

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**

**Programa de Pós-graduação**

**Mestrado em Odontologia**

**Carlos Kiyoshi Moreira Massuda**

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DA TÉCNICA DE CIRURGIA  
VIRTUALMENTE GUIADA PARA INSTALAÇÃO DE IMPLANTES: UM  
ESTUDO CLÍNICO COMPARATIVO ENTRE O PLANEJAMENTO  
VIRTUAL X REAL**

**São Paulo**

**2020**

**Carlos Kiyoshi Moreira Massuda**

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DA TÉCNICA DE CIRURGIA  
VIRTUALMENTE GUIADA PARA INSTALAÇÃO DE IMPLANTES: UM  
ESTUDO CLÍNICO COMPARATIVO ENTRE O PLANEJAMENTO  
VIRTUAL X REAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Universidade Santo Amaro - UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de concentração em Implantodontia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Yeon Jung Kim

**São Paulo**

**2020**

M372a Massuda, Carlos Kiyoshi Moreira

Avaliação da precisão da técnica de cirurgia virtualmente guiada para instalação de implantes: um estudo clínico comparativo entre o planejamento virtual x real / Carlos Kiyoshi Moreira Massuda. – São Paulo, 2020.

58 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia com área de concentração em Implantodontia) – Universidade Santo Amaro, 2020.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Yeon Jung Kim

1. Implantes dentários. 2. Cirurgia assistida por computador. 3. Simulação por computador. I. Kim, Yeon Jung, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

Elaborado por Ricardo Pereira de Souza – CRB 8 / 9485

**Carlos Kiyoshi Moreira Massuda**

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DA TÉCNICA DE CIRURGIA  
VIRTUALMENTE GUIADA PARA INSTALAÇÃO DE IMPLANTES: UM  
ESTUDO CLÍNICO COMPARATIVO ENTRE O PLANEJAMENTO  
VIRTUAL X REAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Universidade Santo Amaro - UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de concentração em Implantodontia.  
Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Yeon Jung Kim

São Paulo, 10 de Fevereiro de 2020

**Banca Examinadora**

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Yeon Jung Kim

Doutora em Odontologia – Área de Concentração: Periodontia - UNESP

---

Prof. Dr. Wilson R. Sendyk

Doutor em Odontologia – Área de Concentração: Periodontia - USP

---

Prof. Dr. Ricardo Violante de Souza

Doutor em Ciências – Área de Concentração: Clínica Cirúrgica - USP

Conceito Final: \_\_\_\_\_

Dedico esse trabalho aos meus pais,  
Kiyoshi (*in memoriam*) e Eponina (*in  
memoriam*), pelo exemplo de luta e  
dedicação a família, espelho para a  
minha caminhada.

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus, que com seu infinito amor e bondade, concedeu mais essa oportunidade em minha trajetória de vida.

A minha amada companheira, Marcia Rosa, pelo incentivo constante, paciência, compreensão e por participar diretamente me auxiliando em todas as cirurgias da pesquisa.

A toda minha família, que sempre me apoiou para que chegasse até aqui. Em especial o meu irmão Honório Massuda, exemplo e inspiração na busca da evolução profissional.

A Universidade Santo Amaro, pela oportunidade de participar do Mestrado em Odontologia e a concessão da bolsa de estudo.

Ao meu Ilustre Professor Doutor Wilson Roberto Sendyk, coordenador do programa de Mestrado em Odontologia da Universidade Santo Amaro, pela oportunidade concedida e por compartilhar seus ensinamentos sempre com dedicação e humildade, incentivando a busca do conhecimento científico.

A minha orientadora, Professora Doutora Yeon Jung Kim, por acreditar no projeto e me guiar na condução da pesquisa, com seus ensinamentos, dedicação e paciência.

Ao corpo docente, Professores Doutores do programa do Mestrado em Odontologia da UNISA, por todos os ensinamentos compartilhados, contribuindo diretamente na minha formação e evolução.

Ao Professor João Moraes, pelo apoio fundamental na viabilização da pesquisa.

A minha prima, Luciana Murayama, pela participação na obtenção das mensurações dos dados.

Aos colegas mestrandos, por dividirem comigo experiências, conhecimentos e momentos agradáveis de convivência nessa caminhada.

