientes. A padronização somente foi possível no número de implantes colocados em cada uma das mandíbulas, correspondendo a três implantes (Quadro 1).

	Implante 1	Implante 2	Implante 3	Sítio de aplicação
Mandíbula 2	17 mm	14 mm	14 mm	Região posterior lado esquerdo
Mandíbula 3	11 mm	11 mm	11 mm	Região anterior interforames mentual
Mandíbula 4	14 mm	14 mm	9,5 mm	Região posterior lado esquerdo
Mandíbula 5	17 mm	14 mm	9,5 mm	Região posterior lado direito
Mandíbula 6	17 mm	17 mm	11 mm	Região posterior lado direito
Mandíbula 7	17 mm	14 mm	11 mm	Região posterior lado esquerdo
Mandíbula 8	17 mm	17 mm	9,5 mm	Região posterior lado direito
Mandíbula 9	9,5 mm	8 mm	8 mm	Região anterior interforames mentual
Mandíbula 10	17 mm	17 mm	17 mm	Região anterior interforames mentual
Mandíbula 11	14 mm	17 mm	14 mm	Região posterior lado esquerdo
Mandíbula 12	17 mm	17 mm	9,5 mm	Região posterior lado direito

Quadro 1: Descritivo dos sítios de aplicação e dos tamanhos em mm dos implantes em cada uma das 11 mandíbulas humanas secas
Fonte: Dados da pesquisa, PPG/ FO/PUCRS (2006/2007)

¹⁴ Ankylos Hanau-Wolfgang; Alemanha

Depois de finalizado o plano de tratamento realizado virtualmente, as informações foram transferidas para um CD-R e enviadas ao Centro de Prototipagem escolhido¹⁵, com o objetivo de obter o guia cirúrgico individualizado, justaposto exatamente sobre o tecido ósseo de cada mandíbula.

Assim que as informações foram recebidas no Centro de Prototipagem, um funcionário tecnicamente capacitado iniciou a manipulação das imagens para a montagem de cada um dos guias cirúrgicos sobre cada mandíbula, especificamente. Após esse estágio, os dados foram transferidos para uma estação de trabalho, onde a imagem digital de todos os guias cirúrgicos foi organizada para, então, começar o processo de cura da resina, que é feito camada por camada (processo de estereolitografia propriamente dito).

A máquina de estereolitografia (SLA – Stereolithography apparatus) consiste em um recipiente contendo resina líquida fotossensível. Neste processo, um feixe de *laser* ultravioleta polimeriza seletivamente as camadas líquidas da resina fotocurável à base de acrílico. O feixe de *laser* guiado por espelhos galvanométricos traça os contornos de acordo com as coordenadas x e y, solidificando a resina em uma determinada profundidade. Após a primeira camada ser polimerizada, a plataforma submerge a uma profundidade equivalente à espessura da camada correspondente ao eixo z. Isto permite que a resina cubra a última camada polimerizada. A próxima camada é, então, polimerizada sobre a anterior, até que o guia cirúrgico prototipado seja completamente fabricado. Em seguida, o guia cirúrgico é colocado em uma câmara de raios ultravioleta durante por 30 minutos; esta fase é chamada de pós-processamento; o forno ultravioleta emite somente luz, não emite calor.

A resina líquida fotossensível utilizada para o processo de estereolitografia foi da marca RenShape^{TM16}. O tempo do processo de estereolitografia dos guias cirúrgicos foi de 6 horas; o tempo de secagem no forno ultravioleta foi de 30 minutos.

Após a etapa de pós-processamento dos guias cirúrgicos no forno ultravioleta, os mesmos receberam as anilhas metálicas de 5 mm de diâmetro interno e 6 mm de diâmetro externo, por colocação manual. Tais anilhas possuem

¹⁵ BioParts – Brasília-DF

¹⁶ SL H-C 91-Huntsman Advanced Materials América.
<http://www.huntsman.com/advanced%5Fmaterials/>

um *stop* em cada um dos lados, ou seja, um degrau de 0,2 mm de diâmetro, que favoreceu o posicionamento mais seguro da anilha sobre os orifícios dos guias cirúrgicos. Após o posicionamento das anilhas, o técnico procedeu à fixação, com cianoacrilato, entre a anilha e o orifício do guia cirúrgico e pressionou, por 1 minuto, a parte superior da anilha, com instrumento tipo pinça hemostática, promovendo justaposição perfeita entre a anilha e o guia cirúrgico. Este ciclo foi realizado individualmente em todos os orifícios de todos os guias cirúrgicos.

Após as anilhas terem sido coladas aos guias cirúrgicos, os mesmos foram posicionados sobre a parte alveolar da mandíbula, nas regiões pre-determinadas. Para que durante a colocação dos implantes os guias cirúrgicos ficassem estáveis, um parafuso para enxerto autoperfurante (Neodent^{®17}) de 1,3 mm de diâmetro foi instalado para estabilizá-los à sua respectiva mandíbula. O parafuso foi cuidadosamente colocado de maneira a não interferir no sítio do futuro implante (Figura 6).

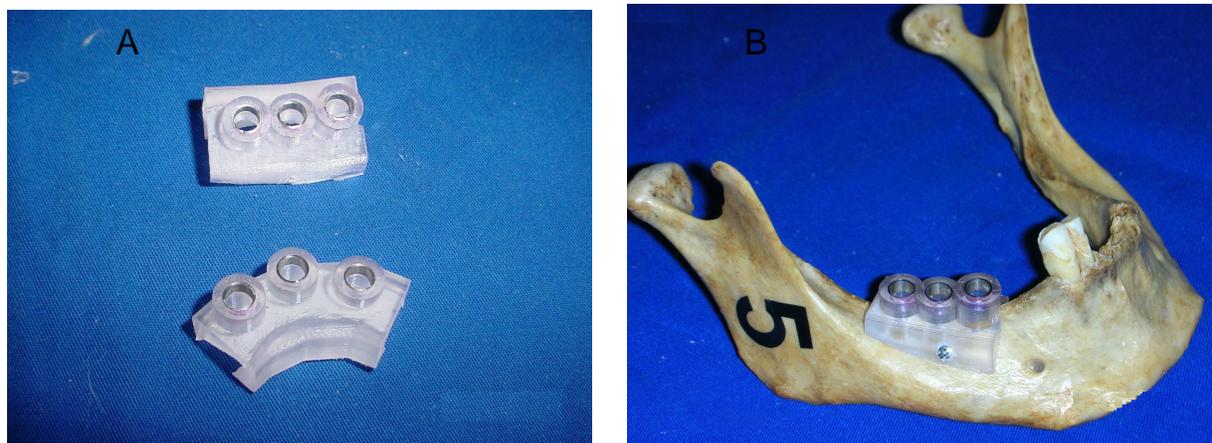


Figura 6: A: guia cirúrgico prototipado. B: guia cirúrgico prototipado fixado com parafuso para estabilização sobre a mandíbula seca

Fonte: Dados da pesquisa, PPG/ FO/PUCRS (2006/2007)

Após a fabricação dos guias cirúrgicos por estereolitografia, a colagem das anilhas e o posicionamento dos mesmos com parafuso de estabilização foram, então, colocados manualmente os implantes, nas áreas previamente definidas.

¹⁷ Neodent Implantes Osteointegráveis – Curitiba-PR; www.neodent.com.br

Para a transferência do planejamento virtual para o campo operatório foram fabricadas peças especificamente para a presente pesquisa, mas que se transformaram em um *kit*, lançado comercialmente no mercado com o nome de Slice Guide[®] (Conexão^{®18}), composto de uma broca *punch*, usada para remoção de tecido mole quando a cirurgia for feita sobre mucosa (*flapless*), uma broca lança, com 2,0 mm, que inicia a perfuração óssea e depois brocas helicoidais de 2,8; 3,0; 3,15 e 3,35 mm, conforme a técnica tradicional de colocação de implantes através do alargamento das brocas para minimizar o aquecimento ósseo local.

A seqüência usada nesta pesquisa foi: broca lança com seu respectivo guia-broca de 2 mm de diâmetro, broca helicoidal de 2 mm, broca helicoidal de 2,8 mm, broca helicoidal 3,15 mm, broca-piloto Ankylos[®] de 3,35 mm. Até esta etapa, as broca utilizadas foram manipuladas com o contra-ângulo redutor de 16:1; depois o alargador cônico Ankylos[®] de 4 mm e, finalmente, a colocação do implante de 4,5 mm de diâmetro; estas últimas etapas foram realizadas com auxílio de catraca manual, sendo que apenas em um dos leitos cirúrgicos fez-se necessário promover rosca com a broca específica. O contra-ângulo utilizado nesta etapa experimental foi o Anthogyr^{®19} redutor 16:1 e motor de implante Aséptico^{®20}.

