

**Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico**

Márcio John Thiesen

**Comparação entre modelos de gesso obtidos antes e após a cirurgia guiada  
em maxilas edêntulas.**

CURITIBA  
2013

Márcio John Thiesen

Comparação entre modelos de gesso obtidos antes e após a cirurgia guiada em  
maxilas edêntulas.

Dissertação apresentada ao Instituto Latino Americano  
de Pesquisa e Ensino Odontológico, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Mestre em  
Odontologia area de concentração Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Geninho Thomé.  
Co-Orientador: Prof. Dr. Alexandre Dal Molin Molinari.

CURITIBA  
2013

Thiesen, Márcio John  
T439c      Comparação entre modelos de gesso obtidos antes e após a  
              cirurgia guiada em maxilas edêntulas. Curitiba, 2013  
  
              116 f. : il. ; 31 cm  
  
              Dissertação (mestrado) – Instituto Latino Americano de  
              Pesquisa e Ensino Odontológico – Programa de Pós - Graduação em  
              Odontologia - Área de Concentração: Implantodontia, 2013  
              Orientador: Prof. Dr. Geninho Thomé  
  
              Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Dal Molin Molinari  
              Bibliografia  
              1. Implantes Dentários. 2. Cirurgia Assistida por Computador.  
              3. Imagem Tridimensional. 4. Projeto Auxiliado por Computador.  
I. Título

Márcio John Thiesen

Comparação entre modelos de gesso obtidos antes e após a cirurgia guiada em maxilas edêntulas.

Presidente da banca(Orientador): Prof. Dr. Geninho Thomé

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Rocha Bernardes

Prof. Dr. Edilson José Ferreira

Aprovado em: 25/04/2013

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais João e Marieta, minha noiva Rosangela, ao meu irmão Marcos e a todos os pacientes tanto do consultório particular como dos cursos que contribuíram para o meu contínuo aprimoramento.

## **Agradecimentos**

À Deus por permitir a realização deste curso de mestrado, com um andamento tranquilo tanto para mim como para meus colegas;

Aos meus pais pelo apoio e incentivo;

À minha noiva Rosangela pelo amor, apoio, incentivo e compreensão;

Ao Dr. Geninho Thomé e Dr. Alexandre Dal Molin Molinari pela orientação deste trabalho;

À Dra. Ivete Sartori pela coordenação do curso, sugestões e revisão deste trabalho;

Ao Dr. Rodrigo Tiossi pela revisão da discussão deste trabalho;

Ao Dr. Edilson José Ferreira, que cedeu amostras para execução deste trabalho;

Ao Dr. Sergio Bernardes pelos ensinamentos e realização dos testes estatísticos;

À Dra. Flávia Fontão pelas sugestões realizadas para o trabalho;

Ao Dr. Jean que planejou virtualmente o caso clínico;

Ao Dr. José Renato e a Dra. Rogéria, que iniciaram a minha caminhada na Implantodontia.

Aos meus colegas de curso, especialmente o meu quarteto: Mylene, Paulo e Rafael pela parceria e ajuda na execução de todas as tarefas;

A todos professores do programa de Mestrado, especialmente: Dr. Luis Eduardo Marques Padovan, Dra. Ana Cláudia Melo, Dra. Marcela Claudino e Dr. Jacques Luiz, pelo conhecimento compartilhado, sempre com humildade e disposição;

Aos Engenheiros Thiago Thomé e Willian de Araújo pela execução dos testes laboratoriais na Neodent sendo sempre prestativos quando necessário;

Ao Protético Adércio Buche e Laboratório que sempre estavam prontos a realizar as tarefas pertinentes neste trabalho;

À bibliotecária Luciana pela motivação na correção das normas do trabalho;

À empresa Neodent pelo incentivo a pesquisa;

A todos os funcionários do Ilapeo que nunca pouparam esforços em nos ajudar;

Ao meu primo e amigo Henry por emprestar o seu apartamento durante o curso;

E a todos pacientes pela paciência e por acreditarem em nosso trabalho.

## Sumário

Resumo	
1. Introdução.....	08
2. Revisão de Literatura.....	11
3. Proposição.....	64
4. Materiais e Métodos.....	65
5. Artigo Científico I.....	71
6. Referências .....	93
7. Apêndice.....	101
8. Anexo .....	120

## Resumo

A técnica de instalação guiada de implantes tem se mostrado de muita aplicabilidade clínica. Estudos são conduzidos para avaliar suas limitações e permitir novos desenvolvimentos. Confeccões prévias de modelos utilizando o guia prototipado tem o objetivo de permitir a confecção das próteses antes do procedimento cirúrgico. No entanto, existem dúvidas a respeito da previsibilidade dos posicionamentos que os análogos adotam nesse modelo se comparados ao posicionamento que adotarão após o procedimento cirúrgico. Vários fatores podem interferir, este estudo foi idealizado com a finalidade de comparar as posições dos análogos em modelos de gesso obtidos antes e após o procedimento cirúrgico de instalação dos implantes em 10 casos clínicos. Foram selecionados dez guias prototipados de maxilas edêntulas que já haviam sido utilizados para a instalação guiada de implantes e que já estavam com as próteses instaladas. Cilindros posicionadores de análogos de mini pilares foram adaptados para obtenção dos modelos de gesso pré-cirúrgicos (modelos 1). Foram também reunidos os modelos dos casos que haviam sido obtidos através da moldagem realizada em boca após a instalação dos intermediários (modelos 2). Todos foram submetidos ao escaneamento a laser e a comparação entre os modelos foi realizada virtualmente com um *software* específico. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Wilcoxon. Foi encontrada uma média de desvio angular de  $3,17^{\circ} \pm 1,78^{\circ}$  ( $p = 0,000$ ). Os desvios encontrados entre os análogos nos modelos 1 e 2 desses 10 casos demonstraram ser improvável obter adaptação passiva, caso as próteses tivessem sido obtidas previamente aos procedimentos cirúrgicos, se alguma técnica que promovesse a correção da adaptação dos cilindros, como a técnica da cimentação passiva, não tivesse sido adotada.

Palavras-chave: Implantes Dentários; Cirurgia Assistida por Computador; Imagem Tridimensional; Projeto Auxiliado por Computador.

## Abstract

Guided implant placement has shown high clinical applicability. Studies are conducted to assess its limitations and to enable further development of the technique. Plaster models previously fabricated from the CAD/CAM surgical template allow the prosthesis fabrication before the surgery. However, there are doubts about the virtually planned abutment placement position compared to the actual abutment position after the surgery. Considering that many factors can interfere, this study compared the positions of the analogs in plaster models obtained before and after implant placement in 10 clinical cases. Ten CAD/CAM surgical guides for maxillary edentulous patients were selected and which had already been used for the guided implant placement and with the final prosthesis already fabricated. To generate the pre-surgical cast model (model 1), mini conical replicas were mounted on the guiding sleeves using cylinder positioners. The models obtained through an impression after the surgical procedures were also analyzed (model 2). Each plaster model was subjected to laser scanning and the comparison between models was performed in specialized software. The statistical analyses were performed using Wilcoxon test ( $p < 0.05$ ). The mean angular deviation founded was  $3.17^\circ \pm 1.78^\circ$  ( $p = 0.000$ ). The deviations found among the analogs in models 1 and 2 in 10 cases shown to be unlikely to obtain a passive fitting had the prosthesis been obtained before implant placement, and without the association with a correction technique to promote the passive adaptation of the cylinders (i.e. the cemented cylinder technique).

Key words: Dental Implants; Surgery, Computer-Assisted; Imaging, Three-Dimensional; Computer-Aided Design.

## 1. Introdução

Tradicionalmente a cirurgia para instalação de implantes inicia com a realização de um retalho de acesso com o intuito de visualizar a condição óssea e determinar o melhor local para instalação do implante (ROSSEAU, 2010; WIDMANN et al., 2010; MOLINARI, 2010).

Visando a diminuição do período de tratamento e a redução do tempo cirúrgico, novos conceitos foram propostos. A cirurgia de um estágio cirúrgico, dispensando o procedimento da reabertura (RAO & BENZI 2007) e realizar a instalação dos implantes sem descolamento de retalho reduziu a reabsorção óssea na cervical dos implantes (CAMPELO & CAMARA 2002). Posteriormente o conceito da carga imediata ou função imediata tornou-se uma tendência, solucionando os casos em um único ato operatório (RAO & BENZI 2007; ROSSEAU, 2010).

A utilização de tomografias computadorizadas associadas a *softwares* de planejamento virtual, possibilitaram a execução de cirurgias minimamente invasivas, resultando em um procedimento de grande aplicabilidade promovendo função, estética e conforto com menor morbidade para o paciente, reduzindo também o tempo operatório (ARISAN, KARABUDA & ÖZDEMIR 2010; BALSCHI, WOLFINGER & BALSCHI 2006; HOFFMANN et al., 2005; NICKENIG et al., 2010; NIKSAD & AZARI 2010; ROSENFELD, MANDELARIS & TARDIEU 2006; ROSSEAU 2010; MOLINARI, 2011). A cirurgia guiada consiste no planejamento virtual tridimensional a partir da tomografia computadorizada obtida com um guia tomográfico resultante da duplicação da montagem de dentes obtida (SARTORI, 2007), possibilitando o controle da posição dos implantes. Este planejamento virtual proporciona um guia cirúrgico prototipado que auxilia a instalação do implante sem

a necessidade da incisão (ALMEIDA et al., 2010; VAN ASSCHE et al., 2010; MALO NOBRE & LOPES et al., 2007; NIKZAD & AZARI, 2010; VAN de VELDE et al., 2010).

Vários estudos relatam um protocolo para execução da cirurgia virtualmente guiada e demonstram as vantagens e benefícios, tanto para casos de elementos unitários, desdentados parciais e totais, mostrando altos índices de sucesso. (BALSHI, WOLFINGER & BALSHI, 2011; TARDIEU et al., 2007; AMORFINI, STORELLI & ROMEO, 2011; PUIG, 2010; MANDELARIS et al., 2010; ALMOG et al., 2006).

São relatadas pequenas divergências lineares e angulares entre o posicionamento dos implantes no planejamento virtual e a instalação real, nas cirurgias guiadas. Em muitos casos estas divergências não são estatisticamente significantes (BLOCK & CHANDLER, 2009; VAN ASSCHE et al., 2010; NICKENIG et al., 2010; OZAN et al., 2009). No entanto, seria necessário avaliar se impediriam a adaptação passiva de uma prótese definitiva confeccionada previamente a cirurgia de instalação dos implantes a partir do planejamento virtual.

Para verificar a precisão de instalação dos implantes, estudos descreveram o uso de duas tomografias computadorizadas: um para realização do planejamento virtual e outra após a cirurgia para que seja realizada a sobreposição dos implantes planejados e os instalados (ERSOY et al., 2008; VAN ASSCHE et al., 2010). Outros autores realizaram estudos *in vitro* com o intuito de validar a precisão dos sistemas de cirurgias auxiliados pelo computador (VIEGAS et al., 2010; SOARES et al., 2012). Também foi descrito método alternativo para avaliar a precisão de instalação com realização de tomografia do modelo gerado após a cirurgia reduzindo a quantidade de radiação para o paciente e trazendo maior conforto (NICKENIG & EITNER, 2010).

Com o propósito de avaliar se a posição que os análogos assumem nos modelos realizados após o procedimento cirúrgico de instalação dos implantes são similares com as posições que adotam quando os modelos são obtidos previamente ao procedimento cirúrgico, este estudo foi idealizado. Pretende-se verificar o desvio angular entre os modelos e assim entender se a confecção de uma prótese previamente à cirurgia de instalação dos implantes teria possibilidade de ter sido obtida.

## 2. Revisão de Literatura

Verstreken et al. (1998) demonstraram uma técnica que foi desenvolvida para leitura e visualização de uma eventual prótese removível junto com as estruturas ósseas. Os benefícios de um acesso tri-dimensional foram evidentes quando uma prótese foi envolvida no planejamento. Para a maioria dos pacientes, uma vez realizada a visualização tri-dimensional, foi possível obter efetivos ajustes clínicos e aprimoramentos dos planejamentos em 2D, resultando em um melhor plano de tratamento. As alterações relacionaram-se com a qualidade e quantidade óssea, biomecânica e estética. Obviamente que os planejamentos tri-dimensionais, nitidamente se destacaram. Estes avanços frequentemente evitaram complicações como, danos ao nervo mandibular, perfurações do seio maxilar, fenestrações e deiscências.

Besimo, Lambrecht e Guindy (2000) estudaram os possíveis erros na transferência de posição e inclinação axial dos implantes obtidos da análise digital das tomografias computadorizadas para os modelos de estudo. O guia tomográfico consistiu de uma dentadura com dentes plásticos radiopacos, montados em cera sobre uma placa base de resina acrílica. Os dados da tomografia foram convertidos para o programa Sim/Plant que foi usado para determinar a posição e inclinação axial dos implantes. Um total de 14 exames tomográficos foram analisados. Estes consistiram de 9 mandíbulas edêntulas, 2 edêntulas e 3 maxilas parcialmente edêntulas com um total de 77 locais para implantes (26 na maxila e 51 na mandíbula anterior ao forame mental). A determinação da posição e inclinação de cada implante foi conduzida individualmente sem o conhecimento de um plano de tratamento prévio. Ao final concluíram que os erros resultantes da transferência do planejamento de implantes da TC para os modelos de estudo e guias cirúrgicos são mínimos. O ângulo resultante entre o plano da TC e o plano perpendicular ao arco dental não devem ser necessariamente levados em consideração.

Birkfellner et al. (2001) avaliaram *in vitro* a confiabilidade do sistema de instalação dos implantes pela técnica guiada assistida por computador, juntamente com a posição tridimensional de cada implante comparando a posição virtual com a real instalada. Foram confeccionados 5 modelos plásticos reproduzindo situações clínicas típicas em implantodontia. Estes modelos receberam mini parafusos que serviram de pontos de referencia para as tomografias computadorizadas e esferas metálicas que permitiram a localização por um sistema de rastreamento óptico. Dois métodos de avaliação permitiram a verificação da confiabilidade mecânica usando 2 pontos de referencia para cada maxilar e a análise da precisão computadorizada que utilizou mini parafusos de referencia. Mecanicamente a média da precisão observada foi de  $0,69 \pm 0,15$  mm, já o *software* de avaliação mostrou uma média de  $0,71 \pm 0,12$  mm com valor máximo de  $1,00 \pm 0,13$  mm. Quando verificado todos os pontos de referencia foi obtida uma média global de  $1,23 \pm 0,28$  mm e valor máximo de  $1,87 \pm 0,47$  mm. Foi constatado que mais de 5 pontos de referencia não melhora a precisão significativamente e o posicionamento dos implantes foi otimizada com o uso de sistemas para planejamento de implantes assistidos pelo computador.

Campelo e Camara (2002) afirmaram que as cirurgias sem incisão são previsíveis se a seleção do paciente e técnica cirúrgica forem apropriadas. Para isso realizaram um estudo retrospectivo em 359 pacientes que receberam 770 implantes sendo caso totais e parciais. Cada paciente foi examinado após 3 meses, 6 meses, 1 ano e então pelo menos uma vez todo ano até completar 10 anos. Os implantes foram considerados falhos, se apresentavam mobilidade ou dor, uma perda óssea superior a 0,5 mm por ano e sinais de periimplantite ativa. A taxa cumulativa de sucesso para os implantes instalados sem incisão após um periodo de 10 anos variou de 74,1% para os implantes instalados em 1990 a 100% para 2000. A cirurgia sem incisão mostrou muitas

vantagens como: tempo operatório reduzido, sangramento mínimo, menor morbidade e não houve necessidade de sutura.

Van Steenberghe et al. (2002) examinaram a precisão da transferência dos dados do planejamento tri-dimensional para o campo operatório utilizando um guia de brocas, contendo anilhas de alta precisão, adaptado sobre a maxila. Também foi avaliado se este planejamento permite a possibilidade de instalação de uma prótese logo após a finalização do ato cirúrgico. Este estudo foi idealizado primeiramente em 2 cadáveres e posteriormente em 8 pacientes. Foi realizada a leitura tomográfica com a prótese e somente da prótese ou encerramento diagnóstico de todos os casos. A partir do planejamento virtual, um modelo de resina epóxi foi obtido por CAD/CAM. Sobre este modelo foi confeccionado um guia cirúrgico obtido com fibra de carbono reforçado e também foi planejada a prótese fixa baseado neste guia. As próteses continham cilindros metálicos com um diâmetro interno ligeiramente superior aos pilares de titânio, que foram parafusados sobre os implantes instalados, e posteriormente cimentados dentro dos cilindros da prótese definitiva. Os resultados indicaram uma combinação quase que perfeita entre os implantes instalados e os planejados. E este procedimento permitiu a colocação de uma prótese fixa definitiva com um espaço livre limitado entre os pilares e os cilindros metálicos incorporados dentro da prótese que foi cimentada em boca.

Com a finalidade de medir a divergência entre implantes planejados e a instalação cirúrgica real, Sarment, Sukovic e Clinthorne (2003) criaram 5 mandíbulas edêntulas idênticas de epoxi. Um guia foi fabricado para o lado direito (lado controle) com 5 pré-molares de acrílico com sulfato de bário, onde foi criado um canal de 2 mm no longo eixo de cada dente para posterior tomada tomográfica cone-beam. Os arquivos foram transferidos e segmentados para separar os dentes, o modelo e o espaço adjacente. Foram planejados 10 implantes usando o software Sim/Plant. No lado

contendo o guia, os implantes foram instalados como detectado nos espaços radiolucidos visíveis na TC conforme o longo eixo de cada dente da reabilitação virtual. No lado esquerdo (lado teste) onde nenhum guia estava presente, 5 implantes paralelos foram colocados no monitor simulando um cenário clínico. Este planejamento foi submetido à fabricação de um guia cirúrgico prototipado. Após o passo cirúrgico realizado por 5 cirurgiões, uma nova TC foi obtida de cada mandíbula. Para cada implante virtual, 2 pontos foram localizados no seu longo eixo: a porção central mais coronal e o ápice. Foi analisada a instalação de todos os implantes em comparação com o planejado. Quando foi usado o guia cirúrgico controle a média do desvio do centro na porção coronal foi de  $1,5 \pm 0,7$  mm e  $2,1 \pm 0,97$  para porção apical. Quando a aplicação do lado teste foi usado, esta distância foi de  $0,9 \pm 0,5$  mm e  $1,0 \pm 0,6$  mm respectivamente, sendo estatisticamente significativa. A variação média entre os cirurgiões mostrou que o desvio do centro do implante instalado para o centro virtual na porção coronal poderia ser de no máximo 1,8 mm e no mínimo de 1 mm quando foi usado o guia controle. E quando foi usado o guia teste estas distâncias máximas e mínimas foram respectivamente 1,2 mm e 0,7 mm. Em relação a discrepância angular entre o implante planejado e o instalado, a técnica padrão atingiu uma precisão de  $8 \pm 4,5^\circ$  e o método testado alcançou uma precisão de  $4,5 \pm 2^\circ$ . Estas diferenças foram estatisticamente significativas. Entre os cirurgiões a variação média foi de 6,8 a  $8,7^\circ$  com o grupo controle e 3,5 a  $5,4^\circ$  para o grupo testado. Dentro das limitações deste estudo foi concluído que o guia testado promove melhorias na instalação dos implantes.

Fortin et al. (2003) verificaram o nível de confiabilidade do software de planejamento de instalação dos implantes, baseado em um instrumento mecânico acoplado sobre o guia cirúrgico estabilizado sobre os tecidos moles durante a cirurgia. Participaram do estudo 30 pacientes tanto parcial ou completamente desdentados. Para cada paciente foi confeccionado um encerramento de diagnóstico sobre um modelo de

gesso restabelecendo os requisitos funcionais, estéticos e biomecânicos. Este modelo foi duplicado servindo de guia tomográfico para obtenção da imagens e transferência para o software de planejamento. Após o posicionamento final dos implantes no software, respeitando a anatomia de cada região, o guia tomográfico foi transformado em guia cirúrgico através de uma máquina de fresagem específica. Este guia cirúrgico serviu somente para execução da primeira broca no comprimento do implantes desejado, sem o descolamento do retalho. Em seguida o guia foi removido, um retalho foi aberto para o término da instalação dos implantes. Em 96,6% dos casos, todos implantes planejados foram instalados e 86,6% deles com o mesmo tamanho e na mesma posição. A concordância entre o planejado e executado foi alta tanto para o tamanho dos implantes quanto em relação a anatomia regional, revelando que os softwares de planejamentos são confiáveis para aplicação clínica.

Ganz (2005) afirmou que as tomografias computadorizadas e os guias cirúrgicos permitiram um aperfeiçoamento clínico significativo na precisão, reduzido tempo operatório e redução dos erros cirúrgicos, beneficiando o paciente, cirurgião, prótese e laboratório. O planejamento virtual permite em muitos casos a execução da técnica guiada sem incisão com alto grau de confiabilidade e menos dano ao paciente. Todavia o guia cirúrgico deve ser tão bom quanto o planejamento. A previsibilidade pode somente ser aumentada através de um diagnóstico e planejamento adequado usando as informações obtidas das imagens das tomografias computadorizadas.

Hoffmann et al. (2005) realizaram um estudo experimental onde foi comparada a fidelidade do planejamento virtual guiado obtido de tomografias computadorizadas com o método convencional à mão livre. Foram utilizadas 16 modelos de mandíbulas edêntulas de poliuretano. Estas mandíbulas possuíam um revestimento com silicone simulando a mucosa e um canal mandibular de 2 mm de diâmetro e foram fixadas em uma plataforma

de acrílico. Um crânio sintético foi adaptado e 6 demarcações e uma matriz de referência foi fixada na plataforma acrílica. Em seguida foi realizada uma tomografia computadorizada. As imagens foram transferidas para um computador para execução do planejamento em 3D usando o registro das demarcações. As osteotomias guiadas e convencionais foram realizadas em 16 mandíbulas. Ao todo foram executadas 14 perfurações por mandíbula, 6 na região entre os forames mentuais e 4 na distal do forame em ambos os lados totalizando 224 perfurações avaliadas. Após o término das perfurações, novas tomografias foram realizadas de cada mandíbula, avaliando a precisão do posicionamento vestibulo-lingual e mesio-distal. Também foi verificada a distância do assoalho do canal mandibular. O desvio médio para o método convencional foi de  $11,2 \pm 5,6^\circ$  e método guiado foi de  $4,2 \pm 1,8^\circ$ . E a distancia média para o canal mandibular foi de  $1,1 \pm 0,6$  mm e  $0,7 \pm 0,5$  mm respectivamente. Estes resultados sugeriram que a tecnologia da cirurgia auxiliada por computador aumenta a capacidade de controlar a posição tridimensional dos implantes.

Steenberghe et al. (2005) realizaram um estudo baseado no conceito “Dentes em uma hora”. Foram selecionados 27 pacientes com maxila edentula, sendo submetidos a técnica de escaneamento duplo que permitiu a fusão das imagens do paciente e da prótese resultando no planejamento virtual. Deste planejamento foi obtido o guia cirúrgico e a prótese imediata. Todos pacientes receberam um total de 184 implantes e 27 próteses imediatamente após a cirurgia. Após 1 ano de acompanhamento a média de reabsorção óssea foi de 1,2 mm na mesial e 1,1 mm na distal. Um caso apresentou uma leve discrepância entre o implante e “abutment” e outro houve um desvio na linha média da prótese. Entretanto todos os implantes estavam estáveis aos 12 meses de acompanhamento.

Widmann et al. (2005) utilizaram 4 modelos de gesso idênticos da maxila e mandíbula com esferas de chumbo integradas na altura hipotética do ápice das raízes de cada dente servindo como marcações radiopacas no momento da tomada tomográfica. Cada modelo possuía também 7 demarcações radiopacas para combinação de imagens. Foi usado um sistema de navegação que planejou a trajetória das fresas cirúrgicas com início no centro das coroas dentárias atingindo o centro das esferas de chumbo que representavam o ápice das raízes. Os dados deste planejamento foram enviados a um instrumento com braços mecânicos para realizar as preparações em cada dente através de uma sonda de fresagem. Ao todo 112 perfurações foram realizadas, acompanhadas de uma nova tomada tomográfica de cada modelo para avaliar a precisão entre o planejamento inicial e as imagens da segunda tomografia. A média de erro encontrada na transferência do planejamento foi de 0,4 mm. O deslocamento lateral foi de  $0,42 \text{ mm} \pm 0,26 \text{ mm}$  e a diferença antero-posterior foi de  $0,25 \pm 0,12 \text{ mm}$ , o que demonstrou ser um método simples altamente preciso que requer pouco esforço para execução.

Balshi, Wolfinger e Balshi (2006) relataram um aperfeiçoamento na técnica de interação de imagens para o planejamento dos implantes. A confecção do guia cirúrgico e da prótese dependem da prótese total já existente desde que esta esteja com centrada correta, dimensão vertical e arranjo de dentes adequados. Foi realizada uma duplicação desta prótese em acrílico transparente com demarcações radiopacas para construção do guia tomográfico. Um registro de sílica foi feito para estabilização do guia e do arco antagonista durante a TC. Uma vez que os implantes foram posicionados virtualmente em 3D, os pilares adequados para cada implante foram selecionados ultrapassando os tecidos moles mas sem atravessar a prótese virtual. Por último foram planejados 3 pinos de ancoragem horizontal que serviram para assegurar a correta posição do guia cirúrgico durante a instalação dos implantes. Quando o planejamento virtual foi concluído, o seu arquivo foi encaminhado para produção (ARK, Nobel Biocare) da prótese, do guia

cirúrgico e de acessórios cirúrgicos. No momento da cirurgia o guia foi posicionado no boca através do registro em silicone e fixado com os 3 pinos de fixação horizontal, permitindo a retirada da silicona. Primeiramente são instalados os implantes anteriores fornecendo uma maior estabilidade ao guia para em seguida serem instalados os implantes da região posterior da maxila. Logo após o término da cirurgia, o guia foi removido e a prótese foi rapidamente instalada evitando a obstrução da gengiva. Uma radiografia panorâmica foi realizada para confirmar a adaptação precisa da prótese que foi similar ao planejamento.