A Márcia e Amanda da secretaria da pós-graduação, por todo apoio prestado.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

*(Madre Teresa de Calcutá)*

## RESUMO

O posicionamento adequado dos implantes osseointegrados deve ser planejado pela restauração protética e é a chave para se alcançar um resultado estético, funcional e de sucesso a longo prazo. A cirurgia virtualmente guiada apresenta uma maior previsibilidade no posicionamento dos implantes. O objetivo deste estudo clínico foi avaliar a precisão da técnica da cirurgia virtualmente guiada associada ao escaneamento intraoral em pacientes desdentados parciais, através da sobreposição entre as tomografias pré e pós-operatórias, do planejamento virtual e da cirurgia guiada realizada. Foram mensuradas quatro variáveis entre os implantes virtualmente planejados e os implantes instalados: desvio angular, desvio coronal no ponto de entrada, desvio apical e desvio vertical. Pacientes com ausências parciais de elementos dentários (1 a 4 elementos) na maxila ou mandíbula, com rebordo ósseo residual apresentando altura mínima de 6 mm e largura mínima de 3.5 mm, foram incluídos no estudo. Todos os pacientes realizaram exame pré-operatório de tomografia computadorizada cone beam e tiveram as suas arcadas escaneadas com escâner intraoral Trios® (3Shape). Os dados obtidos foram integrados no software 3D ImplantViewer 3.5 (Anne Solutions) para a realização do planejamento virtual dos implantes e do guia cirúrgico prototipado, que foi posteriormente impresso em uma impressora 3D Form 2 (Formlabs). Um total de 11 pacientes, 7 mulheres e 4 homens, com média de idade de 49 anos ( $\pm 16,28$ ) receberam 18 implantes instalados através da técnica da cirurgia virtualmente guiada. Quinze dias após a cirurgia, todos os pacientes realizaram a tomografia pós-operatória. Os dados das tomografias pré e pós-operatórias foram sobrepostos no software ImplantViewer 3.5 e exportados para realização das mensurações das variáveis no software Rhino 6 (Rhinoceros). O resultado do estudo mostrou desvios em todos os parâmetros analisados. O desvio médio angular em todas amostras foi  $2,68 \pm 1,62^\circ$ , o desvio médio coronal foi de  $0,82 \pm 0,44$  mm; o desvio médio apical foi de  $1,14 \pm 0,44$  mm; o desvio médio vertical foi de  $0,62 \pm 0,44$  mm. Na análise das variáveis de acordo com o comprimento dos implantes (implantes  $\geq 10$  mm e implantes  $< 10$  mm), não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Pode-se concluir com o estudo que, a cirurgia de implante virtualmente guiada associada ao escaneamento intraoral possibilita uma realidade clínica atual, pela sua previsibilidade, com um menor tempo cirúrgico e com menor morbidade para o paciente. Porém, desvios angulares e lineares ocorrem e devem ser considerados no planejamento para instalação dos implantes, principalmente em regiões próximas a estruturas anatômicas importantes.

Palavras chaves: Implantes dentários. Cirurgia assistida por computador. Simulação por Computador.

## ABSTRACT

Proper positioning of osseointegrated implants should be planned by prosthetic restoration and is the key to achieving a long-term aesthetic, functional and successful outcome. Virtually guided surgery has greater predictability in implant placement. The aim of this clinical study was to evaluate the accuracy of the virtually guided surgery technique associated with intraoral scanning in partial edentulous patients by overlapping pre and postoperative tomography, virtual planning and guided surgery. Four variables were measured between virtually planned implants and installed implants: angular deviation, coronal deviation at entry point, apical deviation and vertical deviation. Patients with partial absence of dental elements (1 to 4 elements) in the maxilla or mandible, with residual bone ridge presenting a minimum height of 6 mm and a minimum width of 3.5 mm, were included in the study. All patients underwent a preoperative examination of cone beam computed tomography and had their arches scanned with Trios® (3Shape) intraoral scanner. The data obtained were integrated into the ImplantViewer 3.5 3D software (Anne Solutions) to perform the virtual implant planning and prototyped surgical guide, which was later printed on a Form 2 (Formlabs) 3D printer. A total of 11 patients, 7 women and 4 men, with a mean age of 49 years ( $\pm 16,28$ ) received 18 implants installed using the virtually guided surgery technique. Fifteen days after surgery, all patients underwent postoperative tomography. Pre and postoperative tomography data were overlaid in ImplantViewer 3.5 softwares and exported to perform variable measurements in Rhino 6 (Rhinoceros) software. The study result showed deviations in all parameters analyzed. The mean angular deviation in all samples was  $2.68 \pm 1.62^\circ$ , the coronal mean deviation was  $0.82 \pm 0.44$  mm; the mean apical deviation was  $1.14 \pm 0.44$  mm; the average vertical deviation was  $0.62 \pm 0.44$  mm. In the analysis of the variables according to implant length (implants  $\geq 10$  mm and implants  $<10$  mm), no statistically significant difference was found between the groups. It can be concluded from the study that virtually guided implant surgery associated with intraoral scanning enables a current clinical reality, due to its predictability, shorter surgical time and lower patient morbidity. However, angular and linear deviations occur and should be considered in the planning for implant installation, especially in regions close to important anatomical structures.