Após a transferência do planejamento virtual dos implantes dentários para o campo operatório por meio dos guias cirúrgicos de estereolitografia, uma nova tomografia computadorizada foi realizada, em cada uma das mandíbulas da amostra, rigorosamente na mesma posição que as mesmas se encontravam no primeiro exame tomográfico, pelo dispositivo posicionador (Figuras 1 e 2). Como na primeira fase do estudo, estes dados tomográficos, que estavam em formato DICOM, foram convertidos pelo *software* DentalSlice Converter[®], onde as imagens foram segmentados e manipulados e depois exportadas para o *software* DentalSlice[®].

As imagens digitais obtidas após a colocação dos implantes foram, então, sobrepostas às imagens do planejamento virtual, para, depois, serem mensuradas quanto à angulação e à distância medidas, respectivamente, em graus e em milímetros. A sobreposição das imagens dos implantes planejados sobre o

¹⁸ Conexão Sistemas de Prótese – São Paulo-SP; www.conexao.com.br

¹⁹ Anthogyr S.A/ França - contrângulo para implante. Importado e distribuído por GN INJECTA Indústria e Comércio Ltda

²⁰ Aséptico[®]. – SurgiMotor II AEU-17B Surgery System, Woodinville/Washington-USA
<http://www.aseptico.com/surgimotorII.html>

executado recebeu tratamento computadorizado. O parâmetro para as aferições foi sempre em relação ao longo-eixo dos implantes para as mensurações em relação à angulação. As medidas e as angulações foram tabeladas para serem submetidas a tratamento estatístico.

3.5 ANÁLISE BIOESTATÍSTICA

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva (média e desvio-padrão). Para a comparação com o valor zero (diferença zero) utilizou-se o teste *t de Student* para uma amostra. Referido teste é aplicado quando se deseja comparar os valores de uma amostra com um valor de referência.

Os dados foram analisados por meio do *software* estatístico SPSS versão 10.0²¹.

Para avaliar as médias das diferenças entre as aferições da posição dos implantes, foi utilizado o *t de Student*, que compara grupos pareados, calcula a diferença entre cada conjunto de pares e analisa se tais diferenças são significativas, considerando $p \leq 0,01$ (VIEIRA, 2003).

²¹ SPSS – Statistical Package for the Social Science. Produzido por SSPS® Inc. Chicago.
www.spss.com

4 RESULTADOS

Com o objetivo de comparar os valores obtidos na amostra com o valor zero (o que significa ausência de diferença entre as imagens) foi aplicado o teste *t* de *Student* para uma amostra. Esse teste é aplicado quando se deseja comparar os valores de uma amostra com um valor de referência.

Os dados brutos das aferições realizadas nas 11 mandíbulas da amostra estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Resultados brutos das aferições realizadas nas 11 mandíbulas da amostra

Exame (nº da mandíbula)	Dist Imp 1	Dist Imp 2	Dist Imp 3	Ang Imp 1	Ang Imp 2	Ang Imp 3
2	0,58	0,79	1,21	4,4	5,2	0,3
3	0,4	0,27	0,2	2,8	3,7	2,1
4	0,6	0,48	0,87	1,6	0,4	2,7
5	0,68	0,2	0,48	2	1,6	2,1
6	0,76	0,65	0,04	1	0,9	2,1
7	0,23	1,26	0,81	2,3	0,6	1,3
8	0,88	0,48	0,43	2,2	1,7	2,4
9	1,8	0,42	0,47	0,9	2,4	2,6
10	1,68	1,32	1,45	3	1,9	3,9
11	0,17	2,9	0,48	3,5	0,7	3,7
12	0,55	0,63	0,24	4,1	2,1	2,2

Os dados obtidos foram processados e analisados por intermédio do *software* estatístico SPSS versão 10.0 (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados do teste *t* de *Student* para uma amostra

Variável	n	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão	IC 95%*	t	p
Dist Imp	11	0,290	1,480	0,740	0,352	[0,503 a 0,976]	6,970	<0,01
Ang Imp	11	1,330	3,300	2,255	0,682	[1,796 a 2,712]	10,961	<0,01

*IC 95% representa o intervalo de confiança 95% em torno da média

Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

Por intermédio dos resultados do teste acima aplicado, verifica-se que existe diferença significativa para ambas as variáveis, ou seja, para as medidas lineares e angulares aferidas; os valores obtidos foram significativamente superiores ao valor zero, indicando uma diferença estatística significativa (gráficos 1 e 2).

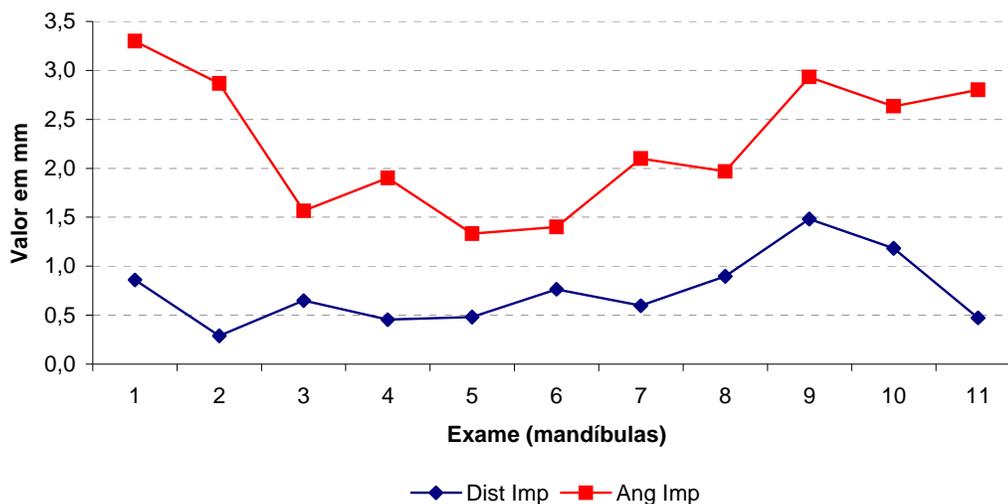


Gráfico 1: Resultados da amostra (exames de 1 a 11)
Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

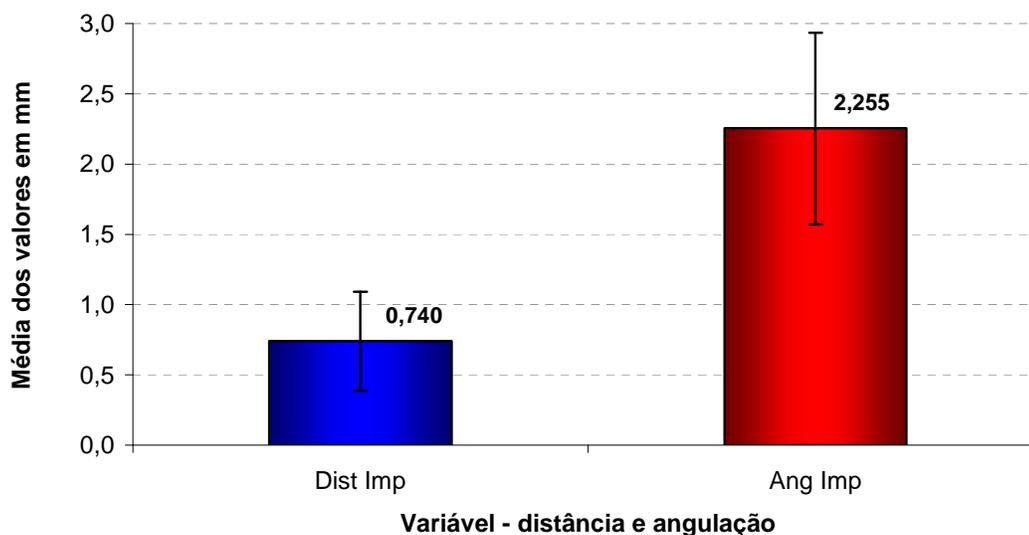


Gráfico 2: Resultados da amostra (exames de 1 a 11) com os desvios-padrão
Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

As telas de alinhamento das imagens do planejamento virtual dos implantes (cor rosa) e do que foi executado (cor amarela) nas 11 mandíbulas

humanas secas utilizadas neste experimento estão demonstradas, em seqüência, a seguir.