Rosenfeld, Mandelaris e Tardieu (2006) discutiram a aplicação da TC para transferir dados clínicos relevantes da prótese para um programa, sendo que estas informações poderiam ser usadas para fabricação de modelos prototipados e guias cirúrgicos de instalação. Há três gerações de guias tomográficos. O primeiro inclui uma silhueta coberta de bário da posição final do dente proposto. Esta capacidade de compatibilidade da posição espacial do dente em relação à posição relativa do implante no osso nativo é analisada pelo programa *SimPlant*. A segunda geração é semelhante, exceto pela presença de orifícios definidos precisamente nas fossas centrais ou cíngulos de cada dente. A primeira e segunda geração é bem aplicada quando desejamos estudar dentes isolados. O *Scannoguide Tardieu* é a terceira geração, onde não somente permite transferir a condição protética mas também define a margem de tecidos moles no estudo da tomografia computadorizada. Isto ofereceu a oportunidade de construir uma prótese somente com o estudo da TC, possibilitando instalar as próteses no momento da instalação dos implantes. Concluindo os autores afirmaram que a interatividade da TC permite a incorporação de informações da prótese nas imagens tomográficas, que pode ser confrontada com a anatomia regional antes da cirurgia, podendo estabelecer requisitos cirúrgicos previamente ao tratamento e possibilitar uma intervenção minimamente invasiva.

Com a finalidade de explorar as limitações na precisão da cirurgia guiada pelo computador e discutir a relação custo benefício Widmann e Bale (2006) realizaram um estudo na forma de revisão da literatura comparando a técnica convencional e a cirurgia guiada auxiliada pelo computador. Os autores afirmaram que esta última requer um investimento e empenho maiores, porém parece superior se for calculado seu potencial de eliminação de erros e de reprodução sistemática o sucesso do tratamento. De acordo com dados clínicos, a orientação por imagens não é necessária em casos simples, com orientação anatômica e quantidade óssea suficiente. Mas quando a prótese, para preencher os requisitos funcionais e estéticos depende da posição exata dos implantes, e quando o posicionamento seguro de um implante com o máximo do tamanho for desejado, o paciente pode se beneficiar integralmente das vantagens do completo planejamento computadorizado em 3D e da cirurgia guiada. Entretanto estudos clínicos longitudinais são necessários para avaliar todos aspectos de sucesso do tratamento, para confirmar o valor estratégico e justificar a dose de radiação, empenho e custos adicionais.

Draenert et al. (2007) compararam a presença de artefatos nas tomografias computadorizadas *cone beam NewTom 9000* (CBCT) e nas tomografias computadorizadas de multi-deteção (MDCT) *Philips MX 8000*. Um crânio padronizado foi utilizado para posicionamento de 4 implantes na maxila. Os resultados obtidos das reconstruções destes 4 implantes foram comparados entre os dois aparelhos tomográficos. As leituras feitas com o CBCT mostraram artefatos acentuados em relação as reconstruções feitas pela MDCT. Os artefatos tornaram-se maiores com o aumento da distancia do centro do volume observado. Estas diferenças na qualidade da imagem, foram significativas, demonstrando que a resolução visual espacial da CBCT foi menos precisa do que MDCT, nas imagens de implantes dentais.

Havendo a necessidade de mais estudos sobre o uso da tomografia computadorizada e de tecnologia CAD/CAM para o planejamento e confecção de um guia cirúrgico customizado, para instalação de 4 implantes com carga imediata, Malo, Nobre e Lopes (2007) avaliaram a taxa de sucesso dos implantes instalados seguindo este protocolo e sem retalho. Foram instalados 92 implantes em 33 pacientes com arcadas edêntulas sendo acompanhados por um período superior a 13 meses. Setenta e dois implantes foram instalados na maxila suportando 18 próteses fixas. E 20 implantes instalados na mandíbula suportando 5 próteses completas. O procedimento foi baseado em um planejamento virtual e a prótese foi confeccionada antes da cirurgia e adaptada imediatamente após o término da instalação dos implantes. Com as imagens obtidas da tomografia *cone-beam*, foi planejada a posição exata dos implantes para posterior fabricação do guia cirúrgico, que foi estabilizado no momento da cirurgia com pinos de ancoragem. Após a instalação dos implantes, imediatamente foram instaladas as próteses provisórias acrílicas. Após 4 meses de acompanhamento, as próteses provisórias foram trocadas pelas próteses definitivas (metal acrílicas ou metal cerâmicas fixas). Para que os implantes fossem classificados como saudáveis, deveriam de apresentar uma estabilidade clínica sem dor, desconforto e mobilidade, ausência de supuração, infecção ou áreas radiolúcidas. O nível ósseo também foi medido no dia da instalação, 6 e 12 meses após a cirurgia. A taxa de sucesso total em um ano foi de 98%, 97% para implantes instalados na maxila e 100% para mandíbula para um tempo médio de acompanhamento de 13 meses. Foram perdidos 2 implantes na maxila sendo um na posição de primeiro molar devido ao bruxismo e um incisivo lateral por falta de estabilidade inicial. O valor médio para reabsorção óssea na base do implante foi de 1,9 mm, com uma média de 2,0 mm para maxila e 1,7 para mandíbula. De acordo com os resultados obtidos foi concluído que esta modalidade de tratamento é previsível e segura com altos índices de sucesso devido à combinação do planejamento em 3D e a

realização da carga imediata evitando os procedimentos de enxertos ósseos na maioria das situações.

Holst, Blatz e Eitner (2007) descreveram a aplicação de parafusos como pontos fixos de referencia intraoral para estabilidade, precisão e reprodução do posicionamento de diagnóstico e para o guia cirurgico no momento da instalação dos implantes, pois um inconveniente de muitos sistemas de planejamento, é a pouca estabilidade e suporte tanto para guia tomográfico e cirúrgico em pacientes desdentados. Estes pontos de referencia são fixados 2 semanas antes do procedimento em locais que não interferem na localização dos implantes e contribuem também para prova de diagnóstico permitindo avaliação estética, fonética e funcional. Dependendo da situação clínica, estes pontos de referencia, podem aumentar a precisão de uma maneira mais eficiente.

Rao e Benzi (2007) realizaram um estudo prospectivo para definir um protocolo cirúrgico-protético simples, seguro e reproduzível para instalação do implante com carga imediata na região do primeiro molar inferior, onde fosse possível planejar previamente todo implante e os componentes protéticos juntamente com a coroa provisória. Foram instalados 51 implantes em 46 pacientes com idade media de 42 anos. Todos implantes eram cônicos, rosqueáveis e com um colar de 1,5 mm (Replace Select Tapered TiUnite; Nobel Biocare AB, Gotemborg, Suécia). Foram incluídos no estudo pacientes saudáveis com ausência dos primeiros molares inferior, com o mínimo de 11 mm de osso acima do nervo alveolar inferior, apresentando distância mesio-distal entre 8 a 12 mm, espessura óssea de no mínimo 6,3 mm, quantidade e qualidade de tecido queratinizado adequada e ausência de discrepâncias oclusais que interferissem na fabricação da prótese. Após 3 meses de reparo, as coroas provisórias foram removidas e a estabilidade dos implantes foram avaliadas, seguindo com a cimentação das coroas definitivas. Todos pacientes foram acompanhados por pelo menos 01 ano. O período de controle ocorreu aos 3, 6, 12

e 24 meses sendo feitas radiografias nos 3, 12 e 24 meses e avaliações da estabilidade do implante após 12 meses usando frequência de ressonância (Osstell, Gotenborg, Suecia). Todos os implantes apresentavam estabilidade e estavam em função resultando em um sucesso de 100%.

Marchack (2007) demonstrou uma técnica de escaneamento duplo para casos parciais, onde primeiramente foi feita a leitura tomográfica do paciente com guia e em seguida somente do guia tomográfico. Estas imagens foram combinadas através de um software para execução do planejamento virtual. Deste planejamento foi confeccionado um guia cirúrgico prototipado obtido por CAD/CAM, que transferiu o posição do implante virtual para o ambiente cirúrgico no paciente. As imagens desde planejamento possibilitaram a elaboração da prótese implanto suportada previamente a execução do ato cirúrgico.

Publicações recentes de estudos *in vitro* indicaram que guias cirúrgicos auxiliados pelo computador apresentaram uma variação média na posição do implante dentro de 1 mm e a inclinação variando dentro dos 5°. Com este propósito Nickenig e Eitner (2007) calcularam a confiabilidade do planejamento no software que permite transferir os dados do planejamento virtual para um guia cirúrgico que era estabilizado nos dentes adjacentes ou ancorado por pinos em casos edêntulos. Um total de 102 pacientes receberam 250 implantes a partir de um planejamento virtual. Para cada paciente, uma prótese de estudo foi feita e duplicada com resina opaca que serviu como um guia para o scanner. Foram obtidas imagens tomograficas *cone-beam*, que foram transferidas para um software de planejamento que promoveu a imagem real 3D para planejamento da posição dos implantes. Uma vez concluído o planejamento dos implantes, a posição do guia foi detectada pela busca automática de três marcações integradas de titânio permitindo o cálculo para o planejamento virtual da posição dos

implantes. No pós-operatório foram feitas radiografias panorâmicas para avaliar a distancia segura de estruturas anatômicas, posição e ângulo do implante. As cirurgias foram classificadas em 3 protocolos: em 147 (58,8%) casos foi realizada a cirurgia sem incisão, em 103 casos (41,2%) um enxerto foi necessário e em 32 (3%) expansões ósseas foram planejadas. Não houveram problemas na adaptação e manipulação intra-operatória com os guias em 98,4% dos casos. Em 4 casos na região posterior da mandíbula houve problemas com a manipulação do guia devido a pouca distancia interoclusal, sendo encurtados até a metade da sua altura. Todos os casos realizados sem incisão foram concluídos com sucesso. Em 8 casos devido aos enxertos ósseos, a instalação dos implantes foi adiada. A previsibilidade do tamanho dos implantes foi muito alta, somente 1 implante teve que ser trocado por um de menor diâmetro. As radiografias panorâmicas de controle mostraram que todas estruturas anatômicas e dentes adjacentes estavam preservados. O ângulo real diferiu somente em 9 casos do ângulo virtual. Nestes casos os implantes não estavam exatamente paralelos com os dentes adjacentes, mas em nenhum caso houve consequências clinicas. Estes resultados sugeriram, que a instalação de implantes após um planejamento virtual obtido a partir das tomografias computadorizadas e usando um guia cirúrgico, constitui um procedimento confiável e adequado para cirurgias sem incisão. Também auxiliou na avaliação pré-operatória do tamanho do implante, posição e complicações anatômicas.

Giacomo et al. (2007) afirmam que os planejamentos virtuais associados a prototipagem rápida são uma importante ferramenta que otimizou os resultados clínicos reduzindo o tempo operatório. Neste processo primeiramente confeccionou-se o guia radiográfica com a finalidade de transferir as informações protéticas e do contorno gengival para a tomografia computadorizada. Os dados são abertos em um software de planejamento cirúrgico onde podemos tridimensionalmente visualizar as coroas nos espaços protéticos. Neste momento são planejados os implantes virtuais. Baseado neste

planejamento confecciona-se o guia cirúrgico por prototipagem rápida específica para cirurgia guiada sem retalho.

Van Assche et al. (2007) demonstraram que as imagens das tomografias computadorizadas *cone-beam* podem ser usadas para o planejamento de implantes, levando em conta um desvio angular máximo de  $4^{\circ}$  e desvio linear de 2,4 mm na porção apical dos implantes. Foram obtidas as tomografias *cone-beam* de 4 mandíbulas de cadáveres, para execução de um planejamento virtual, confecção de um guia cirúrgico por estereolitografia que possibilitou a transferência da posição dos implantes para o ambiente cirúrgico. Após a instalação de um total de 12 implantes uma nova tomografia foi feita e combinada com o planejamento inicial para mensuração das discrepâncias entre os implantes planejados e instalados. A média dos desvio angular foi de  $2^{\circ}$  ( $0,7$  a  $4^{\circ}$ ) enquanto que a média do desvio linear foi 1,1 mm ( $0,3$  a  $2,3$  mm) na porção coronal e 2,0 mm ( $0,7$  a  $2,4$  mm) no ápice do implante.

Segundo Wittwer et al. (2007) a combinação do planejamento auxiliado pelo computador e a instalação sem incisão de quatro implantes na região interforamidal revelou ser um tratamento com excelentes resultados em mandíbulas desdentadas. Foram selecionados 25 pacientes que receberam 100 implantes da forma guiada sem incisão. Em dois deles, os implantes foram mantidos submersos pois não foi atingida a estabilidade primária desejada. A taxa de sucesso aos 2 anos de acompanhamento foi de 97,7% e 100% para prótese.

Com o objetivo de avaliar os resultados do tratamento de implantes instalados com carga imediata em maxilares edêntulos a partir do planejamento virtual e cirurgia sem retalho Komiyama, Klinge e Hultin (2008) instalaram 176 implantes (Brånemark System MKIII TiUnite™ Nobel Biocare AB) em 31 maxilares sendo 10 mandíbulas e 21 maxilas completamente edêntulas de 29 pacientes. Todos foram tratados com Nobel

Guide™ usando o conceito de Dentes em uma Hora™ e o período de acompanhamento ultrapassou 44 meses. Após o planejamento virtual de cada caso foram obtidos os guias cirúrgicos pela técnica CAD/CAM. A cirurgia e a instalação da prótese foram concluídas num período de uma hora. Todos pacientes foram acompanhados 1 dia, 1 semana, 1 mês, 3, 6 e 12 meses após a instalação da carga imediata. Após um ano, os pacientes foram chamados para controle ao menos uma vez ao ano por mais de 44 meses. Complicações técnicas e cirúrgicas ocorreram em 13 dos 31 casos (42%). Três guias cirúrgicos quebraram, um antes e dois após a instalação dos implantes. Falta de adaptação entre os implantes e a prótese ocorreu em 5 casos. Ajustes oclusais extensos ocorreram em 3 casos (10%). Defeitos ósseos apareceram nas radiografias após as inserções dos implantes, dois defeitos em decorrência de dois pinos de fixação na maxila e outro em um caso de mandíbula severamente atrófica. Foi atingida uma taxa de sucesso de 89% ou seja 157 de 176 implantes estavam em função aos 44 meses de acompanhamento. A taxa de sucesso para maxila foi de 92% e 84% para mandíbula. Dezenove implantes, (11%) 10 de 124 na maxila e (8%) 9 de 52 na mandíbula foram removidos dentro de 18 meses de acompanhamento. Ao todo 26 de 31 próteses (84%) em ambos maxilares permaneceram estáveis e funcionais, sendo 19 de 21 maxilas (90%) e 7 de 10 mandíbulas (70%) por um período superior a 44 meses de acompanhamento. Em 5 de 29 pacientes (17%) as próteses falharam e foram removidas devido a perda dos implantes (2 pacientes), desadaptação da prótese (2 pacientes) ou a combinação dos dois (1 paciente). Em conclusão foi admitido que a ocorrência de complicações técnicas e cirúrgicas foi maior para mandíbula. E o posicionamento dos implantes resultante do planejamento virtual e da cirurgia guiada ainda tem de ser analisada em ambos maxilares.

Carvalho, Chilvarquer e Bastos Neto (2008) utilizaram a técnica da cirurgia guiada sem retalho reunindo informações visualizadas pela tomografia computadorizada

com guia radiográfico, gerando um ambiente virtual para planejamento dos implantes. Este planejamento originou um guia cirúrgico obtido pelo método da prototipagem rápida. Esta técnica cirúrgica trouxe excelente precisão, podendo ser confeccionada previamente a prótese fixa.

Azari e Nikzad (2008) apresentaram um tratamento previsível através da instalação de implantes sem incisão, usando um *software* interativo e técnicas radiografias 3D como as tomografias computadorizadas para planejamento preciso da localização de cada implante, através do conceito do planejamento reverso para geração de um guia prototipado. A maior vantagem deste tipo de cirurgia é a precisão do posicionamento bem como o controle da profundidade das osteotomias. Existem algumas desvantagens tais como: a complexidade do sistema e alto custo que incluem o *software*, novos instrumentais e os guias cirúrgicos. Além do mais, o potencial de aquecimento devido ao reduzido acesso da irrigação externa, e alguns dados clínicos devem ser respeitados como estabelecer uma área adequada de tecido mole com extensão e espessura suficientes, sem mobilidade preferencialmente com tecido queratinizado ao redor dos implantes.

Ersoy et al. (2008) avaliaram a sobreposição dos implantes planejados e instalados quanto a posição e inclinação, usando guias cirúrgicos prototipados por estereolitografia. Os guias cirúrgicos foram gerados a partir de planejamento virtual de cada caso. Um total de 21 pacientes receberam 94 implantes, e foram submetidos a uma nova tomografia após a instalação dos mesmos e todos receberam próteses provisórias imediatamente após o término das cirurgias. Um *software* especial combinou as imagens dos implantes planejados e instalados. Foram utilizados quatro suporte de guias: mucoso, ósseo, dentário e dentário/ósseo, e a instalação dos implantes seguiu a técnica cirúrgica sem incisão e com incisão. Esta comparação mostrou um desvio angular de  $4,9^{\circ} \pm 2,36^{\circ}$

enquanto a media do desvio linear foi  $1,22 \pm 0,85$  mm na porção coronal do implante e  $1,51 \pm 1$  mm no ápice do implante. Em comparação aos arcos, o desvio angular, linear na porção coronal e no ápice foi de  $5,31^{\circ} \pm 0,36^{\circ}$ ,  $1,04 \pm 0,56$  mm e  $1,57 \pm 0,97$  mm respectivamente para a maxila, e  $4,44^{\circ} \pm 0,31^{\circ}$ ,  $1,42 \pm 1,05$  mm e  $1,44 \pm 1,03$  mm respectivamente para a mandíbula, não sendo verificada uma diferença estatisticamente significativa. Houve diferença significativa entre casos unitários e parciais e também entre unitários e totais. Quanto ao descolamento do retalho não houve diferença significativa.

Merli, Bernardelli e Esposito (2008) realizaram um estudo onde avaliaram os resultados de falhas protéticas e dos implantes, complicações, dor pós operatória e edema, consumo de analgésicos e satisfação dos pacientes reabilitados pela técnica da cirurgia guiada auxiliada pelo computador. Foram tratados 13 pacientes com atrofia maxilar que receberam 89 implantes. Próteses provisórias estavam prontas antes da cirurgia e foram instaladas imediatamente após a cirurgia e substituídas pela reabilitação final 6 meses após. Todos pacientes foram acompanhados até 8 meses após a carga. Foram descolados 2 retalhos para 2 pacientes devido a exposição de roscas. Em quatro casos foi necessário a execução de moldagens para conseguir a adaptação dos provisórios, e houve um caso de fratura do guia devido a desadaptação. Cinco implantes falharam em 4 pacientes e no final do acompanhamento todas as próteses estavam em função e os pacientes relataram um aumento na qualidade de vida. Os autores afirmaram que o software para cirurgia de instalação de implantes guiados ajuda muito no planejamento de casos complicados; contudo requer uma curva de aprendizado. O procedimento de cirurgia sem retalho e carga imediata como um todo não é simples, e deve ser usado somente por operadores experientes.

Ruppin et al. (2008) avaliaram através de um estudo *in vitro* a precisão de dois sistemas de cirurgias auxiliadas pelo computador; um pelo método optico e outro sistema

mecânico realizado através de guias obtidos prototipagem rápida. Foram usados 20 mandíbulas de cadáveres. Em todas amostras foram feitas as tomografias computadorizadas antes e após o procedimento. As mandíbulas foram divididas em três grupos. Um onde foi testado o método da estereolitografia, no segundo e terceiro grupos foi usado o sistema optico infravermelho que por meio de escâner conectado ao laptop realizou a visualização da fresagem e instalação dos implantes em tempo real. Foram mensurados o desvio do ponto inicial, do ponto final e o desvio de angulação. Para o grupo da estereolitografia o desvio do inicio foi de  $1,5 \pm 0,8$  mm, desvio final foi de  $0,6 \pm 0,4$  mm e desvio angular de  $7,9 \pm 5^{\circ}$ . Para os dois fabricantes do sistema óptico foi observado os seguintes resultados para desvio inicial  $1 \pm 0,5$  mm e  $1,2 \pm 0,6$  mm, desvio final  $0,6 \pm 0,3$  mm e  $0,8 \pm 0,7$  mm e desvio angular de  $8,1 \pm 4,6^{\circ}$  e  $8,1 \pm 4,9^{\circ}$ . Após análise destes resultados foi concluído que cirurgias auxiliadas pelo computador não dependem do tipo de método de transferência do planejamento para a boca, entretanto os guias obtidos por estereolitografia pareceram mais seguros diminuindo as complicações cirúrgicas próximas ao nervo mandibular ou seio maxilar.

Vercruyssen et al. (2008) realizaram um estudo na forma de revisão de literatura onde afirmaram que o uso de guias para brocas representa uma opção de maior confiabilidade na transferência do planejamento pré-operatório dos implantes para o ambiente cirúrgico. O uso de tomografias computadorizadas *cone beam* oferece uma redução da carga de radiação. As discrepâncias entre o ambiente virtual e o real são a peça chave para o sucesso nas cirurgias especialmente sem incisão. O máximo desvio deverá sempre estar dentro da margem de segurança de cada caso. E conforme os autores, o melhor resultado a nível clinico foi registrado com uma diferença de 1-1,5 mm de desvio máximo.

Yong e Moy (2008) estudaram os achados clínicos na fase inicial e tardia do método guiado de instalação dos implantes assistido pelo computador (NobelGuide™), focado tanto na cirurgia quanto na prótese. Foram avaliados 13 pacientes reabilitados por esta técnica e os resultados das complicações encontradas foram classificados na fase inicial e tardia durante a execução do planejamento e procedimento cirúrgico/protético. Não houve complicações durante o planejamento no software. As complicações protéticas excederam as cirúrgicas em ambas as fases inicial e tardia. A complicação mais comum observada, foi a interferência óssea impedindo o assentamento da prótese. Cirurgicamente houve falha de 9% dos implantes e a fratura da infraestrutura das próteses foi a principal complicação tardia. Os autores concluíram que a instalação dos implantes através da técnica guiada assistida por computador constituiu uma modalidade de tratamento confiável. E a chave para prevenção de complicações está em seguir com fidelidade o rigoroso protocolo do sistema.

Block e Chandler (2009) realizaram um estudo no formato de revisão literária onde discutiram sobre as complicações ocorridas nas cirurgias guiadas planejadas pelo computador a partir de tomografias computadorizadas e definiram as limitações e recomendações associadas a este tratamento. Um planejamento incorreto pode ocorrer devido ao uso de próteses desfavoráveis já existentes para confecção do guia tomográfico, resultando em um posicionamento incorreto dos dentes levando a um planejamento impreciso. A solução seria a fabricação dos guias a partir da confecção de réplicas das próteses definitivas bem como da posição correta da margem gengival evitando o mal posicionamento vertical do implante. Em muitos casos uma nova prótese é feita restabelecendo os requisitos funcionais e estéticos do paciente que posteriormente é duplicada, mas que pode apresentar uma contração de 0,3mm durante a duplicação. O guia cirúrgico ideal deve estar ajustado e adaptado tão bem quanto uma nova prótese. Se houver um espaço vazio entre a superfície do guia e a mucosa, este não será

confiável resultando em falhas na instalação dos implantes. Um registro de mordida também é recomendado assegurando a orientação vertical ideal do guia evitando pequenos movimentos posteriores que alteram o posicionamento dos implantes, principalmente anteriores. Este registro também mantém os dentes afastados impedindo a sobremordida dos incisivos, o que facilita a captura dos limites incisais nos cortes axiais da tomografia computadorizada. A presença de restaurações extensas com componentes metálicos podem conduzir a distorções geométricas da imagem e as marcações radiopacas de fidelidade devem estar distantes destes artefatos metálicos. O guia tomográfico rígido obtido da combinação do pó de acrílico e monômero com 10% a 20% de sulfato de bário possui a vantagem de não deformar durante a tomografia mas deve ser misturado inteiramente para não apresentar a concentração de pequenas áreas claras. Um fator que contribui para a precisão do exame tomográfico é manter o paciente imóvel durante a leitura do aparelho sendo que os aparelhos de TC *cone-beam* mostraram uma margem de erro estatisticamente menor do que os tomógrafos espirais respectivamente de 0,01 a 0,65 mm e 0 a 1,11 mm. E medições realizadas no monitor do computador não mostram diferenças estatisticamente significantes quando comparadas com as reais. Na fabricação do guia prototipado há uma tolerância de 0,1 a 0,2 mm do planejamento para as imagens lidas com a TC. Comparando o suporte dentário, ósseo e mucoso para os guias, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para medições lineares, só o desvio angular foi menor para o suporte dentário. Em se tratando de guia cirúrgico, os cilindros de orientação das brocas devem ser compatíveis com o implante específico a ser instalado em cada área e ser compatível com o sistema cirúrgico usado ou seja ser do mesmo fabricante. O guia cirúrgico deve estar estável na boca do paciente, a contenção com pinos deve ser sempre usada especialmente em casos totais. A ausência de um espaço interoclusal adequado, também traz complicações especialmente na região posterior, onde devemos ter em mente o uso de tubos guias com alturas diferenciadas. Em rebordos com altura e espessura excelentes, as diferenças

minimamente significantes foram observadas entre as cirurgias guiadas sem incisão e as convencionais. Mas em se tratando de rebordos finos, com menos de 7 mm, uma abordagem com retalho é mais apropriada pois não carrega os possíveis erros cumulativos do processo de uma cirurgia sem incisão, não correndo o risco de instalar o implante fora do rebordo. Implantes instalados superficialmente também constituem um problema, sendo necessária a visão direta do cirurgião para confirmar a profundidade de cada implante. Durante a instrumentação dos locais do implante são necessários o uso de irrigação externa, brocas novas e baixa velocidade de rotação para evitar o sobre aquecimento do osso. A prótese provisória ou definitiva pode ser fabricada a partir do planejamento virtual. Podemos assumir um erro de até 0,5 mm neste processo e até 1,5 mm no momento de instalação dos implantes. A taxa de sucesso para instalação de implantes guiados sem incisão varia de 89% a 92%. As falhas foram atribuídas a falta de estabilidade primária, pouca capacidade de irrigação durante a osteotomia e carregamento excessivo devido a contatos oclusais severos e bruxismo. Em conclusão a instalação de implantes guiados com carga imediata planejados pela TC provou ser um procedimento de sucesso, porém com limitações.