Keywords: Dental Implants. Computer assisted surgery. Computer Simulation.

## Lista de Figuras

Figura 1 - A. escaneamento intraoral do paciente; B. arcadas escaneadas. ....	35
Figura 2 – Software ImplantViewer 3.5. Integração dos arquivos no formato DICOM da tomografia computadorizada e formato STL do escaneamento intraoral. ....	36
Figura 3 – Software ImplantViewer 3.5 – Planejamento virtual: enceramento virtual do dente e seleção do implante. ....	36
Figura 4 – Software ImplantViewer 3.5– A. Cortes parassagitais com implante planejado. B. Janela 3D mostrando posicionamento do implante em relação a arcada.....	37
Figura 5 – Software ImplantViewer 3.5 – Guia cirúrgica planejada. ....	37
Figura 6 – A. Impressora Form 2 (Formlabs); B. Guia cirúrgico prototipado impresso.....	37
Figura 7 - A. Anestesia na região do pino de fixação; B. Fresagem para fixação dos pinos.....	39
Figura 8 - A. Guia cirúrgico fixado com pinos de fixação; B. anestesia infiltrativa na região dos implantes. ....	39
Figura 9 - A. Osteotomia com fresas e guia redutor de fresa; B. instalação dos implantes.....	39
Figura 10 – Kits cirurgia guiada Sin. A. Kit Strong SW; B. Kit Unitite. ....	40
Figura 11 –Sobreposição 3D do planejamento virtual e pós-operatório. ....	41
Figura 12 – Sobreposição dos implantes planejados e implantes instalados. ....	42
Figura 13 – Software Rhinoceros – mensuração dos desvios entre implante virtualmente planejado e implante realizado. ....	43
Figura 14 – Esquema das mensurações analisadas: A. desvio coronal entre implante planejado e o implante instalado; B. desvio apical entre implante planejado e instalado; $\alpha$ . desvio angular entre implante planejado e instalado; Y. desvio linear vertical. ....	44

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Mensurações dos desvios coronais, apicais, verticais (em mm), dos desvios angulares (em graus), média e desvio padrão, entre os implantes virtualmente planejados e implantes instalados reais nos 11 pacientes.....	46
<b>Tabela 2</b> - Comparação entre os implantes menores que 10mm e maiores 10mm de comprimento. ....	47

## Lista de Abreviaturas e Siglas

CAD/CAM	<i>Computer Assisted Design/Computer Assisted Manufacturing</i>
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
IC	Intervalo de confiança
ISQ	Quociente de estabilidade implantar
Ncm	Newton.centímetro
mm	Milímetros
AFR	Análise de frequência por ressonância
STL	<i>Standard Tessellation Language</i>
SLA	Estereolitografia
TC	Tomografia computadorizada
TCCB	Tomografia computadorizada cone beam

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 - REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
<b>3 – OBJETIVOS.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 - OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>33</b>
<b>4 - MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 – SELEÇÃO DE PACIENTES.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 – DELINEAMENTO DO ESTUDO.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.1 - PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.2 - ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>44</b>
<b>5 - RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
<b>6 - DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>7 - CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO 1 - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa</b>	
<b>ANEXO 2 –Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b>	

## 1 – INTRODUÇÃO

O sucesso no tratamento com implantes osseointegrados depende da integração de vários fatores como paciente, plano de tratamento, fatores cirúrgicos, protéticos e técnico da restauração do implante. A evolução dos conceitos da implantodontia busca a melhoria dessas variáveis.

O posicionamento correto do implante é condição fundamental para obtenção de uma restauração estética e funcional aceitável, possibilitando sua manutenção através de uma higiene bucal adequada. A colocação do implante em uma posição diferente da pré-determinada, pode representar um desafio significativo na futura reconstrução de uma restauração protética aceitável (TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019).