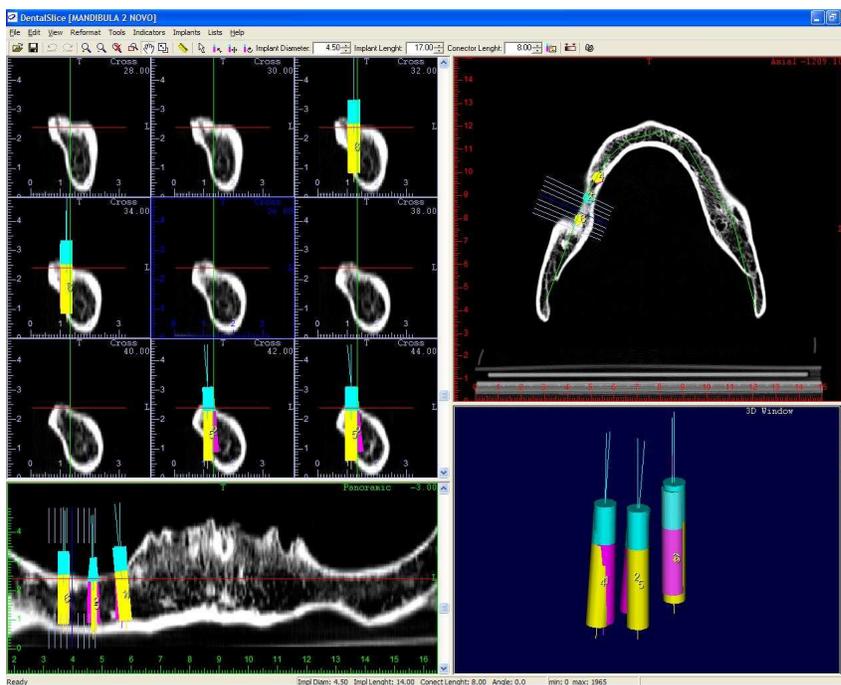


Figura 7: Tela de alinhamento da mandíbula 2
Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

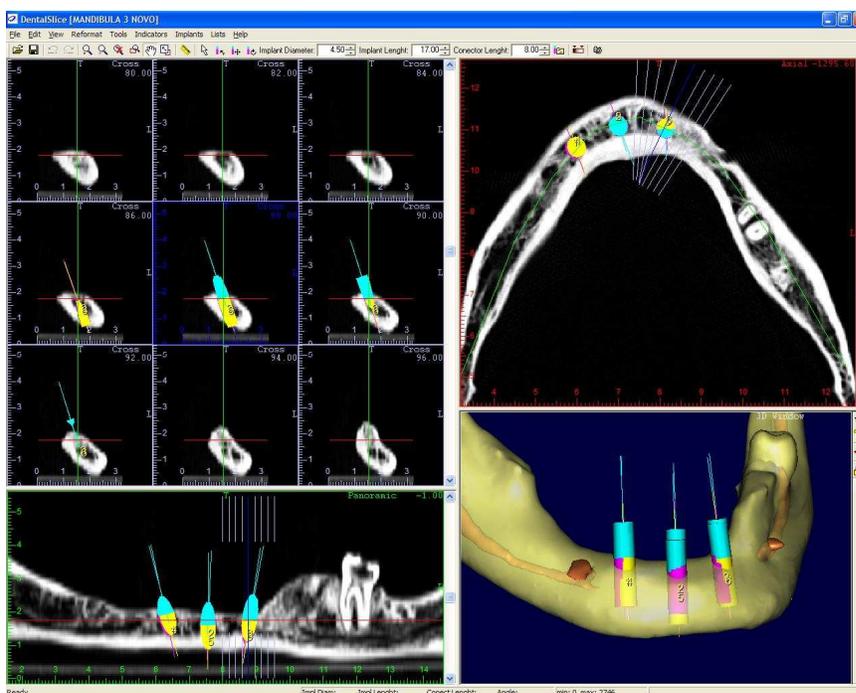


Figura 8: Tela de alinhamento da mandíbula 3
Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

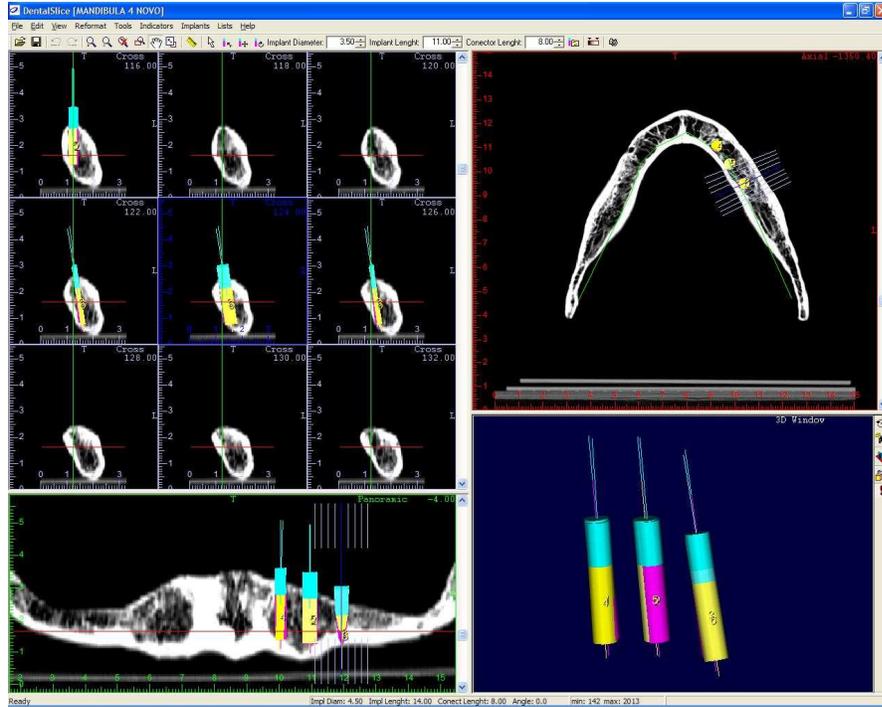


Figura 9: Tela de alinhamento da mandíbula 4
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

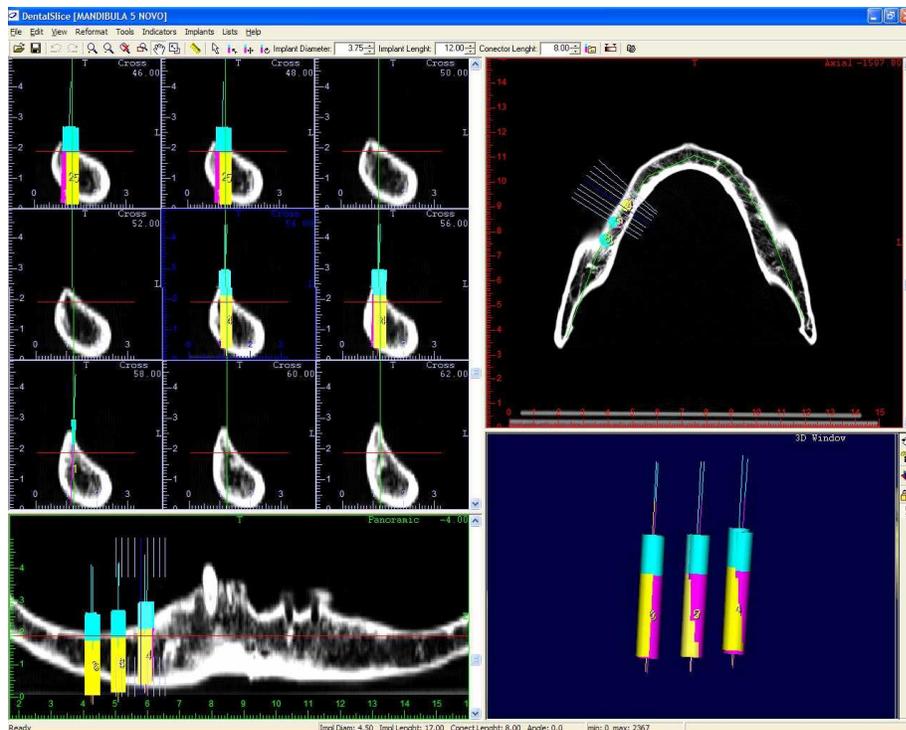


Figura 10: Tela de alinhamento da mandíbula 5
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

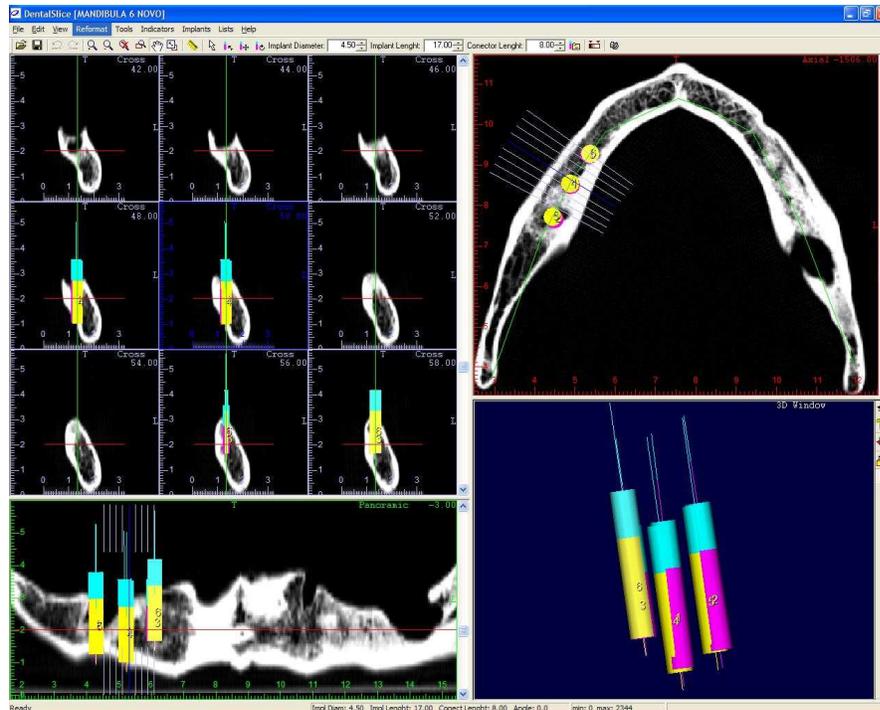


Figura 11: Tela de alinhamento da mandíbula 6
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