Eggers, Patellis e Mühling (2009) realizaram um estudo em manequins onde foi avaliado a precisão do planejamento e instalação de implantes assistido pelo computador. Sobre um manequim de mandíbula (modelo mestre), foram realizados os orifícios para as brocas piloto dos implantes que seriam instalados e obtidas as imagens tomográficas destas mandíbulas. Usando um sistema de planejamento, os implantes foram planejados na mesma posição da imagem dos orifícios gerados pelas brocas piloto. O guia tomográfico foi transformado em guia cirúrgico a partir do planejamento, fixando tubos de titânio para as brocas piloto. As perfurações foram realizadas em outros 10 manequins de mandíbula e comparados com o modelo mestre através de um braço digitalizador tridimensional. A média dos desvios dos orifícios no ápice foi de  $0,50 \pm 0,04$

mm, ao nível cervical foi de  $0,45 \pm 0,04$  mm e o desvio angular obteve uma média de  $2,7^\circ \pm 0,23^\circ$ . Estes resultados demonstraram que o uso destes guias cirúrgicos constituem um método altamente preciso e reproduzível.

Ferreira et al. (2009) avaliaram o desvio angular dos implantes na técnica de cirurgia guiada, utilizando os modelos de gesso como referência. Cinco pacientes foram selecionados. Após o planejamento reverso e a obtenção dos cortes tomográficos, utilizou-se o software Procera NobelGuide para posicionar os implantes virtualmente. Em seguida, os guias cirúrgicos obtidos foram conectadas as réplicas dos implantes para geração do modelo do planejamento virtual. Foram instalados implantes Brånemark NobelSpeedy (4 mm diâmetro x 11,5 mm-18 mm de comprimento). Após as cirurgias, uma moldagem foi realizada ao nível das plataformas dos implantes para obtenção dos modelos de trabalho para elaboração das próteses. Todas as próteses definitivas foram entregues até 12 horas após. Para a avaliação da precisão, foram comparados o modelo do planejamento virtual e o de trabalho através de uma máquina CMM (Tesa Micro-Hite 3D, Suíça) que mensurou a inclinação dos implantes nos planos X, Y e Z. O desvio angular médio registrado foi de  $0,82 \pm 0,71$  graus (faixa de 0-4,13 graus). Os valores obtidos estiveram dentro das médias descritas na literatura.

Horwitz, Zuabi e Machtei (2009) realizaram um estudo *in vitro* onde avaliaram a fidelidade do planejamento auxiliado por computador e a instalação dos implantes usando tomografias computadorizadas. Foram planejados 9 implantes para 6 modelos de resina, usando um *software* de planejamento. Cada modelo continha 3 implantes pré-existentes usados como controle (grupo C) para avaliação da discrepância pré-operatoria. Estes implantes receberam a conexão de pilares para fixação tanto do guia tomográfico como cirúrgico. Após a tomada tomográfica de cada modelo com o guia tomográfico confeccionado em acrílico, foram planejados e distribuídos igualmente 9

implantes (grupo E) pela maxila de resina. Os implantes preexistentes, foram identificados na tomografia e implantes virtuais foram sobre-posicionados. Estes guias tomográficos foram modificados em laboratório a partir dos dados do planejamento virtual, e transformados em guias cirúrgicos. Todos os 54 implantes foram consecutivamente fresados com os mesmos guias de broca da esquerda para direita, um modelo por vez. Dessa forma foi avaliado também o efeito do atrito das brocas sobre as anilhas, formando dois grupos. Grupo A, com os três primeiros modelos e grupo B com os 3 últimos modelos. Todos os modelos foram submetidos a uma tomografia computadorizada posteriormente a instalação dos implantes com os guias em posição, para que fosse realizada a comparação entre o planejamento virtual e os implantes posicionados. O desvio médio em profundidade entre os grupos E e C encontrado no ápice foi de  $0,49 \pm 0,36$  mm e  $0,32 \pm 0,21$  mm respectivamente. E o desvio radial foi de  $0,63 \pm 0,38$  mm e  $0,49 \pm 0,17$  mm respectivamente. A media de desvio angular entre os grupos E e C foi de  $2,17 \pm 1,06^{\circ}$  e  $1,33 \pm 0,69^{\circ}$ . Os parâmetros de desvio analisados para os grupos A e B mostraram que para o grupo A foram significativamente menores do que o grupo B. Estes dados sugeriram que o planejamento de implantes auxiliado pelo computador resulta em boa precisão e o uso sucessivo dos mesmos guias de broca reduzem a precisão do sistema.

Com a finalidade de analisar o diagnóstico, planejamento virtual e avaliar a indicação da cirurgia guiada sem incisão e carga imediata, Katsoulis, Pazera e Stern (2009) selecionaram 40 pacientes com maxila edentulas, que foram submetidos a exames tridimensionais e planejamento virtual de implantes resultando em dois planos de tratamento hipotéticos. Um para 4 implantes recebendo uma prótese overdenture retida por barra. Outra opção seriam 6 implantes recebendo uma prótese fixa parafusada. Para primeira opção foram selecionados 70% dos pacientes, que apresentaram altura e espessura óssea adequada. Pensando em cirurgia guiada sem retalho, 15% destes

pacientes apresentavam altura e espessura insuficientes, outros 15% exibiram uma combinação de osso suficiente e insuficiente. Na segunda opção, 30% dos pacientes apresentaram osso viável para 6 implantes, entretanto considerando a cirurgia guiada sem retalho; 18% mostraram osso insuficiente em altura e espessura e os demais apresentaram uma combinação de quantidade óssea. A indicação da cirurgia guiada sem retalho com ou sem carga imediata fica restrito a um número restrito de pacientes, embora a visão tridimensional da maxila permitiu a determinação da melhor posição e inclinação do implante, e a definição de soluções cirúrgicas e protéticas específicas para cada caso.

Misir et al. (2009) avaliaram em um estudo *in vitro* o calor gerado no osso por dois sistemas de brocas para instalação de implantes com e sem guias cirúrgicos. Foram utilizados osso femoral cortical bovino como amostras sendo a temperatura medida com um termômetro acoplado tipo K. Uma carga constante de 2 kg e velocidade de 1500 rpm foi aplicada por todo o procedimento através de um equipamento para perfuração. Foram avaliados dois sistemas diferentes de perfurações – Sistema A (com irrigação externa) e Sistema B (com irrigação externa e interna). As amostras foram divididas em 4 grupos. Sistema A grupo teste 1 incluindo 20 amostras com perfurações usando guias cirúrgicos; grupo controle 1 com 20 amostras com preparação clássica. Sistema B grupo teste 2 acompanhando 20 amostras com perfurações com guia cirúrgico; grupo controle 2 com perfurações clássicas. As mensurações da temperatura foram realizadas durante as perfurações com a última broca de cada sistema; 4,2 mm para o sistema A e 4,4 mm para o sistema B. Três termômetros foram inseridos verticalmente nos orifícios preparados na profundidade de 3, 6 e 9 mm. As médias máximas de temperatura nas respectivas profundidades usando guias cirúrgicos foram de 34,2°, 39,7°, e 39,8°C e sem o uso de guias foram de 28,8°, 30,7° e 31,1°C. Estes resultados mostraram uma diferença estatisticamente significativa demonstrando que do ponto de vista do

aquecimento, as perfurações realizadas com guias cirúrgicos geram maior calor do que o método clássico sem guias, independente do tipo de irrigação.

Ozan et al. (2009) avaliaram os desvios na posição e inclinação no planejamento e instalação dos implantes usando três diferentes tipos de suporte (dentes, osso e mucosa) para os guias cirúrgicos SLA. Cada paciente foi submetido a tomadas tomográficas com escaneamento duplo, uma tomografia das prótese existentes ou dos enceramentos de diagnóstico também foram obtidas. Em seguida os implantes foram planejados e os guias cirúrgicos SLA foram confeccionados para cada paciente. Após as cirurgias, uma nova tomografia computadorizada foi feita para comparar a localização e o eixo dos implantes após instalação. Para cada implante planejado e instalado, foram analisados dois pontos; o centro da porção mais coronal (cervical do implante) e outro no centro do ápice do implante e também o desvio angular. Um total de 110 implantes foram instalados em 30 pacientes sem complicações. Trinta implantes usaram os dentes como suporte para o guia cirúrgico, 50 utilizaram o osso e 30 usaram a mucosa. A média geral do desvio angular do longo eixo entre os implantes planejados e instalados foi de  $4,1^\circ \pm 2,3^\circ$ , a média do desvio foi de  $1,11 \pm 0,7\text{mm}$  na cervical e  $1,41 \pm 0,9$  no ápice dos implantes. Após a combinação das amostras o desvio angular dos implantes instalados tendo com suporte os dentes, osso e mucosa foram respectivamente  $2,91^\circ \pm 1,3^\circ$ ,  $4,63^\circ \pm 2,6^\circ$  e  $4,51^\circ \pm 2,1^\circ$ . A media dos desvios na cervical e ápice foi de  $0,87 \pm 0,4\text{mm}$  e  $0,95 \pm 0,6\text{mm}$  para suporte dental;  $1,28 \pm 0,9\text{mm}$  e  $1,57 \pm 0,9\text{mm}$  para suporte ósseo; e  $1,06 \pm 0,6\text{mm}$  e  $1,6 \pm 1\text{mm}$  para suporte mucoso. Concluindo os guias cirúrgicos SLA derivados de tomografias computadorizadas suportados tanto por dentes, osso ou mucosa provaram ser uma ferramenta precisa para instalação de implantes tanto com incisão ou cirurgias sem incisão.

Além da possibilidade do planejamento computadorizado de simular a instalação dos implantes e fabricar um guia prototipado preciso para realização de uma cirurgia menos invasiva, Oyama et al. (2009) realizaram um estudo onde confeccionaram a prótese do paciente com barra fresada metálica previamente o ato cirúrgico pela técnica reabilitadora de somente 4 implantes na maxila (*all on four*). Contudo afirmaram que ocorre uma desadaptação da prótese instalada imediatamente após a cirurgia e recomendam a confecção de uma prótese provisória para estes casos.

Schneider et al. (2009) elaboraram uma revisão sistemática da literatura levando em conta os registros de precisão e aplicação clínica da cirurgia assistida pelo computador com guias cirúrgicos prototipados. De 3120 estudos, foram selecionados 8 artigos para o critério de avaliação da precisão, e 10 artigos para o registro de performance clínica. A análise dos desvios destes estudos revelou um desvio médio na porção coronal dos implantes de 1,07 mm e no ápice de 1,63 mm. A complicação cirúrgica mais comum foi o acesso limitado em regiões posteriores e a desadaptação entre os pilares e a prótese instalada imediatamente após a cirurgia foi o problema protético de maior frequência. Nenhuma diferença significativa foi observada entre os estudos quanto ao método de obtenção, suporte e estabilização dos guias. O índice de sucesso dos implantes instalados pelo método guiado assistido pelo computador sem incisão e com carga imediata variou de 91 a 100% após um acompanhamento médio de 12 a 60 meses.

Valente, Schioli e Sbrenna (2009) instalaram 104 implantes em 25 pacientes desdentados parciais e totais em dois centros diferentes, onde todos os operadores eram treinados em cirurgias convencionais mas não em cirurgia guiada assistida pelo computador. Todos implantes foram instalados seguindo a técnica guiada planejada pelo computador resultando no guia cirúrgico prototipado. Após a cirurgia uma nova

tomografia foi realizada para cada arcada que possibilitou a comparação entre os implantes virtuais e os reais instalados. A taxa de sucesso dos implantes foi de 96% com um período médio de acompanhamento de 36 meses. A média do desvio lateral na porção coronal e apical dos implantes foi de 1,4 mm e 1,6 mm respectivamente. O desvio médio em profundidade mostrou 1,1 mm e o desvio angular foi de 7,9°. Estes valores não variaram entre os centros demonstrando, que a técnica não foi sensível a curva de aprendizado e não resultaram em complicações clínicas graves.

Berdougo et al. (2010) compararam a taxa de sobrevivência dos implantes instalados através do método guiado auxiliado pelo computador sem incisão (teste) e o método convencional com descolamento de retalho (controle). Este estudo retrospectivo avaliou 552 implantes que foram instalados em 169 pacientes que receberam reabilitações tanto parciais como totais. O grupo teste e controle contaram com 271 e 281 implantes respectivamente que foram acompanhados por um período de até 4 anos após a instalação das próteses definitivas. O índice de sucesso para o grupo testado foi de 96,3% e do grupo controle 98,57%. Estes resultados não mostraram diferença estatisticamente significativa e demonstraram que os implantes podem atravessar a mucosa alveolar sem interferir na osteointegração.

Nickenig et al. (2010) realizaram um estudo que avaliou as diferenças na fidelidade entre implantes instalados com guia cirúrgico obtidos a partir do planejamento virtual contrastando com o método convencional. Dez pacientes, receberam a instalação de um total de 23 implantes com superfície tratada, sendo instalados por um mesmo operador usando os dados de uma tomografia computadorizada cone-beam para o planejamento virtual e confecção dos guias cirúrgicos. Todos pacientes possuíam um espaço unilateral na mandíbula sem a necessidade de enxertos. O método convencional foi realizado através da implantação manual em modelos anatômicos radiopacos obtidos

dos mesmos 10 pacientes que receberam as instalações reais. Os implantes foram instalados na posição cirúrgica protética ideal. Conseqüentemente uma tomografia computadorizada *cone-beam* foi realizada de cada modelo com as réplicas dos implantes e prótese definitiva juntamente com a posição exata do guia. Estas leituras pós-operatorias foram sobrepostas sobre as leituras pre-operatorias do planejamento virtual, porque em ambas imagens do mesmo guia, três marcações foram detectadas por um programa específico. Os parâmetros de medição entre as posições planejadas e atingidas, foram a distancia do ápice, da base e divergência no eixo dos implantes. A execução da instalação dos implantes foi feita sem retalho, sendo concluídos com sucesso. Baseados na avaliação da posição e angulação dos implantes, foi sugerido que a precisão de instalação com um guia cirúrgico obtido após o planejamento virtual proveniente de tomografias computadorizadas *cone-beam* é alta e significativamente mais precisa que a instalação convencional. Quando for realizado uma pesquisa clinica, a redução do estresse e eventos nocivos para o paciente como a radiação deveriam ser evitados. O protocolo demonstrado permitiu a comparação de situações clinicas com situações *in vitro* evitando a exposição desnecessária de radiação para obtenção dos dados científicos.

Nickenig e Eitner (2010) descreveram um novo método de avaliação da precisão de instalação dos implantes planejados virtualmente a partir de tomografias computadorizadas. Foram selecionados 10 pacientes desdentados parciais unilateral na mandíbula que receberam 23 implantes instalados sem incisão. Uma prótese de estudo foi confeccionada e duplicada em resina radiopaca servindo como guia tomográfico. Após o planejamento tridimensional dos implantes, o guia tomográfico foi transformado em guia cirúrgico com a adaptação de tubos guias para a passagem das fresas. Logo após instalação dos implantes com o uso dos guias tomográficos/cirúrgicos, foi obtido o modelo de gesso com as replicas dos implantes de cada paciente. Neste modelo mestre

uma nova tomografia computadorizada *cone-beam* foi executada e suas imagens foram combinadas e comparadas com as imagens da tomografia pré-operatória para análise dos desvios de posição e angular. O desvio médio angular entre os implantes planejados e instalados foi de 4,2°. A discrepância na porção coronal foi de 0,9 mm e para o ápice foi de 0,6 mm no deslocamento lateral e 0,9 mm para o deslocamento antero/posterior. Este método de avaliação promoveu uma avaliação confiável da precisão de instalação dos implantes e com redução da exposição do paciente a radiação.

Rousseau (2010) realizou um estudo retrospectivo comparativo onde comparou a cirurgia de instalação de implantes sem incisão com o método tradicional com incisão, registrando como critério de sucesso a ausência de mobilidade, dor, radiolucidez e infecção. Alterações secundárias como nível ósseo e a segurança no procedimento também foram avaliados. O primeiro acompanhamento foi feito 2 a 3 meses após a cirurgia e sempre foi antes de exercer carga sobre o implante, e o segundo acompanhamento ocorreu 2 anos após. Ao todo 218 pacientes receberam 377 implantes. A cirurgia sem incisão foi aplicada em 174 implantes (46%) e 121 pacientes e o método tradicional com incisão foi aplicado em 203 implantes (54%) para 98 pacientes. A taxa de sucesso obtida para o grupo sem incisão foi de 98,3% e para com incisão foi de 98,5% não sendo essa diferença estatisticamente significativa. Mobilidade e radiolucidez foram parâmetros ausentes em ambos os grupos. Dor foi relatada por um paciente do grupo sem incisão e 2 do grupo com incisão não havendo diferença significativa. Alterações no nível ósseo foram mais pronunciadas no grupo sem incisão do que com incisão. Concluindo os pacientes eleitos para cirurgia sem incisão foram beneficiados com um esforço menor, sem afetar as altas taxas de sucesso das cirurgias de instalação de implantes. O acesso sem incisão mostrou ser previsível desde que a seleção do paciente e técnica cirúrgica sejam apropriados, dependendo da quantidade e, acima de tudo, da morfologia do osso e da anatomia dos tecidos moles.

Arisan, Karabuda e Özdemir (2010a) realizaram um estudo onde investigaram e compararam os resultados cirúrgicos e pós-operatórios da cirurgia guiada e planejada pelo computador com a técnica padrão com incisão. A amostra consistiu de 52 pacientes, os que concordaram com a procedimento da cirurgia guiada foram submetidos a tomografia computadorizada *cone-beam*, para execução do planejamento virtual dos implantes a partir do planejamento reverso. Pacientes com espessura óssea maior que 4 mm e mucosa ceratinizada adequada foram operados com o guia cirúrgico com suporte mucoso sendo o grupo sem incisão. Com uma espessura menor de 4 mm, o guia foi suportado sobre o osso (GSO). E os pacientes remanescentes foram operados pela técnica convencional sendo o grupo controle. Foram confeccionados 31 guias sendo 16 para suporte ósseo e 15 para suporte mucoso conforme o princípio da prototipagem rápida. Um total de 341 implantes foram instalados em 30 maxilas e 24 mandíbulas. O torque de inserção dos implantes ficou entre 25 e 40 N/cm. O tempo de duração da cirurgia guiada sem incisão foi significativamente menor em comparação a cirurgia guiada com suporte ósseo e o grupo controle que não apresentaram diferença estatisticamente significante entre eles para o tempo de cirurgia. O mesmo aconteceu para os resultados da intensidade de dor e consumo de analgésicos. Nenhum paciente mostrou um edema severo, sendo que não houve uma diferença estatisticamente significativa. Foram perdidos 8 implantes; 3 (2,12%), 2 (1,98%) e 3 (3,03%) respectivamente no grupo controle, guia com suporte ósseo e guia sem incisão. A taxa de sucesso global foi de 97,66%. O guia cirúrgico usado com suporte mucoso para cirurgias sem incisão ajudou a reduzir o tempo operatório, a intensidade da dor e o consumo de analgésicos no pós-operatório como também de produzir uma prótese provisória fiel previamente a instalação dos implantes.

Fitzgerald et al. (2010) instalaram 13 implantes em 9 cadáveres com a finalidade de avaliar a precisão da sistema *NobelGuide* e a estimativa de volume ósseo na cirurgia.

Um modelo de gesso foi gerado e modificado representando o contorno ósseo do local dos implantes. Uma moldagem pós-operatória foi obtida para ser comparada com o modelo do planejamento que foi utilizado para confecção dos guias. Para cada implante foi elevado um retalho para inspeção da região quanto a presença de fenestrações, exposição de roscas ou deiscências. Um instrumento medidor de coordenadas foi utilizado para obtenção das informações quanto a posição e angulação de cada implante posicionado nos modelos do planejamento e instalados nos modelos pós-cirúrgicos para comparação e análise. A discrepância linear média tridimensional foi de 0,48 mm e o desvio angular foi de 2,88°. Uma espessura óssea maior que 5 mm mostrou ser um valor de diagnóstico suficiente para instalação dos implantes. Após o descolamento do retalho, 4 amostras mostraram roscas expostas e deiscências ou fenestrações, vistas em locais com volume ósseo insuficiente, menor que 5 mm, mas sem comprometimento da precisão do sistema. Estes resultados estão dentro dos limites aceitáveis da técnica descrita na literatura e de acordo com os autores, ela pode ser empregada em situações com pouco volume ósseo, sendo recomendado a execução de um retalho mucoperiosteal.

Kero et al. (2010) desenvolveram um novo método para apresentar possíveis resultados previsíveis das cirurgias guiadas com guias prototipados obtidos por CAD/CAM. Com a ajuda de um *software* simulador de variações virtuais (RD&T; RD&T Technology AB), 17 planejamentos virtuais foram usados para simulação de variações virtuais em 17 cadavers humanos que receberam a instalação de um total de 145 implantes. Para cada cirurgia foram realizadas 10.000 cirurgia virtuais, resultando em 1.450.000 implantes posicionados. Medidas críticas foram definidas para o ápice de cada implante e no centro da plataforma do hexágono. A simulação usada incluiu o cálculo de desvios esperados em dimensões críticas bem como visualização do osso virtual, guias cirúrgicos, pinos de ancoragem e implantes. Os resultados do simulador de variações virtuais foram estatisticamente comparados com os resultados das cirurgias reais. A

média das variações de simulação comparada com a média dos desvios nas cirurgias reais na maxila foi de 2,96 mm para o ápice e 0,44 mm para a plataforma do hexágono, e 2,33 mm no ápice e 0,26 mm para o hexágono na mandíbula. A variação geométrica definitiva dos implantes não é estática, depende da anatomia individual dos arcos e da habilidade de adaptar o guia cirúrgico prototipado na posição apropriada.

Nissan et al. (2010) avaliaram a precisão de um sistema de instalação de implantes auxiliado por computador que posicionava os implantes com um instrumento laboratorial. Foi utilizada uma mandíbula de carneiro com 30 mm de espaço entre os dentes anteriores e posteriores de ambos os lados. O tecido de revestimento da mandíbula foi delicadamente removido na região edêntula de cada lado e posteriormente foi feita a moldagem desta mandíbula. Sobre o modelo foi confeccionado um guia tomográfico/cirúrgico sendo utilizado junto no momento da tomada tomográfica. Após o planejamento virtual, os dados foram enviados a um instrumento posicionador de implantes calibrado, que posicionou 8 anilhas (4 de cada lado) com 5 mm de altura e espessura de 2 mm e 2,8 mm. Após a instalação foi realizada uma nova tomografia que comparou o planejamento com a instalação real. As discrepâncias foram avaliadas no sentido vertical e horizontal na porção coronal, mediana e no ápice dos implantes. O desvio vertical médio foi de 0,168 mm e significativamente menor que o horizontal de 1,148 mm. Na porção mediana do implante a média vertical foi de 0,17 mm e horizontal 0,99 mm. Na porção coronal, a média vertical de 0,12 mm e horizontal 1,04 mm e no ápice, a média vertical foi de 0,22 mm e horizontal 1,41 mm. Estes resultados sugeriram que este instrumento de posicionamento dos implantes foi confiável e até melhor do que os demais sistemas guiados.

Com a finalidade de analisar os resultados clínicos e radiográficos dos implantes instalados na maxila posterior Van de Velde, Sennerby e Bruyn (2010) comparam a

cirurgia guiada sem incisão com carga imediata com a protocolo convencional de um estágio cirúrgico sem carga imediata. Um total de 13 pacientes com extremo livre bilateral na maxila receberam 70 implantes *Straumann SLA TE*. Um estudo prévio das montagens de diagnóstico levaram a confecção dos guias tomográficos de sulfato de bário. Em seguida foram realizadas as tomografias computadorizadas e o planejamento virtual foi executado no software SimPlant 9.0. De modo randomizado 2 ou 3 implantes foram instalados em ambos lados da maxila. Em um lado foram instalados os implantes pela técnica guiada sem incisão com o uso de guia cirúrgico obtido por estereolitografia, sendo em seguida instalados as coroas provisórias. O outro lado foi executado do modo convencional com o descolamento de retalho, e instalação de cicatrizadores sobre os implantes. Após seis semanas, foram parafusadas as próteses provisórias. Seis meses depois da cirurgia todos pacientes receberam as próteses definitivas em ambos os lados. O período de acompanhamento foi de 6 semanas, 3, 6, 12 e 18 meses. Dos 70 implantes instalados, 36 foram sem incisão e carga imediata e 34 foram do modo convencional. Somente um implante falhou do grupo da carga imediata devido a fratura de um provisório esplintado onde o implante mais distal sofreu sobrecarga. O insucesso para o lado sem incisão foi de 2,7%(1) e para o método convencional foi de 0%. O nível ósseo marginal não mostrou diferença estatisticamente significativa entre o grupo sem incisão  $1,95 \pm 0,7$  mm e grupo com incisão  $1,93 \pm 0,42$  mm. A mucosa ceratinizada mostrou uma alteração significativa na altura no lado com incisão no período de 1 a 6 semanas em relação ao lado sem incisão. Uma semana após a cirurgia diferenças significativas foram encontrados entre os lados operados quanto a fala, função, estética e confiabilidade. Sendo que estas dificuldades foram superadas após 6 semanas quando os pacientes receberam as próteses provisórias sobre os implantes executados pelo método convencional. Observada esta elevada taxa de sucesso, foi concluído que o protocolo cirúrgico sem incisão com carga imediata apresenta resultados clínicos e radiográficos

semelhantes ao método convencional, mostrando um edema menor e do ponto de vista do paciente, não altera significativamente a percepção de satisfação do tratamento.

Pettersson et al. (2010) realizaram uma comparação entre a posição dos implantes virtualmente planejados com a posição dos implantes reais instalados com guias cirúrgicos obtidos por CAD/CAM em mandíbulas e maxilas de cadáveres. Foi confeccionado um guia tomográfico para cada cadáver que foi submetido a tomada tomográfica por duplo escaneamento. O planejamento dos implantes foi realizado pelo *software ProCera Clinical Design* (Nobel Biocare AB, Gotenborg, Suíça) para confecção do guia prototipado para o sistema NobelGuide (Nobel Biocare AB, Gotenborg, Suíça). Foram instalados 145 implantes em 10 maxilas e 7 mandíbulas completamente edêntulas. Um desvio linear médio de 1,25 mm foi encontrado para o ápice e 1,06 mm para a porção cervical e o desvio angular foi de 2,64°. Em conclusão foi observado uma diferença estatisticamente significativa entre a maxila e mandíbula.