No decorrer dos anos, modificações nas técnicas cirúrgicas foram ocorrendo, com intuito de otimizar resultados e reduzir traumas cirúrgicos. Vários desenhos de retalhos cirúrgicos foram desenvolvidos considerando as zonas estéticas críticas. Em regiões de quantidades ósseas limitadas, a elevação do retalho mucoperiósteo facilita a visualização da quantidade e morfologia óssea local, podendo reduzir os riscos de fenestrações e deiscências. Entretanto, a elevação do retalho está sempre associada a grau de morbidade e possibilidade de recessão gengival. O conceito de instalação de implantes por meio de procedimentos sem elevação de retalhos foi introduzido, trazendo como vantagem menor morbidade, preservação do suprimento vascular e contornos dos tecidos moles existentes. Com os avanços tecnológicos, como a utilização das tomografias computadorizadas associadas a softwares de planejamento desenvolvidos, permitiu a avaliação tridimensional das áreas de disponibilidades ósseas para instalação de implantes. Conseqüentemente, esses avanços contribuíram para a popularização da cirurgia de implantes sem retalho (BRODALA, 2009; WANG et al., 2017).

A técnica da cirurgia guiada de implantes é baseada na obtenção de dados 3D associada a tecnologia CAD/CAM (*computer-aided design/computer-aided manufacturing*). A tomografia computadorizada cone beam (TCCB) irá oferecer uma representação detalhada tridimensional do osso alveolar e dentes. Um escaneamento óptico das arcadas ou de modelos das arcadas deve ser realizado com objetivo de

obter uma representação 3D dos dentes e tecidos moles. O arquivo DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) gerado pela tomografia computadorizada e o arquivo STL (*Standard Tessellation Language*) gerado pelo escaneamento óptico, são importados para um software de planejamento que reconstrói a anatomia dental, tecidos duros e moles possibilitando o planejamento virtual em 3D do implante. Com o planejamento virtual da cirurgia finalizado, o software de planejamento permite a exportação do arquivo para fabricação de um guia cirúrgico prototipado através de impressão 3D ou fresagem. O planejamento cirúrgico virtual é transferido para a cirurgia real através do guia cirúrgico estático prototipado, com mangas metálicas e utilização de kits específicos de cirurgia guiada (POZZI et al., 2014; KIATKROEKKRAI et al., 2019; AL YAFI; CAMENISCH; AL-SABBAGH, 2019).

O surgimento da cirurgia guiada do implante através da simulação em um software de planejamento cirúrgico, trouxe uma melhoria no planejamento do tratamento e uma colocação mais precisa do implante (VAN DE VELDE; SENNERBY; DE BRUYN, 2010).

A cirurgia guiada apresenta vantagens tais como: menor morbidade para o paciente, redução do tempo cirúrgico, melhor precisão cirúrgica, redução dos sintomas pós-operatórios com cicatrização mais rápida (FORTIN et al., 2006). Outra vantagem é a possibilidade de minimizar riscos de potenciais lesões a estruturas anatômicas críticas nas cirurgias de implantes (APOSTOLAKIS; BROWN, 2012).

A justificativa dessa pesquisa está baseada em que avaliar a precisão da técnica da cirurgia virtualmente guiada através da análise do planejamento virtual comparando com cirurgia real, pode possibilitar de forma segura a instalação de implantes, aproveitando melhor a disponibilidade óssea e com segurança em relação aos acidentes anatômicos importantes.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

Godfrey Newbold Hounsfield, nos anos 70, desenvolveu um método de adquirir radiografias em diferentes direções e/ou ângulos que poderiam ser digitalmente processados para uma representação tridimensional. Esta nova técnica foi denominada de tomografia axial informatizada e posteriormente tomografia computadorizada. Em 1993, a Columbia Scientific inc (Glen burnie, MD, USA) desenvolveu a primeira versão do software de planejamento SimPlant que possibilitou aos profissionais a capacidade de visualizar e interagir com a tomografia computadorizada, permitindo a colocação virtual de implantes e analisar as suas implicações protéticas. Possibilitou o planejamento de implantes de dimensões exatas em vistas transversais, axiais e panorâmicas de imagens da tomografia computadorizada (AZARI; NIKZAD, 2008). Em 2002, Materialise (Leuven, Bélgica) adquiriu a Columbia Scientific e introduziu a tecnologia para perfuração de osteotomias com direção e profundidade exatas através de um guia cirúrgico (D'HAESE et al., 2017).

Segundo a declaração do consenso publicado em 2009, a cirurgia guiada por computador utiliza de uma guia cirúrgica estática que reproduz a posição virtual do implante diretamente de dados da tomografia computadorizada e não permite modificação intraoperatória da posição do implante (HÄMMERLE; et al, 2009).