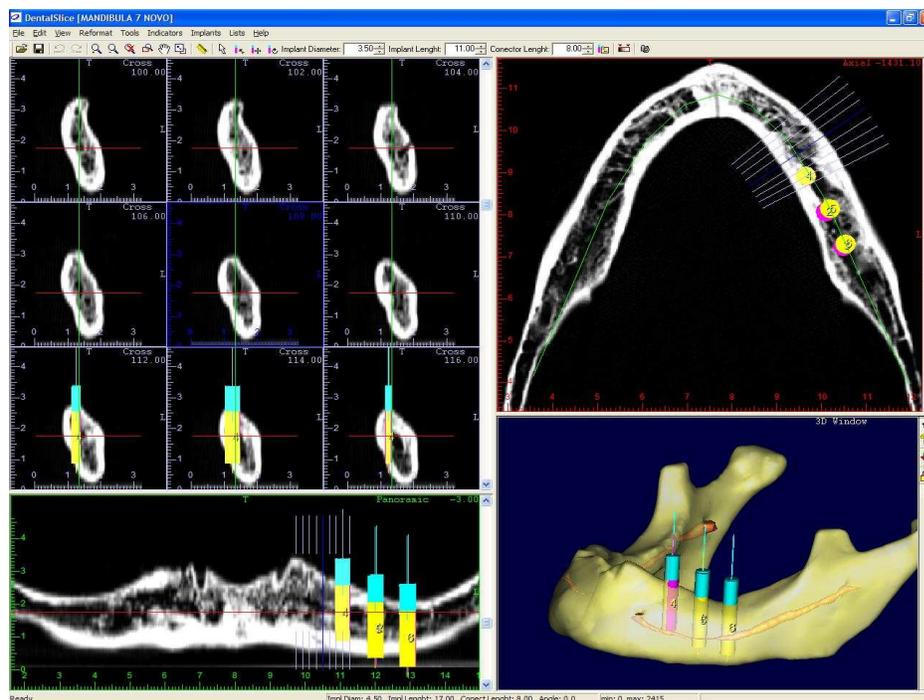


Figura 12: Tela de alinhamento da mandíbula 7
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

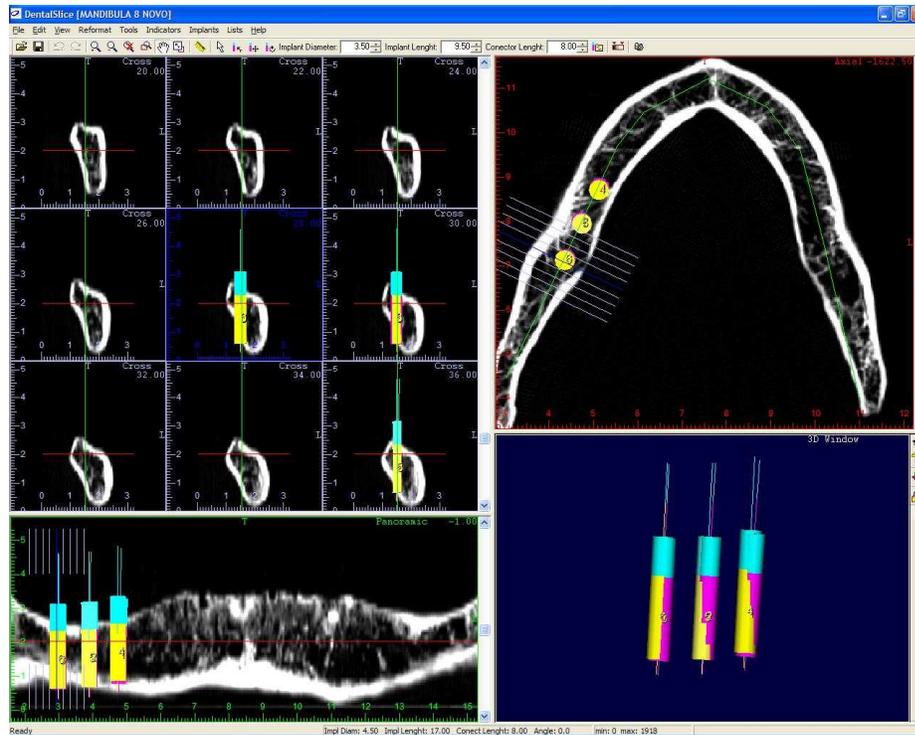


Figura 13: Tela de alinhamento da mandíbula 8
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

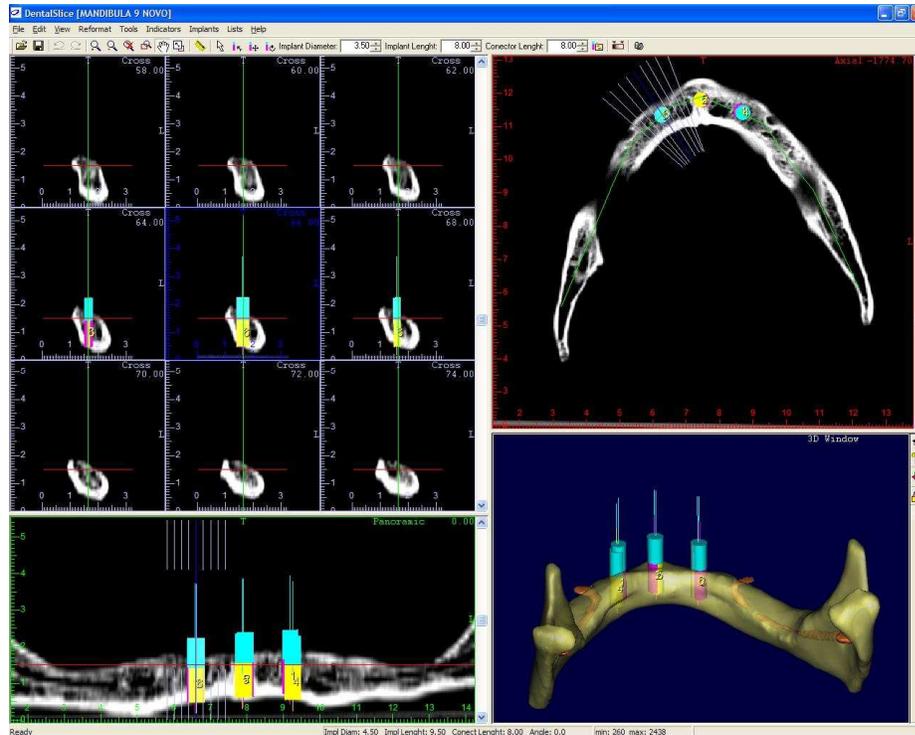


Figura 14: Tela de alinhamento da mandíbula 9
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

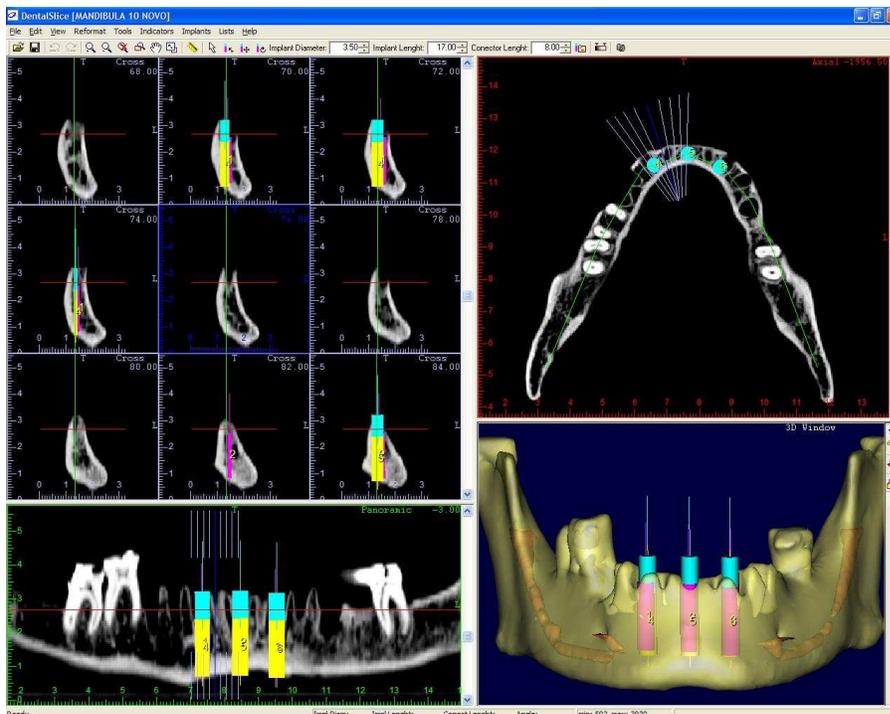


Figura 15: Tela de alinhamento da mandíbula 10
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