Van Assche et al. (2010) realizaram um estudo clínico avaliando a precisão da instalação de implantes auxiliados pelo computador em casos de edêntulos parciais baseado em tomografias computadorizadas *cone-beam*. Ao todo 8 pacientes receberam 21 implantes TiUnite® (Nobel Biocare AB). Um guia tomográfico foi preparado a partir de um enceramento contendo todas as informações da futura restauração protética de cada região. O guia cobriu a superfície oclusal de até 3 dentes e estendeu-se pela gengiva do espaço edêntulo contendo no mínimo 6 pequenas marcações de guta percha que servem para sobreposição exata das imagens. Em seguida foram feitas as TC de cada paciente com seus respectivos guias e depois somente dos guias. Os implantes foram planejados na posição mais adequada respeitando o osso e a necessidade protética. Deste planejamento foi obtido o guia cirúrgico prototipado. Este guia foi então posicionado na boca no momento da cirurgia e fixado com pinos específicos para manter a estabilidade

durante a osteotomia e instalação dos implantes que receberam cicatrizadores ou próteses provisórias Procera® (Nobel Biocare AB). Três a 6 meses após a instalação dos implantes as prótese definitivas foram instaladas. Dois anos após uma nova TC cone-beam foi feita para checar a posição dos implantes. As imagens do pós-operatório foram geometricamente alinhadas e combinados com as imagens pré-operatórias usando o software Procera para determinar os desvios em 3D. As discrepâncias entre a posição planejada e a posição atual do implante foram de 2,2° (variação de 0,5 – 3,9), 0,6 mm (variação de 0,1 – 1,4) na cervical do implante e 0,9mm (variação 0,2 – 1,8) no ápice. A máxima variação do desvio angular de diferentes implantes em um mesmo paciente foi de 2,2°.

Barros et al. (2010) verificaram a precisão da técnica de cirurgia guiada e sem retalho, comparando os desvios angulares e lineares dos implantes cone-morse antes e depois da cirurgia. Foram selecionados 5 pacientes com maxilas totalmente edêntulas. Após o planejamento reverso, duplicação e confecção do guia tomográfico com as demarcações radiopacas necessárias, foram obtidas as tomografias computadorizadas cone-beam com o escaneamento duplo (paciente com o guia e somente do guia). Os arquivos Dicom foram convertidos e inseridos no *software* Dental Slice (Bioparts), para o planejamento e posicionamento dos implantes no sistema NeoGuide. O guia prototipado foi obtido a partir do planejamento virtual. Após a fase cirúrgica novas tomografias foram obtidas para a sobreposição dos implantes virtuais e instalados. O desvio angular médio foi de  $2,033 \pm 0,782^\circ$ ; a diferença linear na posição da plataforma, terço médio e apical foi  $1,082 \pm 0,907$  mm,  $1,599 \pm 1,22$  mm e  $2,542 \pm 2,047$  mm, respectivamente, demonstrando que esta técnica mostrou-se segura e precisa .

Chen et al. (2010) combinaram as imagens da tomografia computadorizada com o escaneamento tridimensional a laser do modelo de gesso para criação do planejamento

virtual e confecção do guia cirúrgico por estereolitografia. Este escaneamento do modelo garantiu uma precisão maior da anatomia dos dentes e sem a presença de artefato. Quatro pacientes desdentados parciais participaram do estudo, sendo que dois receberam guias cirúrgicos pela combinação do escaneamento a laser e tomografias e outros dois obtiveram os guias a partir do planejamento somente com as tomografias computadorizadas. Foram instalados 4 implantes em cada paciente sendo que após a instalação de todos implantes, foram avaliadas as discrepâncias entre o ambiente virtual e real. A tecnologia de escaneamento dos modelos de gesso trouxe uma maior precisão de estabilização dos guias sobre os dentes adjacentes. Os resultados mostraram um desvio na porção coronal e apical de 0,91 mm (0,4 a 1,6 mm) e 1,15 mm (0,4 a 1,7 mm) respectivamente e um desvio angular de  $2,31^{\circ}$  ( $0,9^{\circ}$  a  $3,6^{\circ}$ ) para os guias convencionais. Entretanto estes valores foram menores quando foram usados guias obtidos do escaneamento a laser sendo que as discrepâncias na porção coronal dos implantes foi de 0,66 mm (0,3 a 1,2 mm) e 0,86 mm (0,4 a 1,2 mm) para porção apical. O desvio angular foi de  $1,84^{\circ}$  (0,6 a  $2,8^{\circ}$ ). Estes resultados sugeriram que este método de obtenção de guias foi superior aos guias convencionais registrados na literatura.

Nikzad e Azari (2010) realizaram um estudo prospectivo de 12 meses onde avaliaram a instalação de implantes sem incisão através do auxílio do computador e tomográficas computadorizadas em casos de edentulismo parcial. Participaram do estudo 16 pacientes parcialmente edêntulos na mandíbula, que receberam 57 implantes, onde somente 2 foram perdidos 4 semanas após a instalação em um paciente. Os demais estavam estáveis e funcionais. A média do valor da dor verificada foi de 35 pontos depois de 2 dias e 10 pontos em uma semana após a cirurgia. Bruxismo foi verificado somente em um paciente após 3 meses e a média de perda óssea com um ano de pós-operatório foi de 0,6 mm na mesial e 0,5 mm na distal. Analisando estes resultados foi concluído que o planejamento tridimensional dos implantes, com guias cirúrgicos especialmente

projetados para cirurgias sem incisão em casos parcialmente edêntulos, foi uma opção de tratamento confiável.

Segundo Scotti et al. (2010) o sistema CAD/CAM representa um valioso instrumento de diagnóstico que reduz ou evita as cirurgias reconstrutivas previamente a instalação de implantes na maxila e mandíbula atrofica. Neste estudo foram selecionados 20 pacientes que necessitavam de cirurgias de aumento ósseo. A execução dos planejamentos ocorreu da forma manual com tomografias computadorizadas e da forma guiada assistida pelo computador. O método do planejamento virtual (NobelGuide) reduziu significativamente a necessidade de procedimentos de enxertos ósseos prévios a instalação dos implantes.

Viegas et al. (2010) afirmaram que a transferência da posição dos implantes determinados durante o planejamento virtual para o campo cirúrgico realizado em cirurgias simuladas com protótipos revelou que a técnica de cirurgia guiada é confiável. Para isso foram confeccionadas 11 réplicas de resina epóxi de uma mandíbula humana. Para cada mandíbula, foram realizadas todos os estágios preparatórios para cirurgia guiada e foram produzidos um guia cirúrgico e um biomodelo usando estereolitografia. Os implantes foram instalados inicialmente nos biomodelos, em seguida o guia cirúrgico foi removido e houve a instalação dos implantes na replica de epóxi. Todos implantes foram planejados na mesma posição sendo um planejado na porção central da mandíbula do lado esquerdo e o outro posicionado apicalmente no lado direito. Após a cirurgia foram realizadas novas tomografias computadorizadas para avaliar as discrepâncias entre o implante real e virtual. Uma verificação real foi feita por mensurações lineares diretamente sobre os biomodelos e as replicas de epoxi. Estes foram seccionados, o que promoveu uma análise do leito de cada implante. As variações quanto ao angulo e distancias entre a porção coronal, central e apical dos 22 implantes mostraram valores

médios menores que  $1,45^{\circ}$  e 0,41 mm. A verificação real dos modelos mostrou uma correlação média muito boa. Estas variações confirmaram a validade da técnica da cirurgia guiada.

Widmann et al. (2010) realizaram um estudo em cadáveres humanos com a finalidade de avaliar os procedimentos técnicos e a precisão do conceito da cirurgia sem retalho em maxilares edêntulos usando 3 pontos fixos de referência para o registro de mordida e o consecutivo guia tomográfico. Com base neste guia foi confeccionado o guia cirúrgico que foi fixado nos maxilares dos cadáveres com parafusos de fixação para instalação dos implantes. Uma tomografia computadorizada pós-cirúrgica foi realizada avaliando as discrepâncias na posição coronal e apical dos implantes. Em 5 maxilas e 3 mandíbulas de cadáveres foram instalados 51 implantes, sendo 35 na maxila e 16 na mandíbula. A média de erro na fusão das imagens do pós-cirúrgico para o planejamento inicial foi de  $0,15 \pm 0,02$  mm onde o pior resultado foi  $0,19 \pm 0,01$  mm. A média total de erro para porção coronal do implante foi de  $1,1 \pm 0,6$  mm e  $1,2 \pm 0,7$  mm no ápice do implante. A média de erro lateral foi  $0,7 \pm 0,5$  mm na base e  $0,9 \pm 0,7$  mm no ápice. A média de erro angular foi  $2,8 \pm 2,2^{\circ}$ . Com base nestes dados foi concluído que guias cirúrgicos suportados por pontos de referência fixos podem proporcionar a instalação de implantes sem incisão em maxilares edêntulos com uma precisão semelhante como as relatadas para o suporte dentário.

As tomografias computadorizadas permitem a realização do diagnóstico e planejamento, mas a transferência destas informações para o campo cirúrgico se torna possível através do uso de guias prototipados. Diante disto Arisan, Karabuda e Özdemir (2010b) analisaram a precisão de dois sistemas de guias nos diferentes tipos de suporte (ósseo, dentes e mucosa). Cinquenta e quatro pacientes receberam 294 implantes. Para cada paciente foi desenvolvido um guia tomográfico radiopaco que representava o

resultado final da reabilitação. Todos pacientes foram submetidos a duas tomografias *cone-beam*: uma para o planejamento virtual da melhor posição do implante de acordo com a prótese e outra após a cirurgia. Estas imagens foram combinadas com o auxílio de um programa especial de processamento de imagens. Foram estudados dois sistemas comerciais de guias suportados por osso, dentes e mucosa. No sistema I, apresentavam anilhas fixas e no sistema II um kit especial de brocas com a conexão de anilhas variáveis conduziram a osteotomia. Ambos os guias foram obtidos pela prototipagem rápida a partir do princípio da estereolitografia. Um total de 60 guias cirúrgicos foram usados para instalar 145 implantes cilíndricos e 149 cônicos. O sistema I teve 10 guias para suporte ósseo, 10 para dentes e 8 com suporte mucoso; o sistema II foi 10 ósseo, 11 dentes e 11 mucosa. Após o processamento das imagens, foram avaliados o desvio angular e linear na cervical e no ápice dos implantes. O maior desvio médio foi observado nos implantes instalados com guias usando suporte ósseo ( $5,0^\circ \pm 1,66^\circ$  angular e  $1,70 \pm 0,52$  mm e  $1,99 \pm 0,64$  mm para cervical e ápice do implante respectivamente) sendo que a diferença entre os sistemas não foi significativa. Para o suporte dental houve uma diferença estatisticamente significativa. A menor discrepância angular e linear ( $2,9^\circ \pm 0,39^\circ$  angular, e  $0,7 \pm 0,13$  mm e  $0,76 \pm 0,15$  mm para cervical e ápice do implante) foi observada no sistema II com suporte mucoso. Os guias para instalação de implantes unitários tiveram um desvio significativamente menor do que para instalação de implantes múltiplos. Não houve diferença estatisticamente significativa no desvio entre os tipos de implantes ou entre a maxila e a mandíbula. Conforme os resultados foi concluído que, o planejamento virtual e o guia cirúrgico oriundo das imagens tomográficas podem ajudar na instalação dos implantes e a fixação rígida do guia incorporado de conexões metálicas e usando um kit especial de brocas podem diminuir as discrepâncias entre o planejamento e o resultado final.

Muitos estudos sobre cirurgia guiada conduzem a uma valorização do planejamento reverso para o posicionamento e angulação dos implantes conforme a posição estabelecida pela prótese. Todavia, alguns tópicos devem ser elucidados, principalmente a respeito das vantagens e limitações da cirurgia sem incisão. Com este propósito Almeida et al. (2010) realizaram uma revisão crítica da literatura sobre a cirurgia guiada pelo computador em implantodontia selecionando artigos do período de 2002 a 2010 contendo 12 avaliações clínicas, 11 relatos de casos clínicos, 6 descrições de técnicas, 4 revisões de literatura e um estudo laboratorial. No final deste estudo foi concluído que a cirurgia guiada representa uma excelente alternativa de tratamento para pacientes com quantidade e qualidade óssea satisfatória e tem uma indicação precisa para arcos total ou parcialmente edentulos tanto na maxila como mandíbula. O software Procera Nobel Guide (Nobel Biocare) foi o sistema mais comumente usado nos artigos estudados. Para casos com reabsorção óssea severa, a cirurgia guiada é otimizada pelo planejamento virtual, mas o acesso com retalho é recomendado, sendo que o planejamento é essencial para instalação dos implantes independente da técnica cirúrgica. E para o sucesso da prótese confeccionada previamente a cirurgia depende de uma precisão de todos passos clínicos e laboratoriais do planejamento virtual.

Meloni et al. (2010) avaliaram os resultados clínicos de 15 pacientes totalmente edentulos na maxila, que foram tratados com implantes instalados segundo a técnica de cirurgia assistida por computador. Foram realizadas duas tomografias, uma do paciente usando o guia tomográfico, e a outra somente do guia tomográfico. Após o planejamento virtual e aquisição dos guias cirúrgicos prototipados, foram instalados 90 implantes e todos receberam carga imediata através de próteses provisórias em acrílico. Aos 18 meses de acompanhamento, 2 pacientes perderam um implante cada e todos os pacientes perderam cerca de 1,6 mm de osso marginal ao redor dos implantes e o índice

de satisfação foi considerado muito alto. O planejamento cirúrgico computadorizado promoveu um resultado confiável com altas taxas de sucesso.

Molinari (2010) afirmou que é possível efetuar um planejamento virtual no *software* DentalSlice, e através de um guia prototipado, instalar os implantes numa posição muito próxima do planejado, o que ofereceu segurança, rapidez, conforto ao paciente e previsibilidade cirúrgica e protética. Para isso realizou uma comparação entre a posição virtual e a real dos implantes instalados cirúrgicamente através de um guia prototipado. Foram instalados 76 implantes em doze indivíduos edentulos totais, onde sete casos foram em maxila e seis casos em mandíbula. Todos os pacientes se submeteram a uma tomografia computadorizada com um guia tomográfico para a realização de um planejamento virtual para a obtenção de um guia cirúrgico onde os implantes foram orientados durante a instalação. Uma segunda tomografia foi realizada após a cirurgia, e as imagens pré e pós-cirúrgicas foram comparadas avaliando a variação angular, posição cervical, central e apical dos implantes. Os resultados revelaram uma média de desvio angular de  $2.01^{\circ} \pm 0.86^{\circ}$ , desvio cervical de  $1.35 \pm 0.72\text{mm}$ , desvio central de  $1.42 \pm 0.81\text{mm}$ , e desvio apical de  $1.73 \pm 1.04\text{mm}$ . Não houve diferença estatística (*t-student*) entre a posição virtual e a real ( $p < 0,005$ ).

Puig (2010) realizou um estudo retrospectivo sobre o protocolo de carga imediata parafusado sobre 4 a 6 implantes obtidos através de um planejamento tridimensional e cirurgia guiada sem incisão. Trinta pacientes receberam 195 implantes com carga imediata com o torque mínimo de 35 Ncm. As próteses provisórias estavam prontas previamente a cirurgia e foram instalados na mesma sessão dos implantes. As próteses definitivas foram finalizadas em 6 a 12 meses após a cirurgia. Dos 195 implantes, somente 4 falharam revelando uma taxa de sucesso de 98% ( 98,5% maxila e 97% mandíbula). Em 3 casos, os guias fraturaram no momento da cirurgia e um caso foi

necessário uma nova moldagem para adaptação do provisório acrílico imediato. O planejamento auxiliado por computador juntamente com a cirurgia sem incisão mostrou-se um técnica viável, com algumas complicações que foram solucionados com sucesso.

Balshi, Wolfinger e Balshi (2011) descreveram um protocolo clínico para mandíbula, que permitiu um planejamento prévio da alveoloplastia, instalação dos implantes na profundidade desejada e entrega de uma prótese parafusada imediatamente após o procedimento cirurgico. O objetivo foi de criar dois guias, um para instalação dos implantes com as anilhas e pinos de retenção e outro guia somente para delimitar a quantidade de osteotomia necessária com a localização dos pinos de retenção exatamente na mesma posição do primeiro guia. A precisão do planejamento virtual foi diretamente proporcional ao intimo contato da prótese removível no momento do escaneamento tomográfico.

Casap, Laviv e Wexler (2011) realizaram a tomada tomográfica de 10 modelos de mandíbulas para o planejamento de 3 implantes (2 pre-molares e 1 molar) de cada lado. Juntamente com o planejamento dos implantes, um guia para broca de 2 mm e outro para broca de 3 mm de espessura foram planejados totalizando 120 amostras. Em cada passo, foram inseridos pinos paralelos, e uma ferramenta metálica para medição com os orifícios previamente planejados de diâmetros incrementais sobre os pinos para avaliar a precisão de assentamento após o uso da broca de 2 mm e 3 mm. Inicialmente foram feitos os orifícios de 2 mm e posicionados os pinos de 2 mm para posterior checagem. Em seguida foram feitos os orifícios de 3 mm de espessura com respectivo pino de 3 mm para verificação da adaptação da ferramenta de metal para medição. Um sucesso completo foi obtido com a adaptação dos três pinos de 3 mm, com ferramentas tendo um vão de 0,5 ou 1 mm, e em combinação de pares de 2 pinos de 2 ou 3 mm de diâmetro no vão de 0,5 mm ou mais. Comparando todos os 3 pinos considerando os

pinos de 2 mm houve um sucesso de 80% em um vão de 0,25 mm e 95% para um vão de 0,5 mm. Em relação aos pinos de 3 mm de diâmetro uma taxa de 60% foi observada para um vão de 0 mm e 95% para um vão de 0,25 mm. Estes resultados demonstraram que foi possível planejar o número de implantes, sua localização e também planejar uma estrutura de metal pré-fabricada possibilitando a carga imediata.

Komiyama et al. (2011) avaliaram os desvios de posição entre os análogos dos implantes obtidos no modelo de gesso a partir do guia cirúrgico prototipado antes da cirurgia e os análogos do modelo de gesso pós cirúrgico de cada paciente moldados com mais de um ano de acompanhamento. Um total de 139 implantes foram instalados em 25 maxilares edentulos. No momento em que o guia cirúrgico prototipado foi concluído, a partir do planejamento virtual, que contém todas informações para fabricação de um modelo mestre, os análogos foram montados sobre as anilhas com a ajuda de posicionadores. Os desvios foram analisados ao nível do hexágono e no ápice através de um instrumento de medição por escaneamento. A média geométrica para os desvios no ápice foi de 0,59 mm na maxila e 0,4 mm na mandíbula. No hexágono, foi de 0,59 mm na maxila e 0,39 para mandíbula. Este método visou substituir uma nova tomografia, visando eliminar o fator movimento do paciente que pode alterar os resultados, bem como reduzir a exposição a radiação.

Com a finalidade de avaliar a condição dos tecidos moles e as alterações do osso marginal ao redor dos implantes um ano após a instalação sem incisão, Jeong et al. (2011) reuniram 241 pacientes que receberam um total de 432 implantes com plataforma cone *Morse* sem incisão. O tecido mole correspondente ao local de cada implante foi removido com um *punch* circular. A espessura de tecido mole foi medida antes das perfurações com uma sonda periodontal. Após 3 a 4 meses de reparo, todos implantes receberam a reabilitação protética. Todos implantes foram avaliados clinicamente 12

meses após a instalação, analisando a profundidade a sondagem, índice gengival, presença de sangramento a sondagem ao redor de cada implante. Nenhum implante foi perdido durante o período de acompanhamento. A profundidade de sondagem média foi de 2,1 mm e a média de sangramento a sondagem foi 0,1. O valor médio do índice gengival foi de 0,1, e a média perda do osso marginal foi de 0,3 mm. Dez implantes exibiram uma perda óssea maior que 1 mm, entretanto 125 implantes não mostraram perda óssea. Estes resultados demonstraram que a cirurgia sem incisão é um procedimento previsível com a vantagem de preservar a crista óssea e saúde gengival ao redor dos implantes.

Luiz (2011) afirmou a partir de um estudo prospectivo longitudinal, que a ocorrência dos desvios da posição real e virtual dos implantes não influencia clinicamente na posição ideal do implante para um resultado protético favorável, indicando confiabilidade da técnica de cirurgia guiada em reabilitação unitária. Este estudo foi elaborado seguindo a técnica de cirurgia guiada sem retalho, utilizando guia cirúrgico prototipado dento-suportado, em pacientes que necessitavam de reabilitação unitária. A amostra foi constituída de oito pacientes, nos quais foram instalados 11 implantes cilíndricos com interface cone Morse por meio da técnica de cirurgia guiada sem retalho. Os pacientes foram submetidos a um escaneamento duplo por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (tomografia do paciente com o guia tomográfico e apenas do guia) e as imagens segmentadas e inseridas em *software* de planejamento. Ao término da “cirurgia virtual”, os dados foram encaminhados para confecção do guia cirúrgico prototipado. Após a cirurgia, foram realizadas as tomografias pós-operatórias cujos dados permitiram o estudo da sobreposição dos implantes com os do planejamento pré-operatório, por meio de um *software* específico. Radiografias intrabucais digitais padronizadas, realizadas no pós-operatório inicial e em sete meses, foram utilizadas para mensuração de ganho ósseo e perda óssea dos implantes. Os resultados mostraram

uma média de desvio angular para os 11 implantes de  $2,54^\circ \pm 0,71^\circ$ . Desvio coronal de  $1,37 \text{ mm} \pm 0,77 \text{ mm}$  e apical de  $2,13 \text{ mm} \pm 1,32 \text{ mm}$ . O acompanhamento clínico-radiográfico, de sete meses, não demonstrou alterações nos implantes e nas próteses e a inflamação e mobilidade dos implantes foram ausentes. Observou-se uma média de perda óssea de  $0,66 \text{ mm}$  e uma taxa de sucesso de 100% aos 7 meses de acompanhamento.

Nokar et al. (2011) compararam a precisão de guias cirúrgicos obtidos pelo sistema CAD/CAM com os guias convencionais. Foi obtida uma tomografia computadorizada de uma mandíbula de epóxi e foi simulado seu modelo tridimensional. Foram confeccionados 16 protótipos rápidos por estereolitografia e divididos em 2 grupos. No primeiro grupo, foi fabricado um guia radiográfico e posicionado no modelo durante a leitura tomográfica e então foi modificado conforme o planejamento virtual e transformado em guia cirúrgico. No segundo grupo, uma máquina que mensura coordenadas reformulou um guia radiográfico não anatômico fabricado sobre o modelo prototipado, e foram planejados e instalados 4 implantes na maxila prototipada. A variação do desvio padrão mesio/distal foi de 0,68 a 0,38 e 0,27 a 0,17 no aspecto buco/lingual, o desvio angular foi de  $5,9^\circ \pm 4,5^\circ$  e  $1,2^\circ \pm 0,08^\circ$  respectivamente do modo manual para o CAD/CAM. As diferenças entre os grupos mostraram uma considerável redução nas discrepâncias do grupo convencional para o grupo CAD/CAM. Dessa forma foi sugerido um aumento na precisão de instalação dos implantes com o sistema de guia cirúrgicos gerados por CAD/CAM.

Abboud et al. (2012) compararam clinicamente a taxa de sobrevivência dos implantes planejados e submetidos a carga imediata de dois diferentes sistemas de guias cirúrgicos obtidos por estereolitografia, *NobelGuide* (Nobel Biocare) e *SimPlant* (Materialise). Foram envolvidos 14 pacientes que receberam 75 implantes (34 *Materialise*

e 41 *Nobel Biocare*), com instalação das próteses provisórias imediatamente após as cirurgias. A taxa de sucesso cumulativa aos 12 meses de acompanhamento foi de 98,7% e ambos os sistemas de guias foram suficientemente precisos para transferir o planejamento dos implantes do ambiente virtual para o campo cirúrgico permitindo também a instalação das próteses provisórias.

Aguilera (2012) realizou um estudo comparativo entre a posição virtual e a posição real dos implantes cone morse instalados em desdentados totais em ambas arcadas observando a diferença da instalação efetuadas na maxila e na mandíbula. Participaram do estudo 7 pacientes totalmente desdentados que receberam 85 implantes, sendo 35 na mandíbula e 50 na maxila. Para maxila foram instalados implantes cilíndricos com ápice compactante e para mandíbula foram usados implantes com ápice cortante. Para comparação dos implantes foram realizadas duas tomografias computadorizadas; uma para execução do planejamento virtual e confecção do guia cirúrgico prototipado e a outra no pós cirúrgico. Para cada implante foram identificados 3 pontos de referência: coronal, central e apical. Também o desvio angular foi aferido. Os resultados mostraram uma maior discrepância na maxila com desvio angular médio de  $3,23^{\circ}$  desvio na porção coronal, central e apical de 1,67 mm, 2,29 mm e 3,4 mm. Em relação a mandíbula foi encontrado os valores de  $2,95^{\circ}$ , 1.15 mm, 1.34 mm, 1.65 mm. Observou-se também que os implantes maiores têm maior tendência a desviar do que os implantes mais curtos. Foi concluído que houve uma maior discrepância na maxila e observou-se que o maior comprimento, a sequência de fresagem e o tipo dos implantes podem influenciar a trajetória guiada dos implantes

Behneke, Burwinkel e Behneke (2012) realizaram um estudo onde investigaram a precisão da cirurgia guiada em casos parciais procurando identificar fatores presumíveis que podem interferir na precisão dos implantes desde a tomografia *cone-beam* até a instalação dos implantes. Um total de 132 implantes foram instalados em 52

pacientes parcialmente edêntulos onde foram calculados os desvios lineares e angulares entre o planejamento virtual e os implantes instalados. Os locais dos implantes foram classificados quanto ao tipo de arco, tipo de guia cirúrgico, técnica cirúrgica (com ou sem retalho), número de anilhas e passos necessários para instalação dos implantes (totalmente guiado, instalação ou última broca instalada a mão livre). A precisão registrada para o nível cervical, ápice e discrepância angular foi similar para maxila e mandíbula bem como para cirurgias com e sem retalho. Em relação aos locais que receberam implantes, os grupos com maior espaço mostraram uma discrepância mais pronunciada do que em grupos com elementos unitários, no entanto nenhuma diferença significativa pode ser determinada em relação aos guias em extremos livre e com espaços intercalados para instalação de implantes. A instalação de implantes totalmente guiados mostrou-se mais precisa do que a instalação e fresagem da última broca a mão livre. As cirurgias guiadas realizadas com guias cirúrgicos derivados do planejamento virtual não apresentam comprometimento da precisão em casos parciais e sem retalho. O número e distribuição dos dentes remanescentes bem como o número de anilhas no guia influenciaram na precisão atingida nos casos de edentulos parciais.