Giacomo et al, 2005, apresentaram resultados preliminares de um estudo clínico que teve como objetivo avaliar a correspondência entre as posições e os eixos dos implantes planejados e colocados quando um guia cirúrgico estereolitográfico era empregado. Foram incluídos no estudo 4 pacientes saudáveis e não fumantes necessitando de implantes. Seis guias cirúrgicos para 4 pacientes (3 mulheres e 1 homem, com idade de 23 a 65 anos) foram incluídos no estudo e 21 implantes foram colocados. Foram realizados modelos de diagnósticos e enceramento. Os modelos com os enceramentos de diagnóstico foram duplicados e um gabarito rígido e transparente (1 mm) foi fabricado sobre o molde duplicado usando um dispositivo a vácuo. Nas áreas desdentadas, os modelos foram revestidos com uma mistura composta de 10% de bário de alta densidade em 90% de verniz. Os pacientes realizaram o exame de tomografia computadorizada com o guia posicionado na boca

sobre o rebordo. Os arquivos DICOM da tomografia computadorizada foram utilizados para a realização do planejamento virtual no software SimPlant (Materialise). Após os planejamentos dos implantes, as imagens foram devolvidas para o fabricante para a fabricação das guias cirúrgicas. Através de um processo de estereolitografia foram confeccionados um modelo e três guias cirúrgicos que continham tubos de metal de três diâmetros diferentes (2,2, 3,2 e 4,0 mm respectivamente) para cada área cirúrgica e utilizados conforme a sequência de fresagem da osteotomia. Todas as cirurgias foram realizadas pelo mesmo clínico. No estudo foram utilizadas guias ósseas suportadas, guias dento suportadas ou guias ósseas e dento suportadas. Na cirurgia, o primeiro guia foi posicionado e as osteotomias foram preparadas com brocas esféricas de 2,0 mm e brocas rotativas de 2,0 mm. Em seguida a primeira guia foi removida e a segunda guia foi colocada e as osteotomias realizadas com a broca de 3,0 mm. Quando necessário, o terceiro guia foi utilizado. Após a última osteotomia o guia foi removido e os implantes instalados e os tecidos adaptados e suturados. Todos participantes realizaram exame de TC pós-operatórias. As TC pré e pós-operatórias foram fusionadas através do software. Foram obtidas e analisadas as variáveis de desvio no ombro do implante (porção mais coronal do centro do implante), desvio no ápice (centro do ápice do implante) e desvio de ângulo entre o implante planejado e colocado. Como resultado o desvio médio no ombro foi  $1,45 \pm 1,42$  mm, desvio médio no ápice do implante foi  $2,99 \pm 1,77$  mm e desvio médio angular foi de  $7,25 \pm 2,67$  graus. A diferença entre a posição do implante planejado e realizado na região do ápice do implante foi maior em todas os casos comparado a região do ombro do implante. Neste estudo foi relatado uma maior diferença entre os eixos finais do implante planejado e colocado em um dos pacientes, no qual a guia não se encaixou perfeitamente na região distal do dente 13, resultando em uma diferença considerável entre a posição planejada e real. Os autores concluíram com a pesquisa que a prototipagem rápida de guias cirúrgicos pode ser útil na colocação do implante. No entanto, a técnica requer maior aprimoramento para proporcionar uma melhor adaptação do guia durante a cirurgia, nos casos unilaterais apoiados por osso e sem suporte dentário.

Um estudo in vivo comparou o conceito de colocação de implantes orais de titânio, usando uma técnica sem retalho com a abordagem tradicional de acessar a região cirúrgica através de retalhos mucoperiostais, buscando responder as seguintes