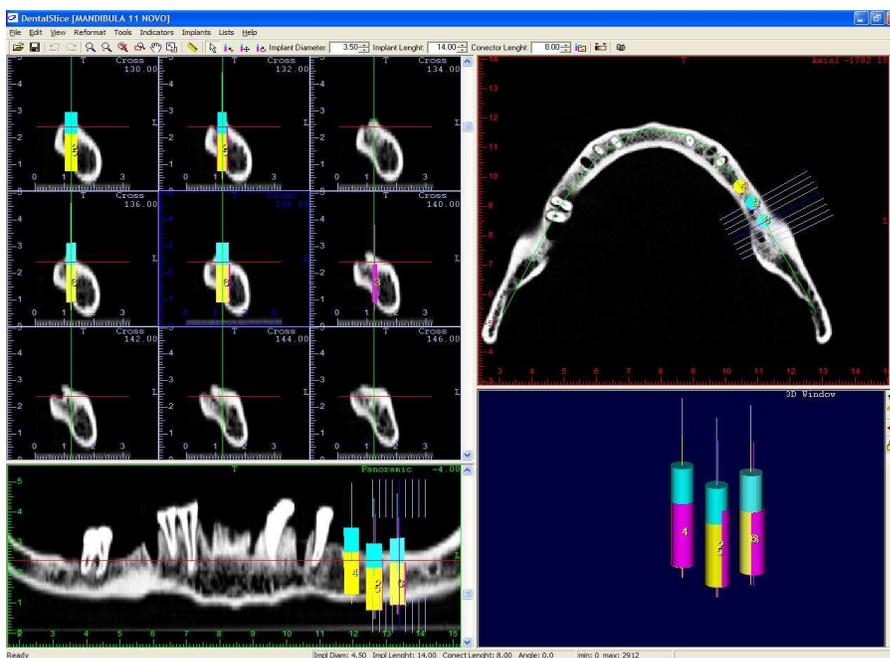


Figura 16: Tela de alinhamento da mandíbula 11
 Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

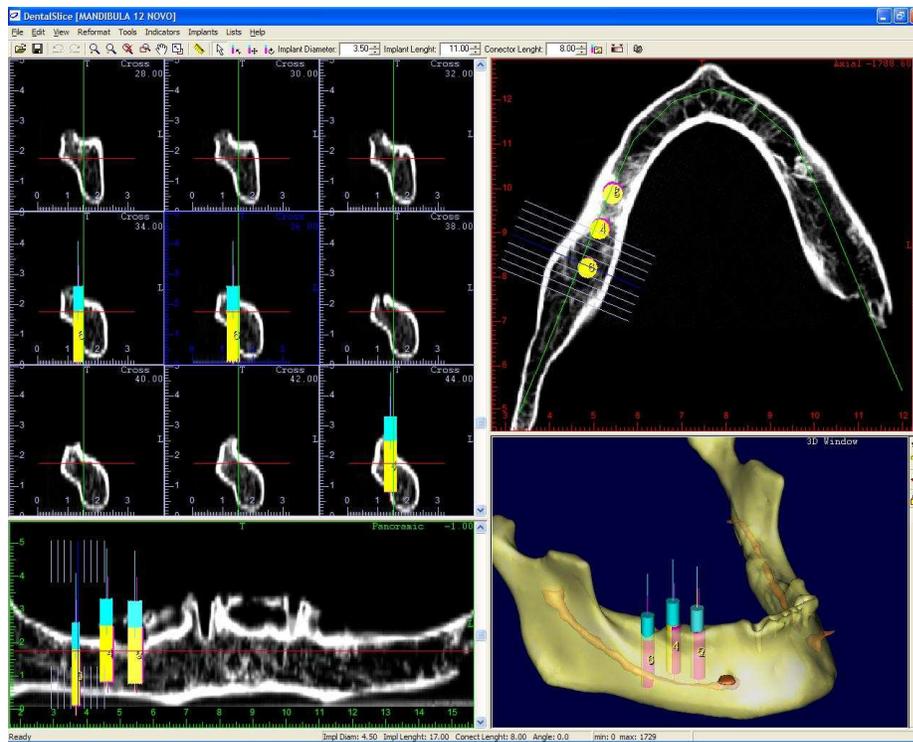


Figura 17: Tela de alinhamento da mandíbula 12
Fonte: Dados da pesquisa, PPG/FO/PUCRS (2006/2007)

5 DISCUSSÃO

Muitos estudos descritos na literatura têm demonstrado o valor das imagens TC para diagnóstico e planejamento de implantes dentários quando comparados à tomografia linear ou a qualquer outra imagem em 2D. As imagens digitais da TC permitem a avaliação de limitações anatômicas, bem como de áreas potenciais para implantes. Mas este planejamento preciso freqüentemente é modificado durante a cirurgia. Foi o que aconteceu na pesquisa de Jacobs et al. (1999), na qual os autores relatam que, em alguns momentos durante a cirurgia, ficou evidente que a colocação do implante, conforme o planejado era impossível, sobretudo por achados transoperatórios não-identificados ou subestimados na TC.

A presente pesquisa foi realizada com mandíbulas humanas secas, assim como os estudos de Wanschitz et al., em 2002, que usaram o mesmo tipo de espécime para avaliar a precisão da cirurgia computadorizada em tempo real (*computer aided surgery – CAS*), mas com uma amostra reduzida quando comparada à do presente estudo; os autores utilizaram cinco mandíbulas enquanto nesta investigação a amostra foi composta por 11.

Nos estudos de Sarment, Sukovic e Clinthorne (2003) e Besimo, Lambrecht e Guindy (2000) foram usadas mandíbulas edêntulas de resina epóxi, não tiveram o viés de estar manipulando os guias cirúrgicos em boca, o que dificulta os procedimentos pela presença da saliva e dos tecidos moles, conforme já referido anteriormente. Os autores afirmam que, para cirurgia de colocação de implantes em maxilares completamente edêntulos, os guias cirúrgicos de estereolitografia apresentam vantagens, desde que ósseo-suportados.

Sarment, Sukovic e Clinthorne, em 2003, encontraram valores de localização e angulação discrepantes, quando comparados o planejamento virtual com o executado, nas mandíbulas de resina epóxi; os autores atribuíram tais valores aumentados à fixação dos guias cirúrgicos durante a cirurgia, pois eles não estabilizaram os guias cirúrgicos. Já Di Giacomo et al. (2005) notaram diferenças e obtiveram algumas medidas aumentadas, pois o sistema utilizado na pesquisa oferecia três guias cirúrgicos, conforme o alargamento das brocas seqüenciais.

Segundo os autores, os micromovimentos durante a cirurgia e a necessidade das trocas dos guias cirúrgicos possivelmente influenciaram nos resultados. No caso deste trabalho, não há como estabilizar o guia cirúrgico, uma vez que ele vai sendo trocado de acordo com o diâmetro da broca; tal condição certamente servirá para aumentar o erro durante a cirurgia de transferência do planejamento virtual para o campo operatório. O próprio cirurgião não tem como colocar o guia cirúrgico da seqüência exatamente no mesmo lugar, uma vez que este procedimento cirúrgico é feito em condições clínicas em pacientes, nos quais se tem a saliva, a língua, o sangramento, a musculatura bucal, a movimentação, mesmo que pequena do paciente e as dificuldades inerentes ao ato cirúrgico.

Como toda tecnologia que envolve altos custos aos pacientes, a relação custo-benefício deve ser bem-avaliada, pois a opção pela técnica do planejamento computadorizado e os guias cirúrgicos em estereolitografia determinam custos adicionais ao tratamento. Sarment, Sukovic e Clinthorne (2003) destacam que, para casos em que se pretende realizar uma reabilitação complexa, com múltiplos implantes em diferentes sítios ósseos, os custos justificam-se em benefício de um planejamento mais preciso e criterioso.

Apesar de ter-se empregado neste experimento um parafuso de osteossíntese para estabilizar o guia cirúrgico sobre a mandíbula, tal como no estudo de Tardieu, Vrielinck e Escolano, realizado em 2003, a presente pesquisa apresentou algumas discrepâncias, as quais não podem ser explicadas pelos micromovimentos do guia cirúrgico durante a colocação dos implantes, do modo como aconteceu nos estudos de Di Giacomo et al. (2005), Sarment, Sukovic e Clinthorne (2003).

Di Giacomo et al. (2005) reconhecem que as diferenças observadas entre o planejado e o alcançado podem ter sido resultantes de micromovimentos dos guias cirúrgicos durante a cirurgia de colocação dos implantes dentários, apesar de todos os cuidados tomados no transoperatório, pois esses autores não usaram nenhum artefato para a estabilização dos guias cirúrgicos. Assim, sugerem que, se fosse usado algum parafuso para promover estabilização, as diferenças obtidas poderiam diminuir, sobretudo nos casos dos guias cirúrgicos ósseo-suportados que se apóiam somente de um dos lados da maxila ou da mandíbula; esta discrepância entre os implantes também é passível de ocorrer pela diferença de posição entre o primeiro e o segundo guias cirúrgicos. Na presente pesquisa, essa troca de guias cirúrgicos

seqüenciais não foi realizada, o que diminui a possibilidade de erros no momento da cirurgia, pois, nesta nova rotina técnica descrita, a peça substituída é o guia-broca e não o guia cirúrgico; este fica em posição do começo ao fim da inserção dos implantes dentários.