Cassetta et al. (2012) avaliaram a precisão da cirurgia guiada auxiliada pelo computador com guia prototipados obtidos por estereolitografia com suporte ósseo, mucoso e dentes. Foi realizada uma comparação tridimensional através da posição planejada com a posição de instalação de 116 implantes instalados em 10 pacientes totalmente e parcialmente edêntulos. No final da instalação dos implantes foi obtida uma nova tomografia que foi comparada com o planejamento de cada caso, avaliando o desvio global, angular, lateral e profundidade. A média geral dos desvios na porção coronal e apical dos implantes foi de 1,47 mm e 1,83 mm respectivamente. Os valores máximos e mínimos para porção coronal e apical foram de: 3,88 e 0,17 mm, 6,41 e 0,07 mm respectivamente. A média de desvio angular foi de 5,09<sup>o</sup> e o valor máximo e mínimo

foi de  $21,26^{\circ}$  e  $0,10^{\circ}$ . Quanto a profundidade, para o suporte mucoso, ósseo e dentes a variação média foi de 0,83 mm, 1,35 mm e 1,51 mm respectivamente. Quanto ao tipo de suporte dos guias, o suporte mucoso mostrou-se mais preciso do que o suporte ósseo e dentário. Houve uma correlação significativa entre a porção coronal com o desvio angular e entre os desvios na porção coronal e apical. Entretanto não houve correlação entre discrepâncias angulares e o ápice dos implantes. A densidade óssea mostrou uma maior discrepância para osso tipo 1 e 2 em comparação com 3 a 5. Em relação a cirurgia com e sem descolamento de retalho, a técnica menos invasiva apresentou uma maior precisão. Estes resultados demonstraram um desvio considerável entre o planejamento virtual e o caso operado, embora estes resultados não interferiram na reabilitação final dos casos, sendo recomendado uma margem de segurança de 2 mm das estruturas anatômicas nobres.

D'haese et al. (2012a) avaliaram a grau de confiabilidade dos guias cirúrgicos obtidos por estereolitografia suportados pela mucosa em pacientes com maxila edêntula. Foram instalados um total de 78 implantes pelo método guiado sem incisão em 13 pacientes que ao final da cirurgia foram submetidos a moldagem dos pilares utilizando a prótese removível existente como moldeira. Dentro de 8 horas os pacientes receberam as próteses provisórias acrílicas reforçadas com fibra e retidas por parafusos. Após 4 a 8 semanas da cirurgia uma nova tomografia foi realizada de cada paciente para comparação do posição dos implantes no pós-cirúrgico com o planejamento inicial. O desvio médio na porção coronal foi de 0,91 mm (0,29 a 2,45mm), no ápice dos implantes foi de 1,13 mm (0,32 a 3,01) e o desvio angular médio mostrou uma diferença de  $2,6^{\circ}$  (0,16 a  $8,86^{\circ}$ ). Os clínicos devem estar atentos pois estes resultados são esperados e implantes curtos ou de tamanhos menores mostraram um desvio menor na porção apical. A razão para estas discrepâncias é multifatorial; entretanto parece improvável que o

processo de produção dos guias seja o maior responsável pela precisão dos guias cirúrgicos suportados pela mucosa.

D'haese et al. (2012b) realizaram uma revisão de literatura abordando a precisão, complicações cirúrgicas e protéticas dos sistemas de cirurgia guiada com guias prototipados obtidos por estereolitografia. Ao todo 31 trabalhos foram selecionados, sendo que 10 relataram a comparação entre a posição dos implantes no ambiente virtual (planejamento) com a posição real atingida. Um estudo *in vitro* encontrou uma média de desvio apical de 1 mm. Três outros estudos em cadáveres relataram discrepâncias apicais em torno de 0,6 a 1,2 mm. Em 6 experimentos *in vivo* foi encontrado um desvio apical de 0,95 a 4,5 mm e seis estudos demonstraram que houve complicações em 42% dos casos quando foi combinada a técnica guiada com a instalação da prótese imediatamente após o término da cirurgia.

Di Giacomo et al. (2012) verificaram a precisão e complicações das cirurgias guiadas sem incisão com o uso de guias cirúrgicos obtidos por sinterização seletiva a laser e instalação imediata das próteses logo após a instalação dos implantes. Foram instalados 60 implantes em 12 pacientes que receberam 12 próteses acompanhados por 30 meses. As médias dos desvios angulares, coronal e apical foram de  $6,53^{\circ} \pm 4,31^{\circ}$ ,  $1,35 \pm 0,65$  mm e  $1,79 \pm 1,01$  mm respectivamente. Ocorreram complicações em 34,41% dos casos, sendo 17,74% complicações cirúrgicas como: acesso limitado, fratura do guia cirúrgico, infecção, instalação de implantes que foram de maior ou menor diâmetro ou mais curto que o planejado, sinusite aguda, instabilidade dos implantes, fistulas, dor prolongada e defeitos nos tecidos moles. Complicações protéticas ocorreram em 16,67% como: falta de adaptação entre a prótese e os pilares, ajustes oclusais extensos, problemas na pronúncia, mordida na bochecha e insatisfação estética. A taxa cumulativa de sucesso para os implantes foi de 98,33% e 91,66% para as próteses.

Holst et al. (2012) investigaram a precisão e reprodutibilidade *in vitro* de um sistema de escaneamento de implantes a laser sem contato. Um modelo de gesso contou com 5 réplicas de implantes não paralelos com pilares de escaneamento (localizador da posição do implante) que foi digitalizado repetidamente por um escâner a laser sem contato e outro escâner com sondagem por contato. Uma máquina que mede coordenadas com precisão foi utilizada como referência. Mensurações repetidas de um ponto central e análise do vetor foram aplicadas para determinar a precisão e reprodutibilidade dos pilares de escaneamento. Ambos sistemas mostraram diferenças significativas, embora a maioria das diferenças foram muito pequenas em valores absolutos, cerca de 0,002 mm em média. Testes de equivalência revelaram uma diferença de 0,010 e 0,005 mm, o que indicou que escaners a laser sem contato são uma opção válida para digitalização de modelos de gesso com implantes, pois os resultados estavam dentro dos limites aceitáveis.

Schnitman et al. (2012) descreveram com sucesso a utilização da cirurgia guiada com um único guia prototipado em rebordos estreitos mantendo a altura óssea e instalando imediatamente a prótese sem a necessidade de incisão. Foram necessárias modificações no *software* bem como na instrumentação. Estas modificações incluem: o planejamento de implantes de diferentes comprimentos elevando a posição das anilhas, alterar a sequência de fresagem, modificação da primeira broca a ser usada, a incorporação de osteotomos e o uso de montadores alternativos. A combinação destes métodos permitiram uma perfuração mais profunda no local dos implantes, sem qualquer redução da crista óssea. Estas alterações não somente tornaram a cirurgia guiada possível em rebordos finos, mas também permitiu uma osteotomia delicada sem um retalho mucoperiosteal. Este novo procedimento manteve a precisão protética na confecção de próteses provisórias previamente a cirurgia com mínimos ajustes utilizando

pilares cônicos quando da instalação de implantes em diferentes níveis em rebordos muito finos.

Soares et al. (2012) desenvolveram um método *in vitro* de avaliação da precisão dos sistemas de implantes guiados. Foram confeccionados 6 mandíbulas de poliuretano com gengiva artificial. Para cada mandíbula foi feito um guia tomográfico e um guia cirúrgico prototipado obtido por estereolitografia após o planejamento virtual. Todos estes guias apresentaram 4 orifícios para pinos de estabilização e três orifícios para instalação de três implantes cilíndricos. Após a instalação dos implantes, foram obtidas novas tomografias das mandíbulas para comparação dos desvios lineares e angulares dos implantes instalados e planejados. A média da discrepância angular entre o virtual e o real foi de  $2,16 \pm 0,92^{\circ}$ . Dos 18 implantes 66,7% ficaram situados  $0,38 \pm 0,03$  mm apicalmente da posição planejada vertical, e 33,3% estavam localizados  $0,39 \pm 0,03$  mm coronalmente ao planejado.

Abboud et al. (2013) compararam a precisão de tomografias computadorizadas cone beam (CBCT) e tomografias computadorizadas de uso médico (CT), com a finalidade de avaliar o valor de diagnóstico e precisão da localização dos marcadores de referencia para os sistemas de cirurgia guiada. Uma mandíbulas de cadaver com dois marcadores radiopacos de guta-percha (região de pré-molar direito e região de molar esquerdo), bem como uma esfera de vidro de 3 mm de diâmetro e um cilindro de compósito com diâmetro de 22 mm e comprimento de 50 mm foram mensurados manualmente com um paquímetro de precisão digital. As leituras tomográficas foram realizadas usando-se um tomógrafo médico (*Philips Briliance 64*) e 5 diferentes tomógrafos cone beam (*Sirona Gallileos*, *Morita 3D Accuitomo 80*, *Vatech PaX-Reve3D*, *3M Imtech Iluma* e *Planmeca ProMax 3D*). As mensurações foram realizadas da mandíbula, dos marcadores de referencia e dos objetos, sendo os dados importados do

*software (Simplant, Materialise)*, todos com a mesma configuração. A diferença entre as mensurações da CBCT e do paquímetro foi maior do que entre a CT e o paquímetro. As medições da mandíbula e dos marcadores geométricos foi altamente precisa com a CT. A média absoluta de erros da mensuração da mandíbula foi de 0,03 mm para CT e 0,23 mm para CBCT. A variação de erros para os objetos foram de 0,00 a 0,12 mm para CT e 0,00 a 2,17 mm para CBCT. A partir destes resultados, foi demonstrado uma maior precisão para CT, sendo acompanhado de perto de um dos CBCT avaliados. Estas diferenças podem não ter significância clínica para a maioria dos diagnósticos propostos. Mas os erros de localização dos marcadores de referencia causado por alguns CBCT podem trazer prejuízos aos sistemas de cirurgia guiada.

Cassetta et al. (2013) avaliaram a relevância clínica dos potenciais erros mecânicos (erros intrínsecos) causados pelo espaço existente entre a broca e a anilha das brocas em um guia cirúrgico prototipado obtido por estereolitografia (*External Hex Safe®*, *Materialise Dental, Leuven, Belgica*) em cirurgias guiadas. Doze pacientes participaram do estudo, utilizando 18 guias cirúrgicos e 129 implantes hexágono externo instalados. Os guias prototipados foram classificados quanto a estrutura anatômica de suporte (dentes, osso, mucosa) e quanto a estabilização (grupo fixo com pelo menos 3 fixações de parafusos e grupo sem fixação com estabilização manual). A média de desvio angular para o grupo fixo foi de  $4,11^{\circ}$  e pra estabilização manual foi de  $5,46^{\circ}$ . O uso de parafusos de fixação e empregados especialmente na maxila resultam em melhor precisão. Foi encontrada uma correlação significativa entre desvio angular e densidade óssea. A média de erros intrínsecos entre as anilhas e os tubos guias e estes com as brocas foi de  $2,57^{\circ}$ , representando 62,6% do total de erros. Os erros intrínsecos constituíram um fator significativo em comparação com todas as variáveis que podem afetar potencialmente a precisão de instalação dos implantes auxiliados pelo computador.

Balshi et al. (2013) realizaram um estudo comparativo retrospectivo de 1985 a 2011, determinando se havia uma diferença significativa na taxa de sucesso de implantes instalados na região posterior de maxila, pela técnica tradicional de dois estágios cirúrgicos, um estágio com carga imediata e o protocolo de cirurgia guiada. Foram avaliados um total de 981 pacientes, que apresentaram uma taxa de sucesso global 90,8%, ou seja dos 1608 implantes instalados na região posterior de maxila, 1460 estavam em função. Do grupo de dois estágios 709 de 825 implantes estavam saudáveis, do grupo de carga imediata 624 de 647 e do grupo guiado 127 de 136. Isto representa respectivamente uma taxa cumulativa de sucesso para cada grupo de 85,94%, 96,45% e 93,38%. Combinado as duas técnicas de carga imediata (um estágio e cirurgia guiada) encontrou-se um índice de sucesso de 95,91% (751 de 783). A diferença entre os grupos de dois estágios cirúrgicos e um estágio com carga imediata foi estatisticamente significativa. Enquanto que entre a carga imediata e a cirurgia guiada, mostraram uma diferença estatisticamente insignificante. Estes resultados reforçaram a indicação da carga imediata para região posterior de maxila, sendo benéfica para o operador e paciente. O protocolo de cirurgia guiada com um índice de sucesso semelhante a técnica de um estágio cirúrgico com carga imediata, sugere ser ainda uma opção de tratamento viável e recomendada para pacientes qualificados.

### **3. Proposição**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Fazer uma análise comparativa em relação ao posicionamento de análagos, entre modelos de gesso obtidos através da transferência dos mini pilares imediatamente após a cirurgia e outros obtidos a partir do guia cirúrgico.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

a) Obter modelos de gesso de 10 casos clínicos já reabilitados à partir dos guias cirúrgicos prototipados que foram utilizados na instalação guiada dos implantes ao nível de mucosa (modelo 1) e comparar os mesmos com modelos de gesso gerados imediatamente após a cirurgia guiada (modelo 2).

b) Fazer uma análise comparativa entre as posições dos análagos utilizando processos de escaneamento e um programa de computador específico.

c) Avaliar se seria possível obter a prótese previamente aos procedimentos cirúrgicos de instalação, sem que alguma técnica de ajuste das posições pudessem ser adotadas.

## 4. Materiais e métodos

Foram selecionados aleatoriamente 10 casos clínicos de maxilas edentulas já concluídos, executados por dois cirurgiões experientes. Estes casos não utilizaram componentes angulados, e mini pilares com transmucoso menores de 2,5 mm. Cinco casos foram realizados no Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO) pelo Dr. Geninho Thomé e mais 5 casos executados pelo Dr. Edilson José Ferreira (IMPPAR). Ao todo, 10 reabilitações sobre 58 implantes foram instaladas.

Todos os implantes foram instalados seguindo o conceito da cirurgia guiada auxiliada pelo computador do sistema NeoGuide® (Neodent, Curitiba, Brasil), que utiliza o *software* de planejamento NeoGuide Planner® (Neodent, Curitiba, Brasil), com a finalidade de posicionar os implantes na melhor posição tridimensional, a partir da tomografia computadorizada obtida tanto do paciente com o guia tomográfico como somente do guia tomográfico para a sobreposição das imagens, dando origem ao planejamento virtual.

O arquivo deste planejamento foi transferido para uma impressora 3D Objet Eden 260v Sycad (Stratasys, Minneapolis, EUA) na empresa Neodent® (Curitiba, Paraná, Brasil) que confeccionou todos os guias cirúrgicos prototipados deste estudo.

### 4.1. Confecção do modelo de gesso a partir do guia cirúrgico prototipado.

De cada guia cirúrgico foi obtido um modelo de gesso seguindo os mesmos requisitos clínicos e laboratoriais de quando se deseja obter a prótese antes do ato cirúrgico. Para isso, análogos de mini pilares foram parafusados aos cilindros posicionadores específicos da técnica e posicionados em cada anilha do guia. Como a

distância programada do topo da anilha do guia prototipado à porção cervical do implante é de 9 mm, o cilindro posicionador é de 6,5 mm de altura (altura programada para intermediários de 2,5 mm). Então, tomou-se as referências dos mini pilares que haviam sido utilizados em cada posição para cada paciente. Nas regiões em que haviam sido instalados mini pilares de 2,5mm utilizou-se apenas o cilindro posicionador. Nos casos em que haviam sido utilizados mini pilares de altura 3,5 mm, 4,5 mm, e 5,5 mm foram colocados anilhas de 1mm para cada milímetro acrescido do mini pilar.

Para aumentar a confiabilidade do modelo, respeito-se a técnica que preconiza a união dos análogos (Figura 1) na face interna e dos cilindros posicionadores na face externa com uma resina de rápida polimerização (Pattern Resin LS, GC America, Alsip, USA). Antes do vazamento com gesso pedra especial tipo IV, foi colocado um silicone leve (Clonage DFL, Rio de Janeiro, Brasil) ao redor dos análogos simulando uma gengiva artificial. Finalizando este processo (Figura 2), obteve-se os modelos dos guias cirúrgicos prototipados. Convencionou-se chamar os modelos desse grupo de modelos 1.



Figura 1 – Conjunto análogos e posicionadores adaptados ao guia cirúrgico e unidos com resina de polimerização rápida.

#### 4.2. Modelo de gesso que haviam sido utilizados para a confecção das próteses.

Os modelos de gesso que haviam sido utilizados para a confecção das próteses de cada caso foram selecionados. Convencionou-se chamá-los modelos 2. Esses haviam sido obtidos após a instalação dos implantes e mini pilares retos com a altura específica para cada local. O guia tomográfico de cada caso havia sido transformado em moldeira individual e foi utilizado para realizar uma moldagem aberta esplintada com resina de rápida polimerização (Pattern Resin LS, GC America Inc, Alsip, USA) unindo os tranferentes de moldagem confeccionando também o registro da dimensão vertical de oclusão. Os modelos haviam sido obtidos em laboratório representando assim a condição clínica após a instalação guiada dos implantes.

#### 4.3. Procedimento de escaneamento a laser.

Para cada caso haviam dois modelos: um modelo obtido à partir do guia cirúrgico (modelo 1) e outro modelo de trabalho (modelo 2) que havia sido obtido após a cirurgia, totalizando 20 modelos.

Sobre os análogos de mini pilares (totalizando 58 em cada grupo de modelos) foram parafusados cilindros de escaneamento e cada modelo foi assentado sobre uma base metálica e submetido ao escaneamento a laser (Figura 3), através do sistema de escaneamento NeoShape® que utiliza o *software* 3Shape Dental System e o *scanner* 3Shape D810. Através do mesmo realizou-se a leitura de cada análogo de mini pilar, e também, por meio de coordenadas, reproduziu o posicionamento dos mini pilares (Figura 4).

#### 4.4. Comparação das imagens.

Foi gerado um arquivo do posicionamento de cada análogo de mini pilar de ambos os modelos, tendo como orientação o centro e a base dos mini pilares (Figura 5). Este *software* promoveu uma esplintagem ou index virtual de todos os mini pilares de cada modelo (Figuras 6a e 6b) evitando o uso da ferramenta que sobrepõe imagens procurando a melhor adaptação que pode alterar o posicionamento dos mini pilares.



Figura 2 – Modelo de gesso obtido do guia cirúrgico (modelo 1).



Figura 3 – Cilindros de escaneamento instalados.



Figura 4 – Imagem dos cilindros de escaneamento e dos implantes.

Para o alinhamento ou sobreposição das imagens para avaliação dos desvios entre os análogos dos dois modelos, foi padronizado que o análogo mais distalizado do

lado direito de cada modelo seria a referência inicial. Assim, esse análogo eleito como de perfeita sobreposição das imagens, não participou da avaliação. A partir desta referência foram realizadas as comparações entre cada análogo contido nos modelos 1 e 2 (Figuras 7 e 8). Como os análogos de referência de cada modelo não participaram da comparação, totalizou 48 avaliações, que foram efetuadas com a ajuda do *software* Autodesk® Inventor Professional 2013 responsável pela sobreposição das imagens dos análogos de ambos os modelos e cálculo do desvio angular encontrado.



Figura 5 – Imagem do *software* 3Shape dos mini pilares e implantes.

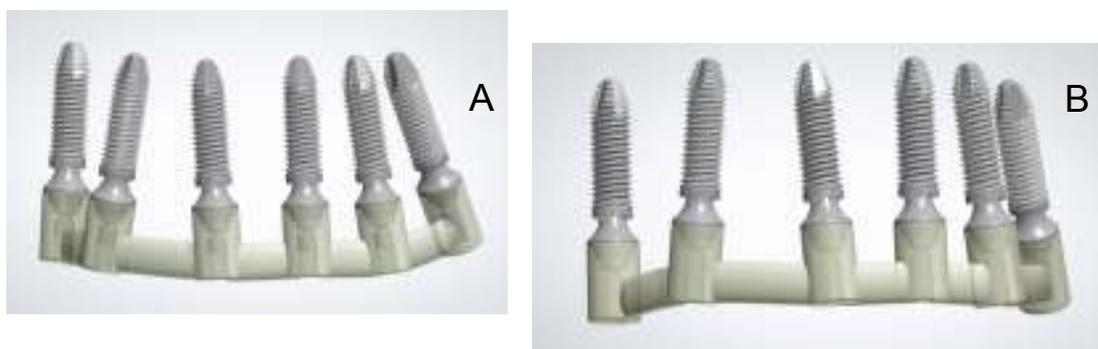


Figura 6 – Imagens obtidas à partir dos modelos 1 (A) e 2 (B)

#### 4.5. Análise estatística.

Os resultados da diferença entre a posição dos análogos dos minipilares, nos modelos 1 e 2 foram expressos em valores médios sendo submetidos ao teste estatístico de *Wilcoxon*.



Figura 7 – Vista inferior da sobreposição dos análogos dos dois modelos. Observar o análogo de referência com a perfeita adaptação.



Figura 8 – Vista oclusal da sobreposição das imagens dos análogos dos dois modelos de um dos casos. Observar o análogo de referência com a perfeita adaptação.

## 5. Artigo Científico 1

Artigo elaborado para revista: *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*

Autores: Márcio John Thiesen<sup>1</sup>/Geninho Thomé<sup>2</sup>/Alexandre Dal Molin Molinari<sup>3</sup>/ Edilson José Ferreira<sup>4</sup>.

**Comparação entre modelos de gesso obtidos antes e após a cirurgia guiada em maxilas edêntulas.**

***Comparison between plaster models before and after guided surgery in edentulous maxilla.***

1 – Aluno do Mestrado em Implantodontia do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO, Curitiba, Brasil.

2 - Doutor em Odontologia pelo Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic (2006). Diretor científico - Neodent Implante Osseointegrável e diretor do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO, Curitiba, Brasil.

3 – Doutor em Implantodontia, Professor do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO, Curitiba, Brasil.

4 - Doutor em Biologia Oral, Área de concentração - Implantologia – Universidade do Sagrado Coração – USC, Bauru, Brasil.

### **Correspondence:**

Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO, Rua Jacarezinho 636, Mercês, Curitiba, Paraná, Brasil 041 3595 6000

Márcio John Thiesen – Avenida Sete de Setembro 321, Sala 27. Centro, Timbó, Santa Catarina, Brasil. 47 3399 0448

## Resumo

A instalação guiada de implantes tem se mostrado de muita aplicabilidade clínica. Estudos são conduzidos para avaliar suas limitações e permitir novos desenvolvimentos. Confecções prévias de modelos utilizando o guia prototipado tem o objetivo de permitir a confecção das próteses antes do procedimento cirúrgico. No entanto, existem dúvidas a respeito da previsibilidade dos posicionamentos que os análogos adotam nesse modelo se comparados ao posicionamento que adotarão após o procedimento cirúrgico. Vários fatores podem interferir, este estudo foi idealizado com a finalidade de comparar as posições dos análogos em modelos de gesso obtidos antes e após o procedimento cirúrgico de instalação dos implantes em 10 casos clínicos. Foram selecionados dez guias prototipados de maxilas edêntulas que já haviam sido utilizados para a instalação guiada de implantes e que já estavam com as próteses instaladas. Cilindros posicionadores de análogos de mini pilares foram adaptados para obtenção dos modelos de gesso pré-cirúrgicos (modelos 1). Foram também reunidos os modelos dos casos que haviam sido obtidos através da moldagem realizada em boca após a instalação dos intermediários (modelos 2). Todos foram submetidos ao escaneamento a laser e a comparação entre os modelos foi realizada virtualmente com um *software* específico. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Wilcoxon. Foi encontrada uma média de desvio angular de  $3,17^{\circ} \pm 1,78^{\circ}$  ( $p = 0,000$ ). Os desvios encontrados entre os análogos nos modelos 1 e 2 desses 10 casos demonstraram ser improvável obter adaptação passiva, caso as próteses tivessem sido obtidas previamente aos procedimentos cirúrgicos, se alguma técnica que promovesse a correção da adaptação dos cilindros, como a técnica da cimentação passiva, não tivesse sido adotada.

Palavras-chave: implantes dentários; cirurgia assistida por computador; imagem tridimensional; projeto auxiliado por computador.

## Abstract

**Purpose:** Guided implant placement has shown high clinical applicability. Studies are conducted to assess its limitations and to enable further development of the technique. Plaster models previously fabricated from the CAD/CAM surgical template allow the prosthesis fabrication before the surgery. However, there are doubts about the virtually planned abutment placement position compared to the actual abutment position after the surgery. Considering that many factors can interfere, this study compared the positions of the analogs in plaster models obtained before and after implant placement in 10 clinical cases. **Materials and Methods:** Ten CAD/CAM surgical guides for maxillary edentulous patients were selected and which had already been used for the guided implant placement and with the final prosthesis already fabricated. To generate the pre-surgical cast model (model 1), mini conical replicas were mounted on the guiding sleeves using cylinder positioners. The models obtained through an impression after the surgical procedures were also analyzed (model 2). Each plaster model was subjected to laser scanning and the comparison between models was performed in specialized software. The statistical analyses were performed using *Wilcoxon test*. **Results:** The mean angular deviation founded was  $3.17^\circ \pm 1.78^\circ$  ( $p = 0.000$ ). **Conclusions:** The deviations found among the analogs in models 1 and 2 in 10 cases shown to be unlikely to obtain a passive fitting had the prosthesis been obtained before implant placement, and without the association with a correction technique to promote the passive adaptation of the cylinders (i.e. the cemented cylinder technique).

*Key words: dental implants; surgery, computer-assisted; imaging, three-dimensional; computer-aided design*

## Introdução

A utilização de tomografias computadorizadas associado aos *softwares* de planejamento virtual, possibilitaram a execução de cirurgias minimamente invasivas, resultando em um procedimento de grande aplicabilidade promovendo função, estética e conforto com menor morbidade para o paciente, reduzindo também o tempo operatório.<sup>1,5-11</sup> A cirurgia guiada consiste no planejamento virtual tridimensional a partir da tomografia computadorizada *cone-beam* obtida com um guia tomográfico resultante da duplicação do planejamento reverso de cada caso, possibilitando o controle da posição dos implantes. Este planejamento virtual proporciona um guia cirúrgico obtido por tecnologia CAD/CAM que auxilia a instalação do implante sem a necessidade da incisão.<sup>9,12-15</sup>

Vários estudos relatam um protocolo para execução da cirurgia virtualmente guiada e demonstram as vantagens e benefícios, tanto para casos de elementos unitários, desdentados parciais e totais, mostrando altos índices de sucesso.<sup>16-21</sup> São relatadas pequenas divergências lineares e angulares entre o posicionamento dos implantes no planejamento virtual e a instalação real, nas cirurgias guiadas. Em muitos casos estas divergências não são estatisticamente significantes.<sup>8,13,22,23</sup> No entanto, seria necessário avaliar se impediriam a adaptação passiva de uma prótese definitiva confeccionada previamente a cirurgia de instalação dos implantes a partir do planejamento virtual.