perguntas: pode os implantes colocados usando uma técnica sem retalho integrar no mesmo grau que os implantes colocados usando a reflexão de retalho? O epitélio ou o tecido conjuntivo é forçado a entrar na osteotomia durante a preparação do local e esses tecidos interferem na osseointegração? Há alguma outra reação de ação que excluiria o uso de cirurgia sem retalho? Para o estudo foi utilizado modelo animal. Cinco cães machos Hound Labrador foram selecionados para a pesquisa. Para o procedimento cirúrgico, os animais foram anestesiados e tiveram os dentes pré-molares inferiores e primeiro molar extraídos cirurgicamente, para preparação da cirurgia de implantes. Aos um intervalo de 2 meses, os animais foram anestesiados e uma anestesia infiltrativa foi aplicada nos locais cirúrgicos mandibulares edêntulos. Usando um desenho de boca dividida, 4 implantes de titânio com superfície modificada por oxidação anódica foram colocados em cada quadrante da mandíbula através de uma abordagem convencional ou sem retalho. Os protocolos cirúrgicos foram randomizados em relação aos quadrantes da mandíbula direita ou esquerda em animais subsequentes. Os implantes foram inseridos com o torque do motor variando de 20 a 50 Ncm. A análise de frequência de ressonância (AFR) foi determinada para cada implante e medidas registradas em ISQs. A estabilidade dos implantes foi avaliada usando a AFR na cirurgia e após 3 meses. Os implantes que apresentaram mobilidade foram removidos. Os animais foram eutanasiados e seções em blocos incluindo os implantes de titânio, osso alveolar e mucosa circundante foram coletadas e radiografadas. Para a análise histométrica com microscópio, uma seção vestibulo lingual do implante foi usada. O contato osso-implante e a densidade óssea peri-implantar imediata foram registrados para cada implante, assim como o contato coronal implante-ósseo no aspecto vestibular e lingual do implante. Como resultado do estudo, um total de 40 implantes (20 sem retalho e 20 abordagens de retalho mucoperiostal) foram colocados. Na reabertura, cinco implantes foram perdidos. Os dados foram coletados e analisados sobre 35 implantes restantes. Três implantes falharam com o procedimento sem retalho (20%) e 2 falharam após a cirurgia de retalho (15%). Não houve diferença estatística na quantidade de torque na cirurgia e na reabertura 3 meses após, para ambas abordagens. A análise histológica e histométrica (17 sem retalho e 18 retalho) revelou alto contato osso-implante sem evidência de inclusões epiteliais ou de tecido conjuntivo em nenhuma das seções. O nível ósseo médio para o procedimento sem retalho foi de  $1,6 \pm 0,3$  mm e  $1,1 \pm 0,6$  mm para os locais submetidos à cirurgia de retalho ( $P > 0,05$ ). Não houve diferença

estatística significativa na densidade óssea peri-implantar para o procedimento de cirurgia com e sem retalho, ( $P > 0,05$ ). As observações correspondentes do contato osso-implante (osseointegração) foram  $54,7 \pm 8,4\%$  e  $52,2 \pm 13,0\%$  ( $P > 0,05$ ). Os autores concluíram que dentro dos limites do estudo os resultados sugerem que os implantes colocados sem reflexão de retalhos permanecem estáveis e exibem osseointegração clínica e histologicamente relevante. Os resultados para implantes colocados usando uma abordagem com retalho também tiveram excelentes resultados clínicos e histológicos (BECKER et al., 2006).

A cirurgia guiada de implantes inclui inúmeras etapas, como processo de planejamento digital, fabricação de guias personalizados e a colocação de implantes usando o guia personalizado e um kit de cirurgia guiada específica do sistema de implantes (TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019). O procedimento requer que o cirurgião siga uma sequência de trabalho muito precisa. Os desvios finais do implante da posição planejada, pode ser atribuído ao acúmulo de pequenos erros em cada etapa do processo. A perda da precisão é cumulativa e corresponde a soma de erros individuais, tais como: erros na obtenção de imagens e processamento dos dados, erros na confecção da guia, erros na instalação do guia e movimentação da guia durante a perfuração, tipo de suporte usado para a guia (mucosa com ou sem parafuso de fixação, osso e dente), erro pelo gap entre a fresa e o cilindro guia e erro humano com o uso de inadequado e inapropriado broca no porta implante. (VAN ASSCHE et al., 2012).

Outra razão para possíveis erros na precisão da cirurgia guiada é atribuída a tolerância das brocas dentro do tubo de perfuração e/ou das chaves, causada pela folga do cilindro da broca necessária para a tolerância rotacional das brocas no tubo. O efeito na precisão é proporcional à diferença entre o diâmetro da broca e do tubo de broca e o comprimento da broca (TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019).

Um estudo clínico comparou a dor pós-operatória após a instalação de implantes osseointegrados, realizado com dois tipos de procedimentos cirúrgicos diferentes, em uma amostra de 60 pacientes. Foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo 1, com total de 30 pacientes que receberam 80 implantes através de cirurgia sem retalho, utilizando um sistema guiado por imagens (CADImplant System) e grupo 2 com um total de 30 pacientes, que receberam 72 implantes através de

procedimento cirúrgico convencional com deslocamento de retalho. Os pacientes foram solicitados a preencher uma ficha todas as noites por uma semana, a partir do dia da cirurgia até 6 dias após a cirurgia, informando o nível da dor experimentada e o número e nome das medicações tomadas no dia, e se ocorreu hematoma, parestesia ou edema. O paciente teve que avaliar a dor em uma escala visual analógica (EVA), sendo 0 (sem dor) a 10 (dor máxima possível). Como resultado, o grupo submetido a cirurgia sem retalho relatou menos dor e menor uso de medicamentos analgésicos comparado ao grupo que recebeu cirurgia convencional com retalho. A dor no grupo sem retalho foi em um curto período de tempo (FORTIN et al., 2006).