Na pesquisa de van Stenberghe et al. (2002), a seqüência de guias cirúrgicos não foi necessária, pois os autores, em vez de fazerem vários guias cirúrgicos com diâmetros diferentes, aplicaram um só guia cirúrgico ósseo-suportado e o alargamento das anilhas foi representado por peças guia-broca. Então, a cada broca alargadora, havia um guia-broca do mesmo diâmetro, até a colocação efetiva do implante, assim como na presente pesquisa. Com esta manobra a precisão na transferência do planejamento se torna mais segura, pois não é necessário fazer trocas seqüenciais de guias cirúrgicos e sim a utilização de guia-brocas para o alargamento do sítio ósseo para a inserção do implante.

Na tentativa de comparar o planejamento com o resultado pós-cirúrgico, Besimo, Lambrecht e Guindy (2000) utilizaram um guia cirúrgico modificado para a orientação durante a cirurgia, quando foram avaliados mais de 70 casos clínicos. A divergência entre a posição planejada do ápice do implante e a do correspondente no modelo de gesso, foi medida em cinco maxilas e nove mandíbulas. O erro da transferência foi de $0,6 \pm 0,4$ mm para maxilas e de $0,3 \pm 0,4$ mm, para mandíbulas. A transferência do erro detectada naquele experimento é muito próxima aos valores encontrados nesta pesquisa e bem menores do que os achados no estudo de Di Giacomo et al. (2005).

A precisão dos métodos tradicionais raramente é avaliada, mas Naitoh et al. em 2000, sugeriram que a angulação diverge 5 graus, em média, quando utilizados guias cirúrgicos convencionais, similares ao controle dos procedimentos na clínica.

Di Giacomo et al. (2005) afirmam que, de acordo com o fabricante dos guias cirúrgicos, a prótese de acrílico gerou uma imagem tomográfica inadequada e, por isso, não foi possível fabricar um dos guias cirúrgicos dento-suportados, o que não ocorreu nesta pesquisa, pois o *software* usado, DentalSlice® (BioParts; Brasília/DF), possui uma ferramenta para remover os artefatos indesejáveis, que são gerados na imagem tomográfica por restaurações, próteses metálicas ou outros materiais.

O conceito de cirurgias *flapless* foi introduzido para casos em que o paciente tenha bom volume ósseo, pois a não-abertura do retalho na cirurgia deve se basear em um planejamento criterioso da espessura óssea remanescente.

Quanto ao sítio ou região preferencial para a colocação dos implantes, a área mais adequada pode ser escolhida pelo cirurgião ao realizar uma avaliação da densidade óptica da região de interesse; esta pode ser mensurada na imagem digital por meio de unidades Hounsfield (UH). Ozan, Turkyilmaz e Yilmaz (2007) realizaram em estudo com essa intenção; o *software* 3D Stentcad[®] foi empregado para o planejamento dos implantes, nos locais e nas inclinações considerados ideais. O programa usado permitia a mensuração da densidade óptica exatamente na área interna do implante virtual. No momento da cirurgia, os pacientes foram divididos em dois grupos: cirurgia com retalho (*flapped*) e sem retalho (*flapless*). O valor, em média, em todos os sítios dos implantes, foi de 650 ± 352 UH. Mas diferenças foram encontradas entre os grupos: anterior de mandíbula (801 UH) e posterior de maxila (673 UH), anterior de maxila (669 UH) e posterior de mandíbula (538 UH); que, no entanto, não configuram discrepâncias significativas. Estas diferenças podem estar ligadas a variações de idade e de gênero dos pacientes avaliados.

No *software* SimPlant[®] tem-se uma janela onde pode ser avaliada a densidade óptica do osso por meio de UH (KRAUT, 1998), o que permite ao cirurgião escolher o melhor sítio para colocação do futuro implante; em contrapartida, o *software* DentalSlice[®], utilizado na presente pesquisa, não apresenta tal recurso e, portanto, não tornou possível mensurar o melhor sítio para o implante utilizando esta ferramenta.

As observações desta pesquisa coincidem com a de Sammartino et al. (2004), quanto às vantagens da técnica como manipulação dos tecidos moles com mínimo trauma e melhor elaboração do plano de tratamento. Para casos de severa atrofia dos maxilares, este método permite a identificação das limitações cirúrgicas com exatidão, prevê complicações como a falta de estabilidade da prótese total. Os autores consideram a ferramenta virtual muito segura.

Tardieu, Vrielinck e Escolano (2003) propõem cinco passos para a realização da cirurgia de implantes dentários em mandíbula, planejados com auxílio do computador; também utilizaram o *software* SurgiCase[®]; o guia cirúrgico ósseo-suportado, estabilizado com parafuso de osteossíntese, assim como na presente pesquisa; as perfurações ósseas foram guiadas pelos cilindros metálicos do guia

cirúrgico de estereolitografia que correspondiam exatamente ao planejado no programa e, no momento da inserção do implante, o guia cirúrgico foi removido e os implantes colocados manualmente, sem a utilização do guia, contando somente com a prática do cirurgião. Isto poderia produzir discrepâncias quanto à angulação planejada, pois, ao colocarem o implante manualmente, o eixo de inserção pode ser modificado com facilidade, o que não ocorreu na presente pesquisa, pois a colocação dos implantes foi orientada pela anilha do guias cirúrgicos, removido somente após a colocação dos mesmos.

Os pesquisadores não fizeram nenhuma comparação quanto aos resultados obtidos em relação aos planejados, mas concluíram que mais experimentos com aplicação de testes de acurácia deveriam ser realizados no sentido de avaliar melhor a precisão dos guias cirúrgicos em estereolitografia e também estudos para compará-los aos convencionais.

O problema de estabilização das próteses totais inferiores foi satisfatoriamente resolvido com as altas taxas de sucesso a longo prazo, visto que o osso mandibular apresenta características de qualidade óssea superiores ao da maxila. Os resultados de reabilitações totais na maxila, por meio de implantes, não atingem o mesmo nível de sucesso da mandíbula. A reabilitação por intermédio de implantes osseointegrados da maxila severamente reabsorvida é, sem dúvida, um dos grandes desafios da Implantodontia atual. A reconstrução total da maxila com grande enxertos ósseos é uma realidade, mas nem todos os pacientes aceitam tal abordagem ou não podem ser submetidos a grandes cirurgias de enxertos por problemas inerentes a idade, metabolismo, doenças de base, etc. O desenvolvimento da fixação zigomática representa uma excelente alternativa para tais indivíduos. Os implantes são mais longos e ancorados no corpo do zigoma (NARY FILHO; ILG, 2001).

Van Steenberghe, em 2002, publicou um artigo no qual avaliou a precisão dos guias cirúrgicos de estereolitografia para colocação de implantes zigomáticos. O pesquisador afirma que a cirurgia por navegação requer investimentos importantes e que a técnica deve ser muito segura, pois um fator crítico, quando a cirurgia não é realizada com o paciente sob anestesia geral é que movimentos de cabeça, com certeza deverá diminuir a acurácia da transferência do planejamento a níveis clinicamente significantes. Uma alternativa para prevenir esta intercorrência seriam os guias cirúrgicos personalizados, confeccionados com a tecnologia de

estereolitografia; mas não se encontra, na literatura, qualquer comprovação deste método para implantes zigomáticos. O estudo foi feito em cadáveres e a comparação do planejamento virtual com o obtido clinicamente efetivado da mesma maneira que na presente pesquisa. As imagens foram segmentadas e sobrepostas de maneira digital no computador, avaliando-se as diferenças de localização e angulação. O resultado das mensurações estaria relacionado ao máximo de erro permissível para o procedimento de implantes zigomáticos. O autor revelou que, em quatro dos seis cadáveres, a diferença da angulação do planejado e do executado foi menor do que 3 graus em média, mas em um dos zigomas, a angulação atingiu 6,93 graus; a maior variação no ápice do implante foi de 7,9 mm, também em um dos casos. Na pesquisa, os guias cirúrgicos eram ósseo-suportados e o autor considera que o erro de transferência estava dentro de valores aceitáveis, para cinco dos seis implantes colocados, pois os desvios de angulação ficaram abaixo de $3,5^\circ$ e as divergências lineares, abaixo de 3 mm. Entretanto, o autor alerta que, com base na variabilidade dimensional do zigoma, tais erros podem gerar perigos potenciais, pois uma fenestração posterior poderia provocar danos a estruturas neurovasculares e musculares da região temporal. Conclui que os fatores que poderiam explicar as divergências encontradas seriam a limitação de abertura bucal e a estrutura óssea do zigoma estar posicionada mais para posterior. Igualmente assegura que erros de transferência permanecem como fator crítico, demandando a realização de novos experimentos.