Para verificar a precisão de instalação dos implantes, estudos descreveram o uso de duas tomografias computadorizadas: um para realização do planejamento virtual e outra após a cirurgia para que seja realizada a sobreposição dos implantes planejados e os instalados.<sup>13,24</sup> Outros autores realizaram estudos *in vitro* com o intuito de validar a

precisão dos sistemas de cirurgias auxiliados pelo computador.<sup>25,26</sup> Também foi descrito um método alternativo para avaliar a precisão de instalação com realização de tomografia do modelo gerado após a cirurgia reduzindo a quantidade de radiação para o paciente e trazendo maior conforto.<sup>27</sup>

Há a possibilidade da instalação da prótese provisória imediatamente após o término do ato cirúrgico em decorrência da transferência das informações protéticas e do contorno gengival da tomografia computadorizada.<sup>27,28</sup> Recomenda-se o uso de próteses provisórias do que próteses com barra metálica fresada, pois ocorre desadaptação das próteses confeccionadas previamente ao ato cirúrgico.<sup>7,34,35</sup> Complicações podem ocorrer em 42% dos casos,<sup>29</sup> como: quebra do guia cirúrgico, falta de adaptação da prótese sobre os implantes e ajustes oclusais extensos,<sup>30</sup> não sendo possível a adaptação da prótese provisória após a cirurgia.<sup>31</sup> Consequentemente as complicações protéticas são consideravelmente maiores que as cirúrgicas.<sup>32</sup>

Com o propósito de avaliar se a posição que os análogos assumem nos modelos realizados após o procedimento cirúrgico de instalação dos implantes são similares com as posições que adotam quando os modelos são obtidos previamente ao procedimento cirúrgico, este estudo foi idealizado. Pretende-se verificar o desvio angular entre os modelos e assim entender se a confecção de uma prótese previamente à cirurgia de instalação dos implantes teria possibilidade de ter sido obtida.

## **Materiais e métodos**

Foram selecionados aleatoriamente 10 casos clínicos de maxilas edentulas já concluídos, executados por dois cirurgiões experientes tendo sido instalados 58 implantes. Estes casos não utilizaram componentes angulados, e mini pilares com transmucoso menores de 2,5 mm. Destes casos, foram utilizados neste estudo, os modelos dos guias cirúrgicos obtidos por impressão tridimensional e os modelos de trabalho obtidos após a cirurgia.

Todos os implantes haviam sido instalados seguindo o conceito da cirurgia guiada auxiliada pelo computador do sistema NeoGuide® (Neodent, Curitiba, Brasil), que utiliza o *software* de planejamento NeoGuide Planner® (Neodent, Curitiba, Brasil), com a finalidade de posicionar os implantes na melhor posição tridimensional, a partir da tomografia computadorizada obtida tanto do paciente com o guia tomográfico como somente do guia tomográfico para a sobreposição das imagens, dando origem ao planejamento virtual.

A partir deste planejamento, o CAD foi transferido para uma impressora 3D Objet Eden 260v Sycad (Stratasys, Minneapolis, EUA) na empresa Neodent que confeccionou todos os guias cirúrgicos prototipados deste estudo.

### **Confecção do modelo de gesso a partir do guia cirúrgico prototipado.**

De cada guia cirúrgico foi obtido um modelo de gesso seguindo os mesmos requisitos clínicos e laboratoriais de quando se deseja obter a prótese antes do ato cirúrgico. Para isso, análogos de mini pilares foram parafusados a cilindros posicionadores específicos da técnica e posicionados em cada anilha do guia. Como a distância programada do topo da anilha do guia prototipado à porção cervical do implante é de 9 mm, o cilindro posicionador é de 6,5 mm de altura (altura programada para

intermediários de 2,5 mm). Então, tomou-se as referências dos mini pilares que haviam sido utilizados em cada posição para cada paciente. Nas regiões em que haviam sido instalados mini pilares de 2,5mm utilizou-se apenas o cilindro posicionador. Nos casos em que haviam sido utilizados mini pilares de altura 3,5 mm, 4,5 mm, e 5,5 mm foram colocados anilhas de 1mm para cada milímetro acrescido do mini pilar.

Para aumentar a confiabilidade do modelo, respeito-se a técnica que preconiza a união dos análogos (Figura 1) na face interna e dos cilindros posicionadores na face externa com uma resina de rápida polimerização (Pattern Resin LS, GC America, Alsip, EUA). Antes do vazamento com gesso pedra especial tipo IV, foi colocado um silicone leve (Clonage DFL, Rio de Janeiro, Brasil) ao redor dos análogos simulando uma gengiva artificial. Finalizando este processo (Figura 2), obteve-se os modelos dos guias cirúrgicos prototipados. Convencionou-se chamar os modelos desse grupo de modelos 1.



Figura 1 – Conjunto análogos e posicionadores adaptados ao guia cirúrgico e unidos com resina de polimerização rápida.

### **Modelo de gesso que haviam sido utilizados para a confecção das próteses.**

Os modelos de gesso que haviam sido utilizados para a confecção das próteses de cada caso foram selecionados. Convencionou-se chamá-los modelos 2. Esses haviam sido obtidos após a instalação dos implantes e mini pilares retos com a altura

específica para cada local. O guia tomográfico de cada caso havia sido transformado em moldeira individual e foi utilizado para realizar uma moldagem aberta esplintada com resina de rápida polimerização (Pattern Resin LS, GC America Inc, Alsip, EUA) unindo os tranferentes de moldagem confeccionando também o registro da dimensão vertical de oclusão. Os modelos haviam sido obtidos em laboratório representando assim a condição clínica após a instalação guiada dos implantes.

### **Procedimento de escaneamento a laser dos modelos.**

Para cada caso haviam dois modelos: um modelo obtido à partir do guia cirúrgico (modelo 1) e outro modelo de trabalho (modelo 2) que havia sido obtido após a cirurgia, totalizando 20 modelos.

Sobre os análogos de mini pilares (totalizando 58 em cada grupo de modelos) foram parafusados cilindros de escaneamento e cada modelo foi assentado sobre uma base metálica e submetido ao escaneamento a laser (Figura 3), através do sistema de escaneamento NeoShape® que utiliza o *software* 3Shape Dental System e o *scanner* 3Shape D810 (3Shape, Copenhagem, Dinamarca). Através do mesmo realizou-se a leitura de cada análogo de mini pilar, e também, por meio de coordenadas, reproduziu o posicionamento dos mini pilares (Figura 4).

### **Comparação das imagens.**

Foi gerado um arquivo do posicionamento de cada análogo de mini pilar de ambos os modelos, tendo como orientação o centro e a base dos mini pilares (Figura 5). Este *software* promoveu uma esplintagem ou index virtual de todos os mini pilares de cada modelo (Figuras 6a e 6b) evitando o uso da ferramenta que sobrepõe imagens procurando a melhor adaptação que pode alterar o posicionamento dos mini pilares.



Figura 2 – Modelo de gesso obtido do guia cirúrgico (modelo 1).



Figura 3 – Cilindros de escaneamento instalados.



Figura 4 – Imagem dos cilindros de escaneamento e dos implantes.

Para o alinhamento ou sobreposição das imagens para avaliação dos desvios entre os análogos dos dois modelos, foi padronizado que o análogo mais distalizado do lado direito de cada modelo seria a referência inicial. Assim, esse análogo eleito como de perfeita sobreposição das imagens, não participou da avaliação. A partir desta referência foram realizadas as comparações entre cada análogo contido nos modelos 1 e 2 (Figuras 7 e 8). Como os análogos de referência de cada modelo não participaram da

comparação, totalizou 48 avaliações, que foram efetuadas com a ajuda do *software* Autodesk® Inventor Professional 2013 responsável pela sobreposição das imagens dos análogos de ambos os modelos e cálculo do desvio angular encontrado.



Figura 5 – Imagem do *software* 3Shape dos mini pilares e implantes.

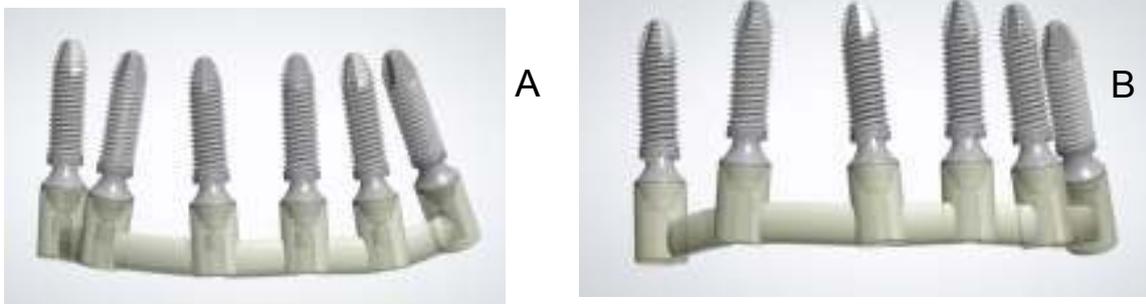


Figura 6 – Imagens obtidas à partir dos modelos 1 (A) e 2 (B)

### Análise estatística.

Os resultados da diferença entre a posição dos análogos dos minipilares, nos modelos 1 e 2 foram expressos em valores médios sendo submetidos ao teste estatístico de *Wilcoxon*.



Figura 7 – Vista inferior da sobreposição dos análogos dos dois modelos. Observar o análogo de referência com a perfeita adaptação.



Figura 8 – Vista oclusal da sobreposição das imagens dos análogos dos dois modelos de um dos casos. Observar o análogo de referência com a perfeita adaptação.

## Resultados

Foi obtida uma média global da diferença entre a posição dos analagos dos minipilares, nos modelos 1 e 2, de  $3,17^{\circ} \pm 1,78^{\circ}$  (*Wilcoxon*  $p = 0,000$ ) para o desvio angular (Tabela 1). Os desvio angulares de cada mini pilar e a média para cada modelo são mostrados respectivamente no gráfico a seguir (Gráfico 1). O desvio angular mínimo encontrado foi de  $0,09^{\circ}$  e o desvio angular máximo foi de  $16,82^{\circ}$

Tabela 1 – Valores médios obtidos da análise da precisão entre os modelos no software AutoDesk.

Modelos	Desvio Angular Médio	Desvio Padrão por Modelo
1	2,19	1,14
2	1,18	0,91
3	2,18	1,34
4	7,15	5,72
5	3,58	1,89
6	2,16	1,17
7	2,77	1,53
8	1,91	0,41
9	1,43	1,13
10	7,11	2,60
<b>Média</b>	<b>3,17</b>	<b>1,78</b>

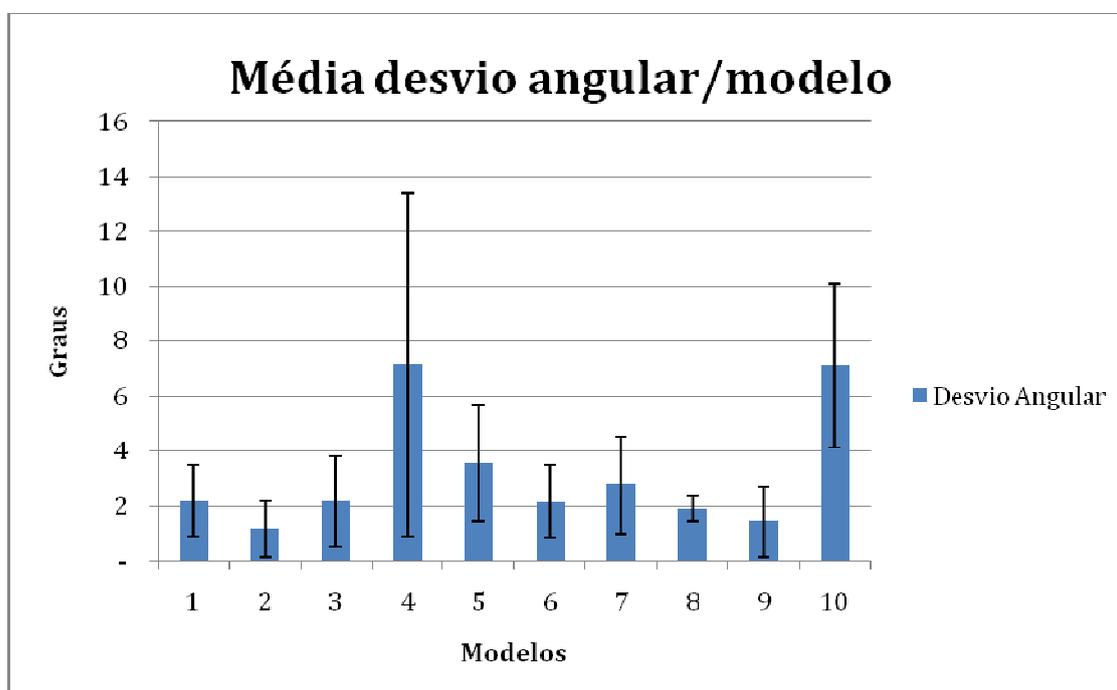


Gráfico 1 – Média dos desvios angulares nos 10 modelos analisados

## Discussão

São pequenos os erros encontrados entre a transferência do planejamento virtual para os guias cirúrgicos,<sup>28,29</sup> e as discrepâncias encontradas foram relatadas tanto em estudos *in vitro*<sup>7,30,31</sup> como *in vivo*<sup>13,24,31</sup>, que utilizaram tomografias computadorizadas e métodos alternativos para a avaliação da precisão da cirurgia guiada auxiliada por computador.

O conceito da cirurgia guiada realizada com auxílio de guias cirúrgicos protipados envolve vários passos que, se não realizados com atenção e, por serem sensíveis ao grau de aprendizado do operador, podem gerar uma somatória de erros que provocam desvios significativos entre os implantes planejados e a instalação real. Dentre os erros comumente encontrados, a falta de adaptação e a movimentação do guia cirúrgico prototipado durante a cirurgia de instalação dos implantes, implicam em aumento dos desvios de posicionamento entre os implantes planejados e os instalados.<sup>22,32</sup> Entretanto, é difícil identificar em qual etapa da técnica ocorreu o erro, mas é importante o conhecimento de que a precisão do tratamento está diretamente ligada à cuidadosa execução da técnica, pois somente deste modo pode-se garantir sua confiabilidade.

Em relação à precisão de colocação dos implantes por cirurgia previamente planejada em computador, um estudo *in vitro* demonstrou desvio angular máximo de 4° e desvio linear de 2,4 mm na porção apical dos implantes.<sup>33</sup> Outro estudo encontrou média de desvio angular para os implantes de  $2,7^{\circ} \pm 0,23^{\circ}$  com desvio no ápice de  $0,50 \pm 0,04$  mm e cervical de  $0,45 \pm 0,04$  mm<sup>34</sup>. Utilizando modelos de resina e tomografias computadorizadas para realizar a mensuração dos desvios, foi encontrada média de desvio para o ápice de  $0,49 \pm 0,36$  mm, cervical de  $0,64 \pm 0,38$  e desvio angular de  $2,17^{\circ} \pm 1,06^{\circ}$ .<sup>35</sup> Também foi encontrada discrepância angular de  $2,16 \pm 0,92^{\circ}$ , além de

encontrarem que 66,7% dos implantes estiveram deslocados 0,38 mm apicalmente e 33,3% estavam deslocados 0,39 mm coronalmente.<sup>25</sup>

Mensurações lineares diretamente sobre biomodelos e réplicas de mandíbulas também estão descritas na literatura e, por meio de tomografias computadorizadas, obtiveram resultados médios inferiores a  $1,45^{\circ}$  para o desvio angular e 0,41 mm para o deslocamento lateral.<sup>26</sup> Quando guias cirúrgicos convencionais foram comparados com os obtidos por CAD/CAM, foi observada discrepância angular de  $5,9^{\circ} \pm 4,5^{\circ}$  e  $1,2^{\circ} \pm 0,08^{\circ}$ , respectivamente, demonstrando a confiabilidade do sistema CAD/CAM.<sup>36</sup> A combinação de estudos *in vivo* com *in vitro* também já foi descrita, realizando a instalação dos implantes no paciente e a avaliação da precisão em modelos de gesso. Foram comparadas tomografias computadorizadas do planejamento com as réplicas dos implantes dos modelos de trabalho mostrando desvio angular médio de  $4,2^{\circ}$ , desvio coronal de 0,9 mm e apical de 0,6 mm.<sup>27</sup>

Este estudo avaliou o posicionamento dos implantes em modelos de gesso obtidos a partir do guia cirúrgico prototipado (modelo 1) e comparou a modelos obtidos após a instalação dos implantes no paciente (modelo 2). Apesar dos tomógrafos de feixe conico emitirem dose de radiação consideravelmente menor e apresentarem margem de erro estatisticamente menor comparada aos tomógrafos espirais, 0,01 a 0,65 mm e 0 a 1,11 mm respectivamente,<sup>22</sup> estes tomógrafos ainda apresentam doses de radiação maiores que as radiografias intraorais e panorâmicas.<sup>32</sup> Sendo assim, o importante benefício da avaliação da precisão do posicionamento dos implantes em modelos de gesso está em reduzir a exposição do paciente à nova tomografia e, conseqüentemente, à radiação excessiva.<sup>8,27</sup> Além disso, elimina a possibilidade de movimentação do paciente durante a tomada da nova tomografia, o que poderia alterar os resultados obtidos.<sup>37</sup>

Os resultados de desvio angular encontrados neste estudo estão de acordo com trabalhos previamente publicados.<sup>25,27,33-35,38</sup> Devido à alta precisão no posicionamento dos implantes, surgiu a proposta de fabricação pré-cirúrgica da restauração protética.<sup>38</sup> Apesar dos promissores resultados preliminares, não existem dados suficientes na literatura quanto à confiabilidade e precisão da adaptação das próteses confeccionadas antes da colocação dos implantes.<sup>38</sup> Nos estudos que avaliaram próteses fabricadas previamente à instalação dos implantes, poucos deles consideraram ou descreveram as complicações protéticas encontradas e, destas complicações, o problema mais frequente foi a desadaptação entre a prótese e os pilares.<sup>39</sup> Um destes estudos<sup>40</sup> também descreve os ajustes que foram necessários em prótese confeccionada previamente à colocação dos implantes e, mesmo após a verificação de melhor adaptação após os ajustes, foi encontrada perda óssea marginal significativa 6 meses após a colocação da prótese.

Um dos casos avaliados neste estudo apresentou grande desvio no posicionamento dos implantes na comparação entre os 2 modelos avaliados. Deve-se considerar que, para este estudo, as próteses não foram confeccionadas previamente à colocação dos implantes. Isto pode ter influenciado na decisão do cirurgião em alterar o planejamento inicial para a posição dos implantes, uma vez que não era necessária a adaptação passiva de uma prótese previamente fabricada. Desvios menores do que os encontrados talvez pudessem ter sido observados se os casos tivessem sido operados com o propósito de instalação de próteses previamente confeccionadas.

Com base nos resultados obtidos neste estudo e de acordo com trabalhos previamente publicados, pode-se sugerir que a confecção da prótese definitiva previamente ao ato cirúrgico ainda não parece apresentar a precisão necessária para a longevidade da reabilitação implantossuportada.<sup>37,41</sup> Também deve-se considerar que complicações protéticas são mais frequentes que as cirúrgicas e mais comumente

encontradas.<sup>42,43</sup> Quando se optar pela fabricação da prótese antes da colocação dos implantes, estudos recomendam a confecção de prótese provisória.<sup>5,39,40</sup> Ainda assim, estas próteses devem ser ajustadas de modo a se assentarem passivamente aos implantes e intermediários protéticos.<sup>39</sup> Outra possibilidade é o uso de técnica de cimentação dos cilindros de titânio à barra confeccionada previamente à colocação dos implantes, permitindo o assentamento passivo da prótese às estruturas de suporte.<sup>45-47</sup>

Essa técnica, além de permitir confecção da barra metálica sem a necessidade de pontos de solda, permite uma adaptação passiva com o mínimo de risco de falhas, uma vez que o cilindro final (titânio) é apenas cimentado ao final de todo procedimento laboratorial.

Os resultados encontrados neste estudo devem ser interpretados com cautela, uma vez que o método de comparação dos mini pilares, onde se determinou que o implante mais distalizado iria apresentar “perfeita” adaptação no momento da sobreposição do modelo virtual com o modelo pós-cirúrgico, pode influenciar no resultado. Isto irá depender do grau de desvio dos minipilares, que será transferido aos demais minipilares analisados num mesmo modelo. Deve-se também considerar as possíveis causas de distorções para a confecção dos modelos de gesso, como a contração da resina acrílica usada para a união dos transferentes de moldagem e a contração de presa do gesso. Estas possíveis distorções podem ter influenciado diretamente nos resultados encontrados neste estudo.

## **Conclusão**

A média do desvio angular encontrada na comparação de analagos de mini pilares entre os 2 modelos avaliados foi semelhante a desvios encontrados na literatura, tanto para análises *in vitro* como *in vivo* de cirurgias. Dificilmente um modelo de gesso

confeccionado a partir do guia cirúrgico prototipado resultará em uma cópia fiel ao modelo obtido imediatamente após a cirurgia. Assim, técnicas como a da adaptação passiva, devem ser utilizadas com o objetivo de compensar tais desvios e facilitar o procedimento técnico laboratorial, agilizando a entrega da prótese final em menos tempo. São necessários mais estudos para consolidação do método utilizado neste estudo, para avaliação da precisão de modelos obtidos de cirurgias guiadas auxiliadas por computador.

## Referências

1. Rousseau P. Flapless and traditional dental implant surgery: an open retrospective comparative study. *J oral Maxillofac Surg* 2010;68:2299-2306.
2. Widmann G, Zangerl A, Keiler M, Stoffner R, Bale R, Puelacher W. Flapless implant surgery in the edentulous jaw based on three fixed intraoral reference points and image-guided surgical templates: accuracy in human cadavers. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:835-841.
3. Rao W, Benzi R. Single mandibular first molar implants with flapless guided surgery and immediate function: preliminary clinical and radiographic results of a prospective study. *J Prosthet Dent* 2007;97:S3-S14.
4. Campelo LD, Camara JR. Flapless implant surgery: a 10-year clinical retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:271-276.
5. Arisan V, Karabuda CZ, Özdemir T. Implant surgery using bone and mucosa-supported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. standard techniques. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:980-988.
6. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. Surgical planning and prosthesis construction using computer technology and medical imaging for immediate loading of implants in the pterygomaxillary region. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:239-247.
7. Hoffmann J, Westendorff C, Roman GG, Reinert S. Accuracy of navigation-guided socket drilling before implant installation compared to the conventional free-hand method in a synthetic edentulous lower jaw model. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:609-614.
8. Nickenig HJ, Wichmann M, Hamel J, Schlegel KA, Eitner S. Evaluation of the difference in accuracy between implant placement by virtual planning data and

surgical guide templates versus the technique using cone-beam CT (part II). *J Craniomaxillofac Surg* 2010;38:488-493.

9. Nikzad S, Azari A. Custom-made radiographic template, computed tomography, and computer-assisted flapless surgery for treatment planning in partial edentulous patients: a prospective 12-month study. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:1353-1359.
10. Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tardieu PB. Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. part 1: diagnostics, imaging, and collaborative accountability. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:215-221.
11. Schnitman PA, Lee SJ, Campard GJ, Dona M. Guided flapless surgery with immediate loading for the high narrow ridge without grafting. *J Oral Implantol* 2012;38(3):279-288.
12. De Almeida EO, Pellizzer EP, Goiatto MC, Margonar R, Rocha EP, Freitas AC Jr, et al. Computer-guided surgery in implantology: review of basic concepts. *J Craniofac Surg* 2010; 21:1917-1921.
13. Van Assche N, Van Steenbergue D, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy assessment of computer assisted flapless implant placement in partial edentulism. *J Clin Periodontol* 2010;37:398-403.
14. Malo P, De Araújo Nobre M, Lopes A. The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months. *J Prosthet Dent* 2007;97:526-534.
15. Van de Velde T, Sennerby L, Bruyn H. The clinical and radiographic outcome of implants placed in the posterior maxilla with a guided flapless approach and immediately restored with a provisional rehabilitation: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:1223-233.
16. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. A protocol for immediate placement of a prefabricated screw-retained provisional prosthesis using computed tomography and guided surgery and incorporating planned alveoplasty. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011;31:49-55.
17. Almog DM, LaMar J, LaMar FR, LaMar F. Cone Beam computerized tomography based dental imaging for implant planning and surgical guidance, part 1: single implant in the mandibular molar region. *J Oral Implantol* 2006;32(2):77-81.
18. Amorfini L, Storelli S, Romeo E. Rehabilitation of a dentate mandible requiring a full arch rehabilitation. Immediate loading of a fixed complete denture on 8 implants placed with a bone-supported surgical computer-planned guide: a case report. *J Oral Implantol* 2011;(37):106-113.

19. Puig CP. A retrospective study of edentulous patients rehabilitated according to “all-on-four” or “all-on-six” immediate function concept using flapless computer-guided implant surgery. *Eur J Oral Implantol* 2010;3(2):155-163.
20. Tardieu PB, Vrielinck L, Escolaro E, Henne M, Tardieu AL. Computer-assisted implant placement: scan template, simplant, surgiguide, and safesystem. *Int J Periodontics Rest Dent* 2007;27:141-149.
21. Mandelaris GA, Rosenfeld AL, King SD, Nevins ML. Computer-guided implant dentistry for precise implant placement: combining specialized stereolithographically generated drilling guides and surgical implant instrumentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30:275-281.
22. Block MS, Chandler C. Computed tomography-guided surgery: complications associated with scanning, processing, surgery, and prosthetics. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:13-22.
23. Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:394-401.
24. Ersoy AE, Turkyilmaz I, Ozan O, McGlumphy EA. Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol* 2008;79:1339-1345.
25. Soares MM, Harari ND, Cardoso ES, Manso MC, Conz MB, Vidigal GM Jr. An in vitro model to evaluate the accuracy of guided surgery systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:824-831.
26. Viegas VN, Dutra V, Pagnoncelli RM, De Oliveira MG. Transference of virtual planning and planning over biomedical prototypes for dental implant placement using guided surgery. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:290-295.
27. Nickenig HJ, Eitner S. An alternative method to match planned and achieved positions of implants, after virtual planning using cone-beam CT data and surgical guide templates – a method reducing patient radiation exposure (part I). *J Craniomaxillofac Surg* 2010;38:436-440.
28. Besimo CE, Lambrecht JT, Guindy JS. Accuracy of implant treatment planning utilizing template-guided reformatted computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29:46-51.
29. Birkfellner W, Solar P, Gahleitner A, Huber K, Kainberger F, Kettenbach J et al. In vitro assessment of a registration protocol for image guided implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:69-78.