Uma revisão sistemática com meta-análise avaliou a precisão da cirurgia guiada para instalação de implantes, de acordo com o tecido de suporte (dente, mucosa ou osso). Dos quatro estudos incluídos, os desvios angulares, desvios no ponto de entrada e desvios no ápice foram analisados para a avaliação da precisão. Os autores concluíram que os resultados da revisão sugerem que existe uma associação entre o tipo de tecido de suporte do guia e a precisão da cirurgia virtualmente guiada. Os guias suportados por dentes mostraram maior precisão do que os suportados por mucosa ou osso (RAICO GALLARDO et al., 2017).

Um estudo in vitro investigou as diferenças da precisão na instalação de implantes em modelos plásticos, realizados por cirurgiões experientes, através da técnica de cirurgia guiada. Um total de 80 implantes foram instalados na região anterior de maxila em modelos plásticos por 10 cirurgiões dentistas clínicos experientes. Todos realizaram os mesmos 4 casos de implantes pela técnica convencional e pela técnica da cirurgia guiada com guia tridimensional fabricado pela SIMPLANT (DENTSPLY). A posição virtual dos implantes foi determinada utilizando o software de planejamento SIMPLANT (DENTSPLY), através da importação do arquivo DICOM da tomografia computadorizada cone beam. Após a instalação dos implantes nova tomografia computadorizada foi realizada. Foi utilizado o software Mimics (Materialise) para comparar os desvios laterais e angulares entre o planejamento virtual dos implantes e os implantes instalados. Como resultado, os implantes instalados pela técnica convencional tiveram a diferença média dos desvios angulares três vezes maior do que os instalados pela cirurgia guiada. Os desvios laterais coronal e apical também foram significativamente maiores nos implantes instalados

nesse grupo comparado aos instalados pela cirurgia guiada. Os autores concluíram que para casos de perda de um ou mais dentes na região anterior da maxila, a cirurgia guiada realizada por cirurgiões experientes, mostrou significativamente maior previsibilidade e precisão do que a realizada utilizando a técnica convencional a mão livre (VERMEULEN, 2017).

Um estudo retrospectivo multicêntrico de série de casos avaliou a taxa de sobrevivência a longo prazo, complicações com guia cirúrgico e a prevalência de peri-implantite em 694 implantes com superfície anodizada, instalados utilizando procedimentos de cirurgia guiada por computador em 141 pacientes, realizados em consultórios particulares, com acompanhamento de 1 a 10 anos. Três centros foram envolvidos neste estudo retrospectivo. Foram coletados dados de pacientes que foram reabilitados em casos parciais ou totais, com implantes com superfície anodizada ((TiUnite, Nobel Biocare), colocados por cirurgia virtualmente guiada por computador, entre janeiro de 2006 e dezembro de 2015. Todos os casos foram realizados por apenas dois profissionais com experiência em instalação de implantes e cirurgia guiada por computador. Todos os implantes foram reabilitados por estruturas ou pilares personalizados de titânio ou óxido de zircônia pela tecnologia CAD/CAM (NobelProcera, Nobel Biocare). No estudo, a taxa cumulativa de sobrevida do implante e a prevalência de peri-implantite foram medidos seguindo os seguintes critérios: foi considerado falha do implante quando apresentasse mobilidade, fratura ou infecção que ditasse a sua remoção. A estabilidade de cada implante individual foi medida manualmente com um torque de 20 Ncm no momento da restauração definitiva e posteriormente na remoção da prótese caso fosse necessário. Foram consideradas falhas iniciais aquelas ocorridas no carregamento do implante e falhas tardias após o carregamento. Em relação as complicações precoces associadas ao guia cirúrgico foram: acesso limitado a áreas posteriores, deiscência óssea bucal devido a incompatibilidade do guia, inserção diferente do planejado e fratura do guia. Em relação a peri-implantite, foi considerada positiva os casos que apresentavam sangramento e/ou supuração na sondagem em combinação com perda óssea marginal radiográfica (MBL)  $\geq 2$  mm. Como resultado, cento e dezessete pacientes foram tratados pela técnica do duplo escaneamento enquanto 24 pacientes foram tratados pelo fluxo de trabalho de tratamento integrado. Um total de 20 pacientes foram excluídos do estudo por desistência, morte, mudança de endereço ou razões