Vrieling et al. (2003) publicaram resultados preliminares de um estudo de planejamento virtual de implantes dentários e zigomáticos instalados em maxila severamente atrofiada, concluindo que, do ponto de vista clínico, a maioria dos implantes inseridos foi avaliada e que o posicionamento estava adequado. Embora todos os 29 pacientes do estudo apresentassem severa atrofia de maxilar, foi obtido excelente resultado na cirurgia dos implantes, com sucesso de 92% para os implantes de zigoma e 93%, para implantes de plataformas regulares. Os autores encontraram valores significativamente maiores do que os encontrados na presente pesquisa; para a angulação dos implantes regulares, o valor foi de $10,46^\circ$, enquanto e para os implantes zigomáticos, de $5,14^\circ$.

Sarment, Sukovic e Clinthorne (2003) realizaram o primeiro ensaio experimental comparando o guia cirúrgico convencional com o de estereolitografia, e encontraram valores melhores com guia cirúrgico de estereolitografia, obtendo uma

variação de distância de 1,2 mm (máximo) e 0,7mm (mínimo); na presente pesquisa, o valor máximo foi de 1,48 mm e o mínimo, de 0,29 mm, coincidindo com os achados do ensaio citado, no qual seus autores comentam que os guias cirúrgicos de estereolitografia permitem uma melhoria no procedimento cirúrgico de colocação de implantes, mas que mais estudos ainda se fazem necessários para validar clinicamente tecnologia.

Na presente pesquisa, o estudo da precisão da transferência dos dados do planejamento virtual para o campo operatório, usando-se um modelo experimental, foram menores do que o encontrado por Di Giacomo et al. (2005) e muito próximos dos experimentos de Sarment, Sukovic e Clinthorne (2003), van Stenberghe et al. (2002) e Besimo, Lambrecht e Guindy (2000).

Para Sarment, Al-Shammari e Kazor (2003), o planejamento clínico e radiográfico convencional para realização da cirurgia para colocação de implantes dentários é, no mínimo, desafiador, além do que muitas técnicas de diagnóstico complementar estão disponíveis. A TC já foi comprovada cientificamente como um exame altamente preciso e pode ser usada, com segurança, para realização de estudos preditivos de casos selecionados para implantes dentários. De acordo com os autores, em casos complexos, as tradicionais radiografias que dão uma visão bidimensional são inadequadas para o planejamento e a realização de uma cirurgia feita com precisão.

Com a tecnologia vinculada à rede mundial de computadores, muitos pesquisadores têm se dedicado a desenvolver *softwares* específicos para Implantodontia, nos quais já é possível realizar avaliações, interpretações de imagens e planejamentos, tornando possível mensurações precisas, a partir do conhecimento de anatomia topográfica individualizada, densidade, qualidade e quantidade ósseas. Tudo isso por meio de interpretações dos dados da TC em programas de computador, em que a animação das imagens virtuais, na tela, é dinâmica. O planejamento virtual aumenta o poder de visualização da resolução protética em relação às limitações anatômicas de cada caso personalizado. Atualmente, com o advento da bioprototipagem, podem ser fabricados modelos que permitem a transferência precisa de dados para o planejamento da fase cirúrgica, que, segundo pesquisadores, geram benefícios significativos em relação ao método tradicional de reabilitação avançada com implantes.

No estudo realizado 75,8% dos implantes tiveram uma angulação menor do que 3 graus, foram 25 das 33 medidas no total e 78,8% dos implantes teve uma diferença na localização menor do que 1 mm., foram 26 dos 33 no total; indicando que o método proposto é confiável e as diferenças percebidas quanto à localização em mm e angulação em graus, em sua maioria foram mínimas, menores do que 1 mm e menores do que 3 graus.

O sucesso do tratamento restaurador envolvendo implantes osseointegrados, no que diz respeito à estética e à função, depende da exata inserção e localização dos mesmos. Sendo assim, a excelência do tratamento cirúrgico dependerá da qualidade das informações obtidas por meio dos exames pré-cirúrgicos e da exata execução do planejamento.

O mais importante é que as diferenças constatadas podem ser minimizadas com o avanço da tecnologia e a curva de aprendizado dos profissionais, os quais irão adquirindo mais experiência e, naturalmente, aprendendo a trabalhar com esta nova abordagem cirúrgica. De acordo com Sarment, Sukovic e Clinthorne (2003) resultados clínicos terão mais relevância em situações nas quais se tiver a colocação de implantes múltiplos e paralelos ou quando a precisão for absolutamente crítica para se obter o eixo de inserção exato em próteses unitárias. Portanto indicamos a necessidade de estudos complementares que analisem a aplicabilidade desta nova rotina técnica na prática clínica de Implantodontia.

6 CONCLUSÃO

A avaliação comparativa, de medidas lineares e angulares da posição planejada de implantes dentários, em relação aos resultados obtidos após os procedimentos realizados em 11 mandíbulas humanas secas, a partir de imagens digitais de TC, demonstrou diferenças estatisticamente significativas; das 33 medidas realizadas, 25 delas tiveram uma diferença na angulação menor do que 3 graus e 26 das medidas tiveram uma diferença na localização menor do que 1 mm.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMSON, J. J. Assessment of dental implant planning. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, Philadelphia, v. 4, n. 1, p. 1-18, 1992.

ADELL, R. et al. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. **International Journal of Oral Surgery**, Copenhagen, v. 10, n. 6, p. 387-416, Dec. 1981.

ALMOG, D. M. et al. Computerized tomography-based imaging and surgical guidance in oral implantology. **The Journal of Oral Implantology**, Abington, v. 32, n. 1, p. 14-18, 2006.

ANCHIETA, M.; SALLES, F. 44 years of temporomandibular ankylosis. INTERNATIONAL CONGRESS AND EXHIBITION, 16., 2002, Paris: France. **Proceedings...** Paris: France, 2002. p. 1120.

ARVIER, J. F. et al. Maxillofacial biomodelling. **British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery**, Edinburgh, v. 32, n. 5, p. 276-283, Oct. 1994.

BESIMO, C. E.; LAMBRECHT, J. T.; GUINDY, J. S. Accuracy of implant treatment planning utilizing template-guided reformatted computed tomography. **Dentomaxillofacial Radiology**, Tokyo, v. 29, n. 1, p. 46-51, Jan. 2000.

BRANEMARK, P. I. et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. **Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery**, Stockholm, v. 16, Supl., p. 1-132, 1977.

CASSELMAN, J. W. et al. Denta Scan: CT software program used in the anatomic evaluation of the mandible and maxilla in the perspective of endosseous implant surgery. **Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildged Verfahr**, Stuttgart, v. 155, n. 1, p. 4-10, July 1991.

CHOI, J. Y. et al. Analysis of errors in medical rapid prototyping models **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, Copenhagen, v. 31, n. 1, p. 23-32, Feb. 2002.

D'URSO, P. S. et al. Stereolithographic (SL) biomodelling in craniofacial surgery. **British Journal of Plastic Surgery**, Edinburgh, v. 51, n. 7, p. 522-530, Oct. 1998.

DI GIACOMO, G. A. et al. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. **Journal of Periodontology**, Chicago, v. 76, n. 4, p. 503-507, April 2005.

ENGERS, M. E. A. **Paradigmas e metodologias de pesquisa em educação**: notas para reflexão. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1994.

ERICKSON, D. M. et al. An opinion survey of reported benefits from the use of stereolithographic models. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, Philadelphia, v. 57, n. 9, p. 1040-1043 Sept. 1999.

GATENO, J. et al. The precision of computer-generated surgical splints. **Journal of oral and maxillofacial surgery**, Philadelphia, v. 61, n. 7, p. 814-817, July 2003.

GEHR, M. E.; RICHARDSON, A. C. The accuracy of dental radiographic techniques used for evaluation of implant fixture placement. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, Chicago, v. 15, n. 3, p. 268-283, June 1995.

HAGIWARA, Y.; KOIZUMI, M.; IGARASHI, T. Application of CT imaging for dental implant simulation. **Journal of Oral Science**, Tokyo, v. 41, n. 4, p. 157-161, Dec. 1999.

JACOBS, P. F. **Rapid prototyping and manufacturing**: fundamentals of stereolithography. New York: Society of Manufacturing Engineers, 1992.

JACOBS, R. et al. Predictability of reformatted computed tomography for pre-operative planning of endosseous implants. **Dentomaxillofacial Radiology**, Tokyo, v. 28, n. 1, p. 37-41, Jan. 1999.

JEMT, T.; LEKHOLM, U.; ADELL, R. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: a preliminary study on 876 consecutively placed fixtures. **International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, Lombard, v. 4, n. 3., p. 211-217, Fall. 1989.

KLINGE, B; PETERSSON, A.; MALY, P. Location of the mandibular canal: comparison of macroscopic findings, conventional radiography, and computed tomography. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, Lombard, v. 4, n. 4, p 327-332, Winter 1989.