30. Widmann G, Widmann R, Widmann E, Jaschke W, Bale RJ. In vitro accuracy of a novel registration and targeting technique for image-guided template production. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:502-508.
31. D'haese J, Van De Velde T, Elaut L, Bruyn H. A prospective study on the accuracy of mucosally supported stereolithographic surgical guides in fully edentulous maxillae. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012a;14(2):293-303.
32. Valente F, Schirotti G, Sbrana A. Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:234-242.
33. Van Assche N, Van Steenberghe D, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, et al. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol* 2007;34:816-821.
34. Eggers G, Patellis E, Mühlhng J. Accuracy of template-based dental implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:447-454.
35. Horwitz J, Zuabi O, Machtei EE. Accuracy of a computerized tomography-guided template-assisted implant placement system: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:1156-1162.
36. Nokar S, Moslehifard E, Bahman T, Bayanzadeh M, Nasirpouri F, Nokar A. Accuracy of implant placement using a CAD/CAM surgical guide: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:520-526.
37. Komiyama A, Pettersson A, Hultin M, Näsström K, Klinge B. Virtually planned and template-guided implant surgery: an experimental model matching approach. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:308-313.
38. Komiyama A, Klinge B, Hultin M. Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery. *Clin Oral Implants Res* 2008 Jul;19(7):677-685.
39. Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(4):73-86.
40. Oyama K, Kan JYK, Kleinman AS, Runcharassaeng K, Lozada JL, Goodacre CJ. Misfit of implant fixed complete denture following computer-guided surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:124-130.
41. Vercruyssen M, Jacobs R, Van Assche N, Van Steenbergue D. The use of CT scan based planning for oral rehabilitation by means of implants and its transfer to the surgical field: a critical review on accuracy. *J Oral Rehabil* 2008;35:454-474.

42. Merli M, Bernardelli F, Esposito M. Computer-guided flapless placement of immediately loaded dental implants in the edentulous maxilla: a pilot prospective case series. *Eur J Oral Implantol* 2008;1(1):61-70.
43. Yong LT, Moy PK. Complications of computer-aided-design/computer-aided-machining-guided(NobelGuide™) surgical implant placement: an evaluation of early clinical results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10(3):123-127.
44. D'haese J, Van De Velde T, Komiyama A, Hultin M, De Bruyn H. Accuracy and complications using computer-designed stereolithographic surgical guides for oral rehabilitation by means of dental implants: a review of the literature. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012b;14(3):321-335.
45. Abboud M, Wahl G, Guirado JLC, Orentlicher G. Application and success of two stereolithographic surgical guide systems for implant placement with immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:634-643.
46. Lee HJ, Aparecida de Mattias Sartori I, Alcântara PR, Vieira RA, Suzuki D, Gasparini Kiatake Fontão F, Tioffi R. Implant stability measurements of two immediate loading protocols for the edentulous mandible: rigid and semi-rigid splinting of the implants. *Implant Dent* 2012;21(6):486-490.
47. Borges AFS, Pereira LAVD, Thomé G, Melo ACM, Sartori IAM. Prostheses removal for suture removal after immediate load: success of implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010;12(3):244-249.

## 6. Referências

1. Abboud M, Wahl G, Guirado JLC, Orentlicher G. Application and success of two stereolithographic surgical guide systems for implant placement with immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;27(3):634-43.
2. Abboud M, Guirado JLC, Orentlicher G, Wahl G. Comparison of the accuracy of cone beam computed tomography and medical computed tomography: implications for clinical diagnostics with guided surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013;28(2):536-42.
3. Águila AJR. Comparación computadorizada, entre lá posición virtual y real de implantes cone morse en cirugia guiada bimaxilar simultanea [dissertação]. Curitiba: Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico, Programa de Pós-Graduação, em Odontologia; 2012.
4. Almeida EO, Pellizzer EP, Goiatto MC, Margonar R, Rocha EP, Freitas AC Jr, et al. Computer-guided surgery in implantology: review of basic concepts. *J Craniofac Surg*. 2010; 21(6):1917-21.
5. Almog DM, LaMar J, LaMar FR, LaMar F. Cone Beam computerized tomography based dental imaging for implant planning and surgical guidance, part 1: single implant in the mandibular molar region. *J Oral Implantol*. 2006;32(2):77-81.
6. Amorfini L, Storelli S, Romeo E. Rehabilitation of a dentate mandible requiring a full arch rehabilitation. Immediate loading of a fixed complete denture on 8 implants placed with a boné-supported surgical computer-planned guide: a case report. *J Oral Implantol*. 2011;37:106-13.
7. Arisan V, Karabuda CZ, Özdemir T. Implant surgery using bone and mucosa-supported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. standart techniques. *Clin Oral Implants Res*. 2010a;21(9):980-8.
8. Arisan V, Karabuda ZC, Özdemir T. Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computed tomography-based clinical comparative study. *J Periodontol*. 2010b;81:43-51.
9. Azari A, Nikzad S. Flapless implant surgery: review of the literature and report of 2 cases with computer-guided surgical approach. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008;66(5):1015-21.
10. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. Surgical planning and prosthesis construction using computer technology and medical imaging for immediate loading of implants in the pterygomaxillary region. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006;26(3):239-47.

11. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. A protocol for immediate placement of a prefabricated screw-retained provisional prosthesis using computed tomography and guided surgery and incorporating planned alveoplasty. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011;31(1):49-55.
12. Balshi TJ, Wolfinger GJ, Slauch RW, Balshi SF. A Retrospective comparison of implants in the pterygomaxillary region: implant placement with two-stage, single-stage, and guided surgery protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(1):184-9.
13. Barros CAVS, Vieira DM, Reis ES, Rossetti PHO, Padovan LEM, Franciscone CE. Estabelecimento de um protocolo clínico controlado para a cirurgia guiada sem retalho em maxilas totalmente edêntulas. *Rev Implantnews.* 2010;7(3): 371-8.
14. Behneke A, Burwinkel M, Behneke N. Factors influencing transfer accuracy of cone beam CT-derived template-based implant placement. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(4):416-23.
15. Berdugo M, Fortin T, Blanchet E, Isidori M, Bosson JL. Flapless implant surgery using an image-guided system. A 1- to 4- year retrospective multicenter comparative clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2010;12(2):142-52.
16. Besimo CE, Lambrecht JT, Guindy JS. Accuracy of implant treatment planning utilizing template-guided reformatted computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000;29(1):46-51.
17. Birkfellner W, Solar P, Gahleitner A, Huber K, Kainberger F, Kettenbach J et al. In vitro assessment of a registration protocol for image guided implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(1):69-78.
18. Block MS, Chandler C. Computed tomography-guided surgery: complications associated with scanning, processing, surgery, and prosthetics. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(3 Suppl):13-22.
19. Campelo LD, Camara JRD. Flapless implant surgery: a 10-year clinical retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002;17(2):271-6.
20. Carvalho EM, Chilvarquer I, Bastos Neto FVR. Flapless precision – nova abordagem, nova tendência. *Rev Implantnews.* 2008;5(2):197-201.
21. Casap N, Laviv A, Wexler A. Computerized navigation for immediate loading of dental implants with a prefabricated metal frame: a feasibility study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(2):512-9.
22. Cassetta M, Stefanelli LV, Giansanti M, Calasso S. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical template. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(3):655-63.

23. Cassetta M, Di Mambro M, Stefanelli LV, Cavallini C. The intrinsic error of a stereolithographic surgical template in implant guided surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42(2):264-75.
24. Chen X, Yuan J, Wang C, Huang Y, Kang L. Modular preoperative planning software for computer-aided oral implantology and the application of a novel stereolithographic template: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2010;12(3):181-93.
25. D'haese J, Van De Velde T, Elaut L, Bruyn H. A prospective study on the accuracy of mucosally supported stereolithographic surgical guides in fully edentulous maxillae. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012a;14(2):293-303.
26. D'haese J, Van De Velde T, Komiyama A, Hultin M, De Bruyn H. Accuracy and complications using computer-designed stereolithographic surgical guides for oral rehabilitation by means of dental implants: a review of the literature. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012b;14(3):321-35.
27. Di Giacomo GA, Silva JV, Silva AM, Paschoal GH, Cury PR, Szarf G. Accuracy and complications of computer-designed selective laser sintering surgical guides for flapless dental implant placement and immediate definitive prosthesis installation. *J Periodontol.* 2012;83(4):410-9.
28. Draenert FG, Coppentrath E, Herzog P, Müller S, Mueller-Lisse UG. Beam hardening artefacts occur in dental implant scans with the NewTom® cone beam CT but not with the dental 4-row multidetector CT. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2007;36(4):198-203.
29. Eggers G, Patellis E, Mühling J. Accuracy of template-based dental implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(3):447-54.
30. Ersoy AE, Turkyilmaz I, Ozan O, McGlumphy EA. Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol.* 2008;79(8):1339-45.
31. Ferreira EJ, Franciscone CE, Franciscone Junior CE, Fiocchi AA, Sanchez LEA. Novo protocolo para análise física tridimensional do desvio angular em cirurgia guiada na implantodontia. *Rev Implantnews.* 2009;6(5):485-91.
32. Fitzgerald M, O'Sullivan M, O'Connell B, Houston F. Accuracy of bone mapping and guided flapless implant placement in human cadavers using a model-based planning procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(5):999-1006.
33. Fortin T, Bosson JL, Coudert JL, Isidori M. Reliability of preoperative planning of an image-guided system for oral implant placement based on 3 dimensional images: an in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18(6):886-93.

34. Ganz SD. Presurgical planning with CT-derived fabrication of surgical guides. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(2):59-71
35. Giacomo GAP, Silva JVL, Bárbara AS, Dal'Ava BC, Altran CM, Martines RT, Alonso G. Computer-assisted surgery – a clinical report. *Rev Implantnews.* 2007;4(4):413-8.
36. Hoffmann J, Westendorff C, Roman GG, Reinert S. Accuracy of navigation-guided socket drilling before implant installation compared to the conventional free-hand method in a sythetic edentulous lower jaw model. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(5):609-14.
37. Holst S, Blatz MB, Eitner S. Precision for computer-guided implant placement: using 3D planning software and fixed intraoral reference points. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(3):393-9.
38. Holst S, Persson A, Wichmann M, Karl M. Digitizing implant position locators on master casts: comparison of a noncontact scanner and a contact-probe scanner. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(1):29-35.
39. Horwitz J, Zuabi O, Machtei EE. Accuracy of a computerized tomography-guided template-assisted implant placement system: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(10):1156-62.
40. Jeong SM, Choi BH, Kim J, Xuan F, Lee DH, Mo DY, Lee CU. A 1-year prospective clinical study of soft tissue conditions and marginal bone changes around dental implants after flapless implant surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;111(1):41-6.
41. Katsoulis J, Pazera P, Mericske-Stern R. Prosthetically driven, computer-guided implant planning for the edentulous maxila: a model study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009;11(3):238-45.
42. Kero T, Pettersson A, Fäldt J, Andersson M, Gillot L, Cannas B, et al. Virtual variation simulation of CAD/CAM template-guided surgeries performed on human cadavers: part II. *J Prosthet Dent.* 2010;104(1):48-55.
43. Komiyama A, Klinge B, Hultin M. Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(7):677-85.
44. Komiyama Ai, Pettersson A, Hultin M, Näsström K, Klinge B. Virtually planned and template-guided implant surgery: an experimental model matching approach. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(3):308-13.
45. Koshy E, Surathu N, Philip SR. Computer guided implant surgery: a clinical report. *Int J Clin Implant Dents.* 2009;1(2)23-9.

46. Luiz J. Estudo prospectivo em cirurgia guiada na reabilitação com implantes osteointegrados em áreas unitárias da pré-maxila: análise da posição real comparada à virtual [dissertação]. Curitiba: Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico, Programa de Pós-Graduação em Odontologia; 2011.
47. Malo P, De Araújo Nobre M, Lopes A. The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months. *J Prosthet Dent.* 2007;97(6 Suppl):526-34.
48. Mandelaris GA, Rosenfeld AL, King SD, Nevins ML. Computer-guided implant dentistry for precise implant placement: combining specialized stereolithographically generated drilling guides and surgical implant instrumentation. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2010;30(3):275-81.
49. Marchack CB. CAD/CAM-guided implant surgery and fabrication of an immediately loaded prosthesis for a partially edentulous patient. *J Prosthet Dent.* 2007;97(6):389-94.
50. Meloni SM, Riu GD, Pisano M, Cattina G, Tullio A. Implant treatment software planning and guided flapless surgery with immediate provisional prosthesis delivery in the fully edentulous maxilla. A retrospective analysis of 15 consecutively treated patients. *Eur J Oral Implantol.* 2010;3(3):245-51.
51. Merli M, Bernardelli F, Esposito M. Computer-guided flapless placement of immediately loaded dental implants in the edentulous maxilla: a pilot prospective case series. *Eur J Oral Implantol.* 2008;1(1):61-9.
52. Misir AF, Sumer M, Yenisey M, Ergioglu E. Effect of surgical drill guide on heat generated from implant drilling. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(22):2663-8.
53. Molinari ARDM. Comparação entre a posição virtual e a real no planejamento de reabilitações por meio de implantes osseointegráveis [dissertação]. Campinas: Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic. 2010.
54. Nickenig HJ, Eitner S. Reliability of implant placement after virtual planning of implant positions using cone beam CT data and surgical (guide) templates. *J Craniomaxillofac Surg.* 2007;35(4-5):207-11.
55. Nickenig HJ, Eitner S. An alternative method to mach planned and achieved positions of implants, after virtual planning using cone-beam CT data and surgical guide templates – a method reducing patient radiation exposure (part I). *J Craniomaxillofac Surg.* 2010;38(6):436-40.
56. Nickenig HJ, Wichmann M, Hamel J, Schlegel KA, Eitner S. Evaluation of the difference in accuracy between implant placement by virtual planning data and surgical guide templates versus the technique using cone-beam CT (part II). *J Craniomaxillofac Surg.* 2010;38(7):488-93.

57. Nikzad S, Azari A. Custom-made radiographic template, computed tomography, and computer-assisted flapless surgery for treatment planning in partial edentulous patients: a prospective 12-month study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(6):1353-9.
58. Nissan J, Barnea E, Alt I, Kolerman R. Accuracy of a laboratory-based computer implant guiding system. *Int J Oral Implantol Clin Res.* 2010;1(2):117-22.
59. Nokar S, Moslehifard E, Bahman T, Bayanzadeh M, Nasirpouri F, Nokar A. Accuracy of implant placement using a CAD/CAM surgical guide: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(3):520-6.
60. Oh TJ, Shotwell J, Billy E, Byun HY, Wang HL. Flapless implant surgery in the esthetic region: advantages and precautions. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007;27(1):27-33.
61. Oyama K, Kan JYK, Kleinman AS, Runcharassaeng K, Lozada JL, Goodacre CJ. Misfit of implant fixed complete denture following computer-guided surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(1):124-30.
62. Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(2):394-401.
63. Pettersson A, Kero T, Gillot L, Cannas B, Fäldt J, Söderberg R, et al. Accuracy of CAD/CAM-Guided surgical template implant surgery on human cadavers: part I. *J Prosthet Dent.* 2010;103(6):334-42.
64. Puig CP. A retrospective study of edentulous patients rehabilitated according to "all-on-four" or "all-on-six" immediate function concept using flapless computer-guided implant surgery. *Eur J Oral Implantol.* 2010;3(2):155-63.
65. Rao W, Benzi R. Single mandibular first molar implants with flapless guided surgery and immediate function: preliminary clinical and radiographic results of a prospective study. *J Prosthet Dent.* 2007;97(6 Suppl):S3-S14.
66. Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tardieu PB. Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. part 1: diagnostics, imaging, and collaborative accountability. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006;26(3):215-21.
67. Rousseau P. Flapless and traditional dental implant surgery: an open retrospective comparative study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(9):2299-306.
68. Ruppin J, Popovic A, Strauss M, Spüntrup E, Steiner A, Stoll C. Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(7):709-16.

69. Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J oral Maxillofac Implants*. 2003;18(4):571-7.
70. Sartori, IAM. Tratamento interdisciplinar em reabilitação protética sobreimplantes. *Rev ImplantNews*. 2007;4:10-22.
71. Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res*. 2009;20(4):73-86.
72. Schnitman PA, Lee SJ, Campard GJ, Dona M. Guided flapless surgery with immediate loading for the high narrow ridge without grafting. *J Oral Implantol*. 2012;38(3):279-88.
73. Scotti R, Pellegrino G, Machetti C, Corinaldesi G, Ciocca L. Diagnostic value of Nobelguide to minimize the need for reconstructive surgery of jaws before implant placement: a review. *Quintessence Int*. 2010;41(10):809-14.
74. Soares MM, Harari ND, Cardoso ES, Manso MC, Conz MB, Vidigal Jr GM. An in vitro model to evaluate the accuracy of guided surgery systems. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;27(4):824-31.
75. Tardieu PB, Vrielinck L, Escolaro E, Henne M, Tardieu AL. Computer-assisted implant placement: scan template, simplant, surgiguide, and safesystem. *Int J Periodontics Rest Dent*. 2007;27(2):141-9.
76. Thomé G, Sartori IAM, Bernardes SR, Melo ACM. Manual clínico para cirurgia guiada: aplicação com implantes osseointegrados. São Paulo:Santos;2009.
77. Valente F, Schirotli G, Sbrenna A. Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(2):234-42.
78. Van Assche N, Van Steenbergue D, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, et al. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol*. 2007;34(9):816-21.
79. Van Assche N, Van Steenbergue D, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy assessment of computer assisted flapless implant placement in partial edentulism. *J Clin Periodontol*. 2010;37(4):398-403.
80. Van de Velde T, Sennerby L, Bruyn H. The clinical and radiographic outcome of implants placed in the posterior maxilla with a guided flapless approach and immediately restored with a provisional rehabilitation: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21(11):1223-33.
81. Van Steenberghe D, Naert I, Andersson M, Brajnovic I, Van Cleynenbreugel J, Suetens P. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant

- loading in the maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002;17(5):663-70.
82. Van Steenberghe D, Glauser R, Blombäck U, Andersson M, Schutyser F, Pettersson A, et al. A computer tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2005;7(1):S111-20.
83. Vercruyssen M, Jacobs R, Van Assche N, Van Steenbergue D. The use of CT scan based planning for oral rehabilitation by means of implants and its transfer to the surgical field: a critical review on accuracy. *J Oral Rehabil*. 2008;35(6):454-74.
84. Verstreken K, Van Cleynenbreugel J, Martens K, Marchal G, Van Steenberghe D, Suetens P. An image-guided planning system for endosseous oral implants. *IEEE Trans Med Imaging*. 1998;17(5):842-52.
85. Viegas VN, Dutra V, Pagnoncelli RM, Oliveira MG. Transference of virtual planning and planning over biomedical prototypes for dental implant placement using guided surgery. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21(3):290-5.
86. Widmann G, Bale RJ. Accuracy in computer-aided implant surgery – a review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006;21(2):305-13.
87. Widmann G, Widmann R, Widmann E, Jaschke W, Bale RJ. In vitro accuracy of a novel registration and targeting technique for image-guided template production. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16(4):502-8.
88. Widmann G, Zangerl A, Keiler M, Stoffner R, Bale R, Puelacher W. Flapless implant surgery in the edentulous jaw based on three fixed intraoral reference points and image-guided surgical templates: accuracy in human cadavers. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21(8):835-41.
89. Wittwer G, Adeyemo WL, Wagner A, Enislidis G. Computer-guided flapless placement and immediate loading of four conical screw-type implants in the edentulous mandible. *Clin Oral Implants Res*. 2007;18(4):534-9.
90. Yong LT, Moy PK. Complications of computer-aided-design/computer-aided-machining-guided(NobelGuide™) surgical implant placement: an evaluation of early clinical results. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2008;10(3):123-7.

## 7. Apêndice

### 7.1 Artigo Científico II

Artigo elaborado para revista: *Journal of Prosthodontics*

Autores: Márcio John Thiesen<sup>1</sup>/Geninho Thomé<sup>2</sup>/Alexandre Dal Molin Molinari<sup>3</sup>/Rafael Amorin Siqueira<sup>1</sup>/Paulo Gustavo Santos<sup>1</sup>/Mylene Gonçalves<sup>1</sup>.

**Reabilitação de maxila com carga imediata com a técnica Neoguide®. Relato de caso clínico.**

***Maxilla rehabilitation with immediate loading with Neoguide technique A clinical report.***

1 – Aluno do Mestrado em Implantodontia do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO, Curitiba, Brasil.

2 - Doutor em Odontologia pelo Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic (2006). Diretor científico - Neodent Implante Osseointegrável e diretor do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO, Curitiba, Brasil.

3 – Doutor em Implantodontia, Professor do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO, Curitiba, Brasil.

#### **Correspondence:**

Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico – ILAPEO, Rua Jacarezinho 636, Mercês, Curitiba, Paraná, Brasil 041 3595 6000

Márcio John Thiesen – Avenida Sete de Setembro 321, Sala 27. Centro, Timbó, Santa Catarina, Brasil. 47 3399 0448

## Resumo

O uso de tomografias computadorizadas e softwares de planejamento de implantes tem aumentado nos últimos anos possibilitando o emprego de técnicas cirúrgicas menos invasivas. A cirurgia guiada auxiliada pelo computador, consiste no planejamento virtual tridimensional a partir de uma tomografia computadorizada, obtida com um guia tomográfico resultante da duplicação do planejamento reverso em cêra. Este planejamento possibilita a criação de um guia cirúrgico que auxilia a instalação do implante na posição determinada no planejamento virtual. O propósito deste estudo visa a reabilitação de uma maxila edentula através do emprego da técnica da cirurgia guiada auxiliada pelo computador. No planejamento virtual foram posicionados 9 implantes e durante a cirurgia instalou-se 7 implantes devido a baixa qualidade óssea para permitir a carga imediata. Uma prótese fixa acrílica com infraestrutura de metal foi instalada sobre os mini pilares 48 horas após a cirurgia. Esta técnica de cirurgia guiada planejada pelo computador realizada com guia prototipado trouxe muitos benefícios tanto para o cirurgião, laboratório e paciente, revelando ser segura e confiável desde que seja obedecido um rigoroso protocolo de execução nas fases laboratoriais, leitura da tomografia computadorizada, planejamento virtual, confecção dos guias cirúrgicos e fase cirúrgica.

Palavras-chave: Implantes Dentários; Carga Imediata em Implante Dentário; Cirurgia Assistida por Computador; Imagem Tridimensional; Projeto Auxiliado por Computador.

## Abstract

The use of CT scans and implant planning software has increased in the last years allowing the use of flapless techniques. The computer-assisted guided surgery, is the virtual 3D planning from a CT, obtained with a radiographic template resulting from the duplication of the diagnostic cast. This virtual planning allowed to create a stereolithographic surgical template. The advantage is that the implants can be installed in a position determined in the virtual planning. The purpose of this present study was to rehabilitate an edentulous jaw with the guided surgery aided by the computer technique. There were planning nine implants but there were placement seven implants due the poor bone quality to allow immediate loading. A fixed acrylic prosthesis with metal infrastructure was installed on the mini conical abutments 48 hours after surgery. The computer guided surgery performed with prototype surgical guide obtained by

stereolithography brought many benefits for both the surgeon and patient in the presented case, proving to be safe and reliable since maintained a strict performed protocol implementation in the laboratory stages, CT scanning , virtual planning, surgical guides fabrication and surgical stage.

*Key Words: Dental implants; immediate dental implant loading; surgery, computer-assisted; imaging, three-dimensional; computer-aided design*

## **Introdução**

A cirurgia guiada auxiliada pelo computador, consiste no planejamento virtual em 3D a partir de uma tomografia computadorizada, obtida com um guia tomográfico resultante da duplicação do planejamento em cera de cada caso. Este planejamento possibilita a criação um guia cirúrgico obtido por tecnologia CAD/CAM que auxilia na instalação do implante na posição determinada no planejamento obtendo grande fidelidade quanto a profundidade, posição e angulação dos implantes.<sup>1-5</sup>

Varias vantagens são atribuídas a cirurgia sem incisão: menor edema, menor desconforto, recuperação mais rápida, menor tempo operatório, sangramento mínimo e sem a necessidade de sutura.<sup>6,7</sup> Aliando o uso de softwares de planejamento e a prototipagem rápida pode-se admitir uma técnica precisa com a possibilidade de obtenção da prótese antes da execução da cirurgia.<sup>7-9</sup>

Seguindo um minucioso protocolo de execução da técnica de cirurgia guiada auxiliada pelo computador, pode-se atingir altos índices de sucesso tanto para reabilitação de elementos unitários, desdentados parciais e totais.<sup>10-15</sup>

Outro benefício da interatividade das tomografias computadorizadas permitindo a incorporação de informações da prótese, que pode ser relacionada com a anatomia regional previamente a cirurgia resultando no planejamento virtual dos implantes, está

na possibilidade de utilizá-lo como instrumento de diagnóstico, onde muitas vezes se faz necessário o posicionamento ideal e seguro do implante para preencher requisitos funcionais e estéticos da prótese<sup>16</sup> e possibilitando uma intervenção minimamente invasiva,<sup>17</sup> diminuindo a necessidade de cirurgias reconstrutivas previamente a instalação dos implantes.<sup>18,19</sup>

O propósito do presente estudo foi de relatar uma situação clínica onde utilizamos os benefícios da cirurgia guiada assistida pelo computador através de um guia cirúrgico prototipado obtido de um planejamento virtual.

### **Relato do Caso Clínico**

Um indivíduo de 67 anos apresentava extrações recentes na maxila e possuía uma prótese total superior provisória, na mandíbula apresentava uma prótese parcial. O paciente mostrou-se insatisfeito com sua situação bucal naquele momento e procurava uma solução exigindo uma prótese fixa e com menor trauma possível.