KOPP, K. C.; KOSLOW, A. H.; ABDO, O. S. Predictable Implant placement With a diagnostic/surgical template and advanced radiographic imaging. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Mosby, v. 89, n. 6, p. 611-615, June 2003.

KRAUT, R. A. A case for Routine Computed Tomography Imaging of the Dental Alveolus Before Implant Placement. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, Philadelphia, v. 59, n. 1, p. 64-67, Jan. 2001.

KRAUT, R. A. Interactive CT diagnostics, planning and preparation for dental implants. **Implant Dentistry**, Baltimore, v. 7, n. 1, p. 19-25, 1998.

LEKHOLM, U. et al. Survival of the branemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. **International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, Lombard, v. 14, n. 5, p. 639-645, Sept./Oct. 1999.

McGIVNEY, G. P. et al. A comparison of computer-assisted tomography and data-gathering modalities in prosthodontics. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, Lombard, v. 1, n. 1, p. 55-68, Summer 1986.

MORRIS, C. L.; BARBER, R. F.; DAY, R. Orofacial prosthesis design and fabrication using stereolithography. **Australian Dental Journal**, Sydney, v. 45, n. 4, p. 250-253, Dec. 2000.

MUPPARAPU, M.; SINGER, S. R. Implant imaging the dentist. **Journal of the Canadian Dental Association**, Ottawa, v. 70, n. 1, p. 32-33, Jan. 2004.

NAITOH, M. et al. Can implants be correctly angulated based on surgical templates used for osseointegrated dental implants? **Clinical Oral Implants Research**, Copenhagen, v. 11, n. 5, p. 409-414, Oct. 2000.

NARY FILHO, Hugo; ILG, Jan Peter. Atrofia severa da maxila. In: DINATO, José Cícero; POLIDO, Waldemar. **Implantes osseointegrados: cirurgia e prótese**. São Paulo: Artes Médicas, 2001. Cap. 17. p. 343-372.

OZAN, O.; TURKYILMAZ, I.; YILMAZ, B. A preliminary report of patients treated with early loaded implants using computerized tomography – guided surgical stents: flapless versus conventional flapped surgery. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 34, n. 11, p. 835-840, Nov. 2007.

PIEPER, S. P.; LEWIS, S. G. A case against routine computed tomography imaging of the dental alveolus before implant placement. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, Philadelphia, v. 59, n. 1, p. 68-70, Jan. 2001.

QUIRYNEN, M. et al. The CT scan standard reconstruction technique for reliable jaw bone volume determination. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, Lombard, v. 5, n. 4, p. 384-389, Winter 1990.

ROTHMAN, S. L. et al. CT in the preoperative assessment of the mandible and maxilla for endosseous implant surgery. Work in progress. **Radiology**, Easton, v. 168, n. 1, p. 171-175, July 1988.

SAMMARTINO, G. et al. Stereolithography in Oral Implantology. A Comparison of Surgical Guides. **Implant Dentistry**, Baltimore, v. 13, n. 2, p. 133-139, June 2004.

SARMENT, D. P.; AL-SHAMMARI, K.; KAZOR, C. E. Stereolithographic surgical templates for placement of dental implants in complex cases. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, Chicago, v. 23, n. 3, p. 287-295, June 2003.

SARMENT, D. P.; SUKOVIC, P.; CLINTHORNE, N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, Lombard, v. 18, n. 4, p. 571-577, July/Ago. 2003.

SCHWARZ, M. et al. Computed tomography: Part I preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, Lombard, v.2, n. 3, p. 137-41. 1987.

SCHWARZ, M. et al. Computed tomography in dental implantation surgery. **Dental Clinics of North America**, Philadelphia, v. 33, n. 4, p. 555-597, Oct. 1989.

SIMON, H. Use of transitional implants to support a surgical guide: enhancing the accuracy of implant placement. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Mosby, v. 87, n. 2, p. 229-232, Feb. 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA. **Terminologia anatômica**. São Paulo: Manole, 2001.

STOKER, N. G., MANKOVICH, N. J.; VALENTINO, D. Stereolithographic models for surgical planning: preliminary report. **Journal of oral and maxillofacial surgery**, Philadelphia, v. 50, n. 5, p. 466-471, May 1992.

TAN, K. B. The use of multiplanar reformed tomography in the surgical-prosthetic planning of implant placement. **Annals of the Academy of Medicine**, Singapore, v. 24, n. 1, p. 68-75, Jan. 1995.

TARDIEU, P. B.; VRIELINCK, L.; ESCOLANO, E. Computer-assisted implant placement. A case report: treatment of the mandible. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, Lombard, v. 18, n. 4, p. 599-604, July/Aug. 2003.

TYNDALL, D. A.; BROOKS, S. L. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics**, St. Louis, v. 89, n. 5, p. 630-637, May 2000.

ULM, C. et al. Location of the mandibular canal within the atrophic mandible. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, Edinburgh, v. 31, n. 6, p. 370-375, Dec. 1993.

VAN STEENBERGHE, D.V. et al. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: a clinical report. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, Lombard, v. 17, n. 5, p. 663-670, Sept./Oct. 2002.

VIEIRA, Sônia. **Bioestatística: tópicos avançados**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

VERSTREKEN, K. et al. Computer-assisted planning of oral implant surgery: a three-dimensional approach. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, Lombard, v. 11, n. 6, p. 806-810, Nov./Dec. 1996.

VRIELINCK, L. et al. Image-based planning and clinical validation of zygoma and pterygoid implant placement in patients with severe bone atrophy using customized drill guides. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, Copenhagen, v. 32, n. 1, p. 7-14, Feb. 2003.

WANSCHITZ, F. et al. Evaluation of accuracy of computer-aided intraoperative positioning of endosseous oral implants in the edentulous mandible. **Clinical Oral Implants Research**, Copenhagen, v. 13, n. 1, p. 59-64, Feb. 2002.

WINDER, J.; BIBB, R. Medical rapid prototyping technologies: state of the art and current limitations for application in oral and maxillofacial surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, Philadelphia, v. 63, n. 7, p. 1006-1015, July 2005.

ANEXO A



*Comissão Científica e de Ética
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

Porto Alegre 23 de setembro de 2005

O Projeto de: Tese

Protocolado sob nº: 0082/05

Intitulado: *Estudo da precisão dimensional dos guias cirúrgicos de esteriolitografia no planejamento de implantes dentários e após sua esterilização em autoclave*

do(a) aluno(a): *Gilséia Fernanda Petry Woitchunas*

Programa de: *Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial*

do curso de: *Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial*

Nível: *Doutorado*

Orientado pelo(a): *Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira*

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 19 de agosto de 2005.

Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira
Presidente da Comissão Científica e de Ética da
Faculdade de Odontologia da PUCRS

ANEXO B



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP - PUCRS



Ofício 708/06-CEP

Porto Alegre, 03 de julho de 2006.

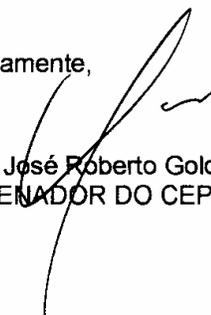
Senhor(a) Pesquisador(a)

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 06/03207, intitulado: **“Estudo da precisão dimensional dos guias cirúrgicos de esteriolitografia no planejamento de implantes dentários e após sua esterilização em autoclave”**.

Sua investigação está autorizada a partir da presente data.

Relatórios parcial e final da pesquisa devem ser encaminhados a este CEP.

Atenciosamente,


Prof. Dr. José Roberto Goldim
COORDENADOR DO CEP-PUCRS

Ilmo(a) Sr(a)
Gilseia Fernanda Petry Woitchunas
N/Universidade

ANEXO C



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Laboratório de Anatomia
Campus – Bairro São José Cx. Postal 611 – 99001-970
Passo Fundo / RS - Fone (54) 316-8319

Passo Fundo, 08 de agosto de 2005.

Ao
Comitê de Bioética da PUC/RS.

Prezado(a) Senhor(a), conforme solicitação da senhora Gilsea Fernanda Petry Woitchunas, o Laboratório de Anatomia da Universidade de Passo Fundo oportunizou a realização o trabalho prático com as peças anatômicas (mandíbulas) do seu Curso de Doutorado em CTBMF na PUC/ RS.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pedro Renato Gonçalves', is positioned above the typed name of the signatory.

Prof. Dr. Pedro Renato Gonçalves
Coord. da Área de Morfologia

ANEXO D

HOSPITAL SÃO VICENTE DE PAULO**DECLARAÇÃO**

Associação Hospitalar Beneficente São Vicente de Paulo, entidade beneficente de assistência social, inscrita no CNPJ nº 92.021.061/0001-06, com sede na Rua Teixeira Soares, 808, em Passo Fundo - RS, declara, para os devidos fins, que a Dr^a Gilséia F. Petry Woitchunas, aluna do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial (CTBMF) da PUC-RS, poderá estar disponibilizando das dependências do Serviço de Tomografia Computadorizada do Hospital São Vicente de Paulo para realização da parte experimental da pesquisa de sua tese de doutorado em CTBMF.

Passo Fundo, 12 de setembro de 2005.



Ilário de David
Administrador