A possibilidade da execução da cirurgia guiada auxiliada pelo computador, foi oferecida e aceita pelo paciente após explicação dos riscos e benefícios, sendo assinado um termo de consentimento esclarecido.

Foram realizados todos os passos para confecção de uma prótese total para maxila (Figura 1). Foi feita uma moldagem com silicona de condensação pesada (Speedex, Coltene Suíça) e refinamento com hidrocolóide irreversível (Cavex Holland BV, Haarlem, Holanda).

Durante a prova dos dentes montados em cera, foi avaliada a estética, fonética e função sendo constatado que seria confeccionada uma prótese fixa retida por implantes (Figura 2). Esta montagem dos dentes foi duplicada em resina acrílica transparente e foi

provada e ajustada na boca até atingir uma adaptação adequada. Foram feitas irregularmente, seis perfurações com uma broca 702 de aproximadamente 1 mm de espessura e profundidade sendo preenchidas com guta-percha (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) sendo concluído o guia tomográfico (Figura 3).



Figura 1 – Foto oclusal da maxila.



Figura 2 – Prova dos dentes sem flange.



Figura 3 – Prova e ajuste do guia tomográfico.

Um registro interoclusal com silicone pesado (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) permitiu a estabilização do guia tomográfico e desocclusão das arcadas impedindo a sobreposição das bordas incisais durante a tomada tomográfica *cone-beam*.

Foi feito um escaneamento duplo, sendo a primeira tomada tomográfica do paciente com o guia tomográfico e a segunda tomada tomográfica somente do guia tomográfico. As imagens tomográficas foram obtidas por meio de um tomógrafo computadorizado de feixe cônico da marca I-Cat (Imaging Sciences, Hatfield, EUA). Os fatores de aquisição para as tomografias foram constantes: 5 mAs, 120 kV, tamanho de *voxel* de 250  $\mu\text{m}$ , com tempo de exposição de 26 segundos.

Os arquivos Dicom gerados da tomografia cone-beam foram convertidos e inseridos no *software* Neoguide Planner® (Neodent, Curitiba, Brasil). As imagens isoladas do paciente com o guia e somente do guia foram alinhadas por meio da sobreposição das marcações hiperdensas de guta-percha (Figura 4).

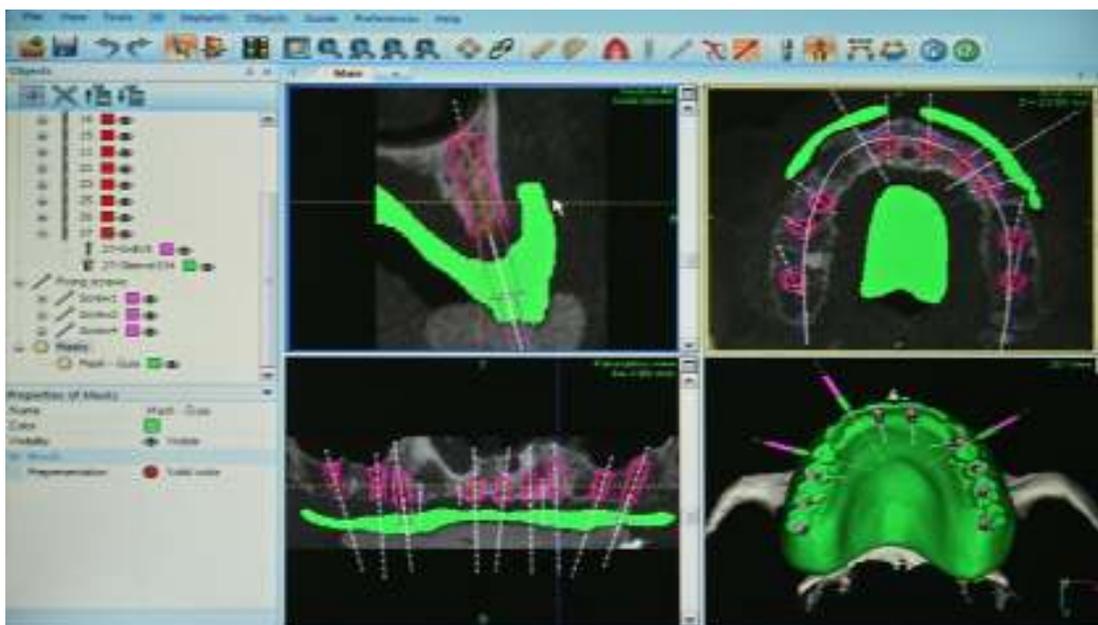


Figura 4 – Vista do *software* Neoguide Planner Light mostrando os 9 implantes planejados e os 3 pinos de retenção.

Foram planejados nove implantes e três pinos de fixação sem interferir com o posicionamento dos implantes, para estabilização do guia cirúrgico prototipado durante a cirurgia. Após a conclusão do planejamento virtual o arquivo do planejamento foi enviado a fábrica Neodent® (Neodent, Curitiba, Brasil) para confecção do guia cirúrgico prototipado (Objet Eden 260v, EUA) conforme requisitos do protocolo de cirurgia guiada do sistema Neoguide® (Neodent, Curitiba, Brasil) (Figura 5).

Seguiu-se com a prova e ajuste em boca, um index de silicone de condensação foi feito para estabilização do guia e fixação dos 3 pinos de retenção. Um parafuso de

enxerto ósseo autoperfurante de 1,5 mm de diâmetro foi utilizado no palato para auxiliar na estabilização do guia.

Este paciente não apresentou alterações sistêmicas que contra indicassem um procedimento cirúrgico e também não era fumante. A anestesia com feita com cloridrato de mepivacaína 1:100.000 (DFL, Rio de Janeiro, Brasil) e foram instalados 6 implantes cilíndricos Titamax Ex (Neodent, Curitiba, Brasil) com um torque de inserção superior a 45Ncm e um implante cônico Alvim (Neodent, Curitiba, Brasil) com torque de inserção de 32 Ncm, sendo todos de plataforma cone Morse.

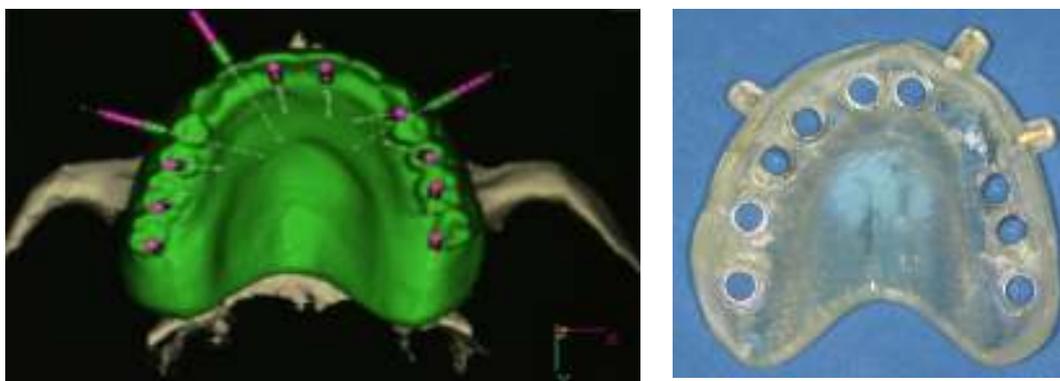


Figura 5 – Vista oclusal do software de planejamento e guia prototipado concluído obtido por estereolitografia.

Os sete implantes instalados corresponderam as regiões dos elementos 17, 15, 11, 21, 23, 25 e 26. Com exceção do implante relativo ao elemento 17, os demais implantes estavam de acordo com as dimensões planejadas para cada local (Figura 6).

Foram instalados mini pilares retos sobre os implantes. Sobre estes mini pilares foram parafusados os cilindros de transferência (transfers). O guia tomográfico foi transformado em moldeira individual. Uma moldagem aberta esplintada com resina de rápida polimerização (Pattern Resin LS, GC America Inc, Alsip, EUA) unindo os transfers e a moldeira, possibilitou a transferência da posição dos mini pilares e o registro da dimensão vertical de oclusão (Figura 7). Cilindros de proteção foram instalados sobre os mini pilares enquanto a prótese era confeccionada.



Figura 6 – Instalação dos implantes com o guia cirúrgico em posição e vista oclusal do pós-operatório logo após a remoção do guia cirúrgico prototipado.



Figura 7 – Moldagem de transferência da posição dos mini pilares retos esplintada com o guia tomográfico transformado em moldeira individual.

Uma prótese fixa acrílica confeccionada sobre uma infraestrutura de metal foi instalada passivamente 48h após o término da cirurgia, e pequenos ajustes oclusais foram realizados atendendo aos requisitos estéticos, fonéticos e funcionais. Uma radiografia panorâmica (Orthophos, Sirona, Bensheim, Alemanha) foi obtida 3 meses após a conclusão do caso (Figuras 8 e 9).



Figura 8 – Caso inicial a esquerda e finalizado com prótese fixa acrílica a direita após três meses.

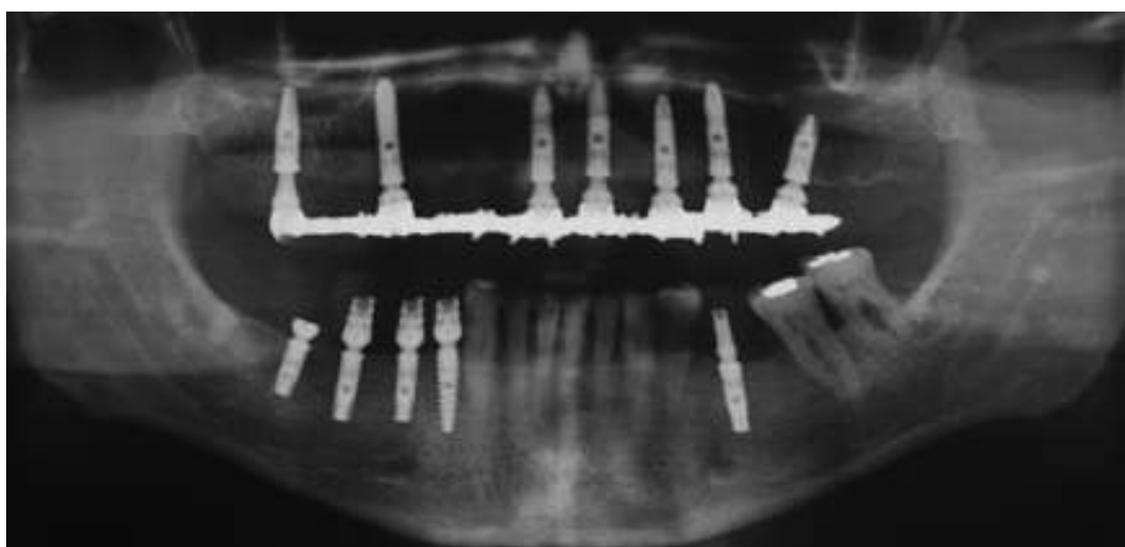


Figura 9 – Radiografia panorâmica dos implantes instalados e prótese fixa acrílica parafusada sobre os implantes três meses após.

## Discussão

A utilização dos sistemas de CAD/CAM vem crescendo e auxiliando cada vez mais na resolução dos diversos casos na Odontologia. Trouxe com o planejamento virtual e a prototipagem rápida uma maior segurança no diagnóstico e plano de tratamento. Muitas vezes simplifica o ato cirúrgico evitando cirurgias reconstrutivas previamente a instalação dos implantes,<sup>3</sup> fornecendo alta precisão na transferência do plano de tratamento para o ato cirúrgico tanto na forma minimamente invasiva quanto guias que necessitem o descolamento do retalho.<sup>17,20</sup>

Entretanto, a indicação da cirurgia guiada sem retalho com ou sem carga imediata pode ficar limitada a um número restrito de pacientes, devido a disponibilidade e anatomia óssea e a presença de mucosa ceratinizada.<sup>21</sup> Tornando-se previsível desde que a seleção do paciente e a técnica cirúrgica sejam adequadas.<sup>7,22</sup>

Excelentes resultados estão descritos na literatura para guias suportados pela mucosa quando foi utilizado uma fixação rígida do guia incorporado de anilhas metálicas destinado a um kit de brocas específicos guiando também a instalação do implantes.<sup>23-25</sup> Sendo que um sistema semelhante foi utilizado no presente estudo.

Para reabilitação de maxilas edêntulas, pode-se planejar mais implantes do que o necessário, fornecendo mais opções de instalação visando uma melhor distribuição dos implantes, procurando também, atingir o torque necessário para carga imediata. No caso apresentado foram planejados 9 implantes mas 7 foram instalados porque atingiram uma estabilidade primária acima de 32 Ncm.

Durante a instrumentação dos implantes, foi constada a presença de um osso tipo IV na região posterior da maxila correspondente ao elemento 17, sendo aplicada a técnica de sub instrumentação para que o torque de inserção não fosse inferior a 32Ncm

para aplicação da carga imediata. Neste local foi instalado um implante cônico Alvim, pois seu desenho permite expansão óssea em locais com pouca densidade óssea, atingindo o torque de inserção necessário para carga imediata.

Neste local uma pequena incisão foi realizada com a finalidade de visualizar o local da perfuração. Após o descolamento do retalho foi constatado que o local e a profundidade da perfuração do implante estavam fiel ao planejado.

Na literatura demonstrou-se que 96,6% dos implantes planejados foram instalados e 86,6% deles estavam precisos quanto a posição, tamanho e em relação a anatomia regional.<sup>26</sup>

Antes da execução da cirurgia guiada na maxila, em outro momento foi realizada a instalação de cinco implantes na mandíbula com carga imediata, sendo que o implante relativo a posição do elemento 47 não atingiu a estabilidade primária necessária recebendo um cicatrizador. Estes procedimentos na mandíbula foram necessários, para que fosse possível obter uma estabilidade oclusal no momento da instalação da prótese fixa acrílica na maxila.

Há a possibilidade da instalação da prótese provisória imediatamente após o término do ato cirúrgico em decorrência da transferência das informações protéticas e do contorno gengival para a tomografia computadorizada.<sup>27,28</sup> Entretanto complicações podem ocorrer em 42% dos casos,<sup>29</sup> pois de 31 casos registrados em um estudo, 11 apresentaram problemas como: quebra do guia cirúrgico (3), falta de adaptação da prótese sobre os implantes (5) e ajustes oclusais extensos (3).<sup>30</sup> Em outro trabalho dos 13 casos estudados, em 4 não foi possível a adaptação da prótese provisória após a cirurgia.<sup>31</sup> Consequentemente as complicações protéticas são consideravelmente maiores que as cirúrgicas.<sup>32</sup>

Um estudo recente revelou 17,74% de complicações cirúrgicas e 16,67% de complicações protéticas.<sup>33</sup> Nos casos em que se deseja instalar uma prótese imediatamente após a cirurgia foi recomendado o uso de próteses provisórias do que próteses com barra metálica fresada, pois ocorre desadaptação das próteses confeccionadas previamente ao ato cirúrgico.<sup>7,34,35</sup> Em contrapartida, um estudo *in vitro*, demonstrou ser possível planejar uma estrutura de metal pré-fabricada para a prótese provisória antes da cirurgia.<sup>36</sup>

Algumas desvantagens são atribuídas a cirurgia guiada auxiliada pelo computador: complexidade do sistema, custo adicional, preparo prévio com vários passos clínicos, aquecimento do osso devido a dificuldade de acesso da irrigação diretamente no osso.<sup>9,37</sup> O uso de irrigação externa, brocas novas e baixa velocidade podem evitar o aquecimento do osso.<sup>38</sup> E em muitos casos o sucesso do tratamento parece compensar o investimento, especialmente quando a prótese para preencher os requisitos funcionais e estéticos depende do posicionamento seguro e escolha precisa dos implantes.<sup>15,39</sup>

A taxa de sucesso para instalação dos implantes guiados auxiliados pelo computador utilizando guias prototipados para um período médio de acompanhamento de 12 a 24 meses foi de 98% a 100%<sup>3,10,13,32,34,40</sup> sendo semelhante as cirurgias convencionais com retalho e sem guias prototipados,<sup>7,22</sup> entretanto quando foi ampliado o tempo de acompanhamento esta taxa de sucesso caiu para 89%.<sup>29</sup> Em contra partida foi encontrada uma taxa de sucesso de 96,3% aos 4 anos de acompanhamento.<sup>41</sup> Também afirmou-se que o índice de sobrevivência dos implantes varia de 89% a 92%.<sup>38</sup> E para um período de 5 anos encontramos resultados de 91 a 100% de sucesso.<sup>42</sup>

Finalizando foi constatado uma rápida recuperação, sem a presença de edema, sangramento e pouca dor no caso apresentado, deixando o paciente muito satisfeito com

o resultado, sendo que o mesmo foi instruído a retornar para controle do caso e trocar a prótese fixa acrílica por uma prótese fixa em cerâmica num prazo de 6 meses a 1 ano.

### **Conclusão**

A técnica da cirurgia guiada planejada pelo computador realizada com guia prototipado obtidos por prototipagem rápida trouxe muitos benefícios tanto para o cirurgião, laboratório e paciente no caso apresentado, revelando ser segura e confiável desde que seja obedecido um rigoroso protocolo de execução nas fases laboratoriais, leitura da tomografia computadorizada, planejamento virtual, confecção dos guias cirúrgicos e fase cirúrgica.

### **Referências**

1. Almeida EO, Pellizzer EP, Goiatto MC, et al: Computer-guided surgery in implantology: review of basic concepts. *J Craniofac Surg* 2010; 21:1917-1921.
2. Van Assche N, Van Steenbergue D, Quirynen M, et al: Accuracy assessment of computer assisted flapless implant placement in partial edentulism. *J Clin Periodontol* 2010;37:398-403.
3. Malo P, Nobre MA, Lopes A: The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months. *J Prosthet Dent* 2007;97:526-534.
4. Nikzad S, Azari A: Custom-made radiographic template, computed tomography, and computer-assisted flapless surgery for treatment planning in partial edentulous patients: a prospective 12-month study. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:1353-1359.
5. Van de Velde T, Sennerby L, Bruyn H: The clinical and radiographic outcome of implants placed in the posterior maxilla with a guided flapless approach and immediately restored with a provisional rehabilitation: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:1223-233.
6. Campelo LD, Camara JRD: Flapless implant surgery: a 10-year clinical retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:271-276.

7. Arisan V, Karabuda CZ, Özdemir T: Implant surgery using bone and mucosa-supported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. standart techniques. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:980-988.
8. Ganz SD: Presurgical planning with CT-derived fabrication of surgical guides. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63(2):59-71
9. Azari A, Nikzad S: Flapless implant surgery: review of the literature and report of 2 cases with computer-guided surgical approach. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:1015-1021.
10. Rao W, Benzi R: Single mandibular first molar implants with flapless guided surgery and imediate function: preliminary clinical and radiographic results of a prospective study. *J Prosthet Dent* 2007;97:S3-S14.
11. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ: A protocol for immediate placement of a prefabricated screw-retained provisional prosthesis using computed tomography and guided surgery and incorporating planned alveoplasty. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011;31:49-55.
12. Tardieu PB, Vrielinck L, Escolaro E, et al: Computer-assisted implant placement: scan template, simplant, surgiguide, and safesystem. *Int J Periodontics Rest Dent* 2007;27:141-149.
13. Amorfini L, Storelli S, Romeo E: Rehabilitation of a dentate mandible requiring a full arch rehabilitation. Immediate loading of a fixed complete denture on 8 implants placed with a boné-supported surgical computer-planned guide: a case report. *J Oral Implantol* 2011;(37):106-113.
14. Puig CP: A retrospective study of edentulous patients rehabilitated according to “all-on-four” or “all-on-six” immediate function concept using flapless computer-guided implant surgery. *Eur J Oral Implantol* 2010;3(2):155-163.
15. Mandelaris GA, Rosenfeld AL, King SD, et al: Computer-guided implant dentistry for precise implant placement: combining specialized stereolithographically generated drilling guides and surgical implant instrumentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30:275-281.
16. Widmann G, Bale RJ: Accuracy in computer-aided implant surgery – a review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:305-313.
17. Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tardieu PB: Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. part 1: diagnostics, imaging, and collaborative accountability. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:215-221.

18. Scotti R, Pellegrino G, Machetti C, et al: Diagnostic value of Nobelguide to minimize the need for reconstructive surgery of jaws before implant placement: a review. *Quintessence Int* 2010;41:809-814.
19. Schnitman PA, Lee SJ, Campard GJ, et al: Guided flapless surgery with immediate loading for the high narrow ridge without grafting. *J Oral Implantol* 2012;38(3):279-88.
20. Koshy E, Surathu N, Philip SR: Computer guided implant surgery: a clinical report. *Int J Clin Implant Dents* 2009;1(2):23-29.
21. Katsoulis J, Pazera P, Mericske-Stern R: Prosthetically driven, computer-guided implant planning for the edentulous maxilla: a model study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11(3):238-245.
22. Rousseau P: Flapless and traditional dental implant surgery: an open retrospective comparative study. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:2299-2306.
23. Arisan V, Karabuda ZC, Özdemir T: Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computed tomography-based clinical comparative study. *J Periodontol* 2010;81:43-51.
24. Cassetta M, Stefanelli LV, Giansanti M, et al: Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical template. *Int J Oral Maxillofac* 2012;27:655-663.
25. Behneke A, Burwinkel M, Behneke N: Factors influencing transfer accuracy of cone beam CT-derived template-based implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:416-423.
26. Fortin T, Bosson JL, Coudert JL, et al: Reliability of preoperative planning of an image-guided system for oral implant placement based on 3 dimensional images: an in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:886-893.
27. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ: Surgical planning and prosthesis construction using computer technology and medical imaging for immediate loading of implants in the pterygomaxillary region. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:239-247.
28. Marchack CB: CAD/CAM-guided implant surgery and fabrication of an immediately loaded prosthesis for a partially edentulous patient. *J Prosthet Dent* 2007;97:389-394.
29. D'haese J, Van De Velde T, Komiyama A, et al: Accuracy and complications using computer-designed stereolithographic surgical guides for oral rehabilitation by means of dental implants: a review of the literature. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14(3):321-335.
30. Komiyama A, Klinge B, Hultin M: Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:677-685.

31. Merli M, Bernardelli F, Esposito M: Computer-guided flapless placement of immediately loaded dental implants in the edentulous maxilla: a pilot prospective case series. *Eur J Oral Implantol* 2008;1(1):61-70.
32. Yong LT, Moy PK: Complications of computer-aided-design/computer-aided-machining-guided(NobelGuide™) surgical implant placement: an evaluation of early clinical results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10(3):123-127.
33. Di Giacomo GA, Silva JV, Silva AM, et al: Accuracy and complications of computer-designed selective laser sintering surgical guides for flapless dental implant placement and immediate definitive prosthesis installation. *J Periodontol* 2012;83:410-419.
34. Oyama K, Kan JYK, Kleinman AS, et al: Misfit of implant fixed complete denture following computer-guided surgery. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:124-130.
35. Abboud M, Wahl G, Guirado JLC, et al: Application and success of two stereolithographic surgical guide systems for implant placement with immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2012;27:634-643.
36. Casap N, Laviv A, Wexler A: Computerized navigation for immediate loading of dental implants with a prefabricated metal frame: a feasibility study. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:512-519.
37. Misir AF, Sumer M, Yenisey M, et al: Effect of surgical drill guide on heat generated from implant drilling. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2663-2668.
38. Block MS, Chandler C: Computed tomography-guided surgery: complications associated with scanning, processing, surgery, and prosthetics. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:13-22.
39. Nickenig HJ, Eitner S: Reliability of implant placement after virtual planning of implant positions using cone beam CT data and surgical (guide) templates. *J Craniomaxillofac Surg* 2007;35:207-211.
40. Wittwer G, Adeyemo WL, Wagner A, et al: Computer-guided flapless placement and immediate loading of four conical screw-type implants in the edentulous mandible. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:534-539.
41. Berdugo M, Fortin T, Blanchet E, et al: Flapless implant surgery using an image-guided system. A 1- to 4- year retrospective multicenter comparative clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010;12(2):142-152.
42. Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, et al: A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(4):73-86.

7.2 Resultados dos desvios angulares de cada análogo e média, desvio padrão de cada amostra.

Amostras		Desvio Angular	Média	DP
1	Analago 1	-		
	Analago 2	1,02		
	Analago 3	3,99		
	Analago 4	1,58		
	Analago 5	1,31		
	Analago 6	3,07		
			2,19	1,14
2	Analago 1	-		
	Analago 2	0,15		
	Analago 3	0,66		
	Analago 4	0,74		
	Analago 5	0,71		
	Analago 6	2,73		
	Analago 7	2,10		
			1,18	0,91
3	Analago 1	-		
	Analago 2	1,94		
	Analago 3	0,68		
	Analago 4	3,93		
			2,18	1,34
4	Analago 1	-		
	Analago 2	0,09		
	Analago 3	3,23		
	Analago 4	4,04		
	Analago 5	6,38		
	Analago 6	12,35		
	Analago 7	16,82		
			7,15	5,72
5	Analago 1	-		
	Analago 2	5,57		
	Analago 3	5,06		
	Analago 4	0,48		
	Analago 5	2,41		
	Analago 6	4,40		
			3,58	1,89
6	Analago 1	-		
	Analago 2	1,79		

	Analago 3	1,69		
	Analago 4	0,50		
	Analago 5	3,97		
	Analago 6	2,86		
			2,16	1,17
7	Analago 1	-		
	Analago 2	2,77		
	Analago 3	3,96		
	Analago 4	4,08		
	Analago 5	0,27		
			2,77	1,53
8	Analago 1	-		
	Analago 2	2,04		
	Analago 3	1,47		
	Analago 4	2,32		
	Analago 5	2,33		
	Analago 6	1,39		
			1,91	0,41
9	Analago 1	-		
	Analago 2	0,23		
	Analago 3	0,52		
	Analago 4	2,54		
	Analago 5	0,84		
	Analago 6	3,02		
			1,43	1,13
10	Analago 1			
	Analago 2	8,14		
	Analago 3	2,79		
	Analago 4	9,75		
	Analago 5	7,74		
			7,11	2,60
	<b>Média</b>	<b>3,17</b>		

## 8. Anexo

Artigo I de acordo com as normas da revista:

International Journal of Oral & Maxillofacial Implants

[http://www.quintpub.com/journals/omi/jomi\\_authorguide.pdf](http://www.quintpub.com/journals/omi/jomi_authorguide.pdf)

Artigo II de acordo com as normas da revista:

Journal of Prosthodontics

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1532-49X/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1532-49X/homepage/ForAuthors.html)