desconhecidas. Dezoito implantes em 11 pacientes falharam durante todo o acompanhamento (média: 58,2 meses, intervalo: 12 a 120 meses). A taxa cumulativa de sobrevida no nível do implante e paciente no seguimento de 10 anos foi de 97,4% (IC 95%: 1,0309 a 0,9161) e 92,1% (IC 95%: 1,1575 a 0,6836), respectivamente. Onze dos dezoito implantes que falharam, foram em quatro pacientes fumantes bem ativos. Desse, 5 foram carregados imediatamente, 2 foram em regiões ósseas enxertadas e outros 4 foram perdidos sem razões aparente. Sete dos 18 implantes com falhas, foram perdidos em 7 pacientes diferentes não fumantes. Destes, um estava colocado muito bucalmente provavelmente devido a incompatibilidade do guia cirúrgico e um implante que obteve baixa estabilidade primária em osso nativo deficiente. Três implantes foram perdidos em pacientes ressecados após a reconstrução com retalho livre. Dois implantes foram perdidos em pacientes com comprometimento sistêmico diagnosticados após a cirurgia de implante. Todos os implantes foram perdidos antes da entrega da prótese (falha precoce). No total foram 10 as complicações precoces relacionadas ao guia cirúrgico. No geral, 4 pacientes com 12 implantes apresentaram sinais de peri-implantite no acompanhamento de 1 (4 implantes), 2 (4 implantes) e 4 anos (4 implantes). Portanto, a ocorrência de pacientes e implantes em risco foi de  $12/694 = 1,7\%$  (nível do implante) e  $4/141 = 2,8\%$  (nível do paciente), respectivamente. Em relação ao estudo, os autores concluíram que uma alta taxa de sobrevida a longo prazo e uma baixa prevalência de peri-implantite foram observadas para uma grande coorte de implantes anodizados colocados em uma abordagem de cirurgia guiada assistida por computador. Entretanto os resultados devem ser interpretados com cautela, devido à natureza retrospectiva do estudo (TALLARICO; MELONI, 2017).

Os fatores clínicos que afetam a precisão da cirurgia guiada de implantes foram descritos em uma revisão sistemática com meta-análise. Como conclusão, a posição do guia (maxilar ou mandibular), fixação do guia (uso de parafuso de fixação ou não), tipo de guia (total ou parcialmente guiado), e a abordagem do retalho (aba aberta ou sem retalho), influenciaram a precisão da cirurgia de implante virtualmente guiada. Um sistema totalmente guiado usando parafusos de fixação com um protocolo de sem retalho demonstrou a maior precisão (ZHOU et al., 2018).

Outra revisão sistemática com meta-análise avaliou a precisão dos implantes instalados pela técnica de cirurgia guiada comparando estudos em cadáveres, in vivo e in vitro. Foram incluídos 4 estudos em cadáveres (246 implantes), 22 estudos

clínicos (2.244 implantes) e 8 estudos in vitro (543 implantes). Como resultado, em relação aos desvios horizontais apicais e desvios angulares, os estudos in vitro mostraram maior precisão comparado aos estudos clínicos e estudos em cadáveres. Para os desvios horizontais coronais e desvios verticais, não houve diferença estatísticas entre os grupos. Implantes instalados com cirurgia totalmente guiada obtiveram maior precisão do que os implantes colocados em cirurgias semi guiadas nos desvios horizontais coronal, desvios horizontais apicais e desvios angulares (BOVER-RAMOS et al., 2017).

A precisão das tecnologias digitais de escaneamento facial, esquelético e dos tecidos intraorais utilizados em ambientes clínicos, foi descrita em uma revisão sistemática. Os critérios de inclusão consistiram em estudos que avaliaram a precisão da imagem esquelética, facial e intraoral 3D em comparação a um modelo de referência. Foram selecionados 34 estudos, divididos de acordo com a estrutura anatômica avaliada (3 estudos de tecidos moles faciais, 4 estudos de TCCB ou TC para criar imagens 3D de osso e 27 estudos de tecidos intraorais). De uma maneira geral, todos os estudos apresentaram baixo risco de viés. Como resultado, os escâneres faciais apresentaram valores de desvios variando entre 140 e 1330 mm. Para a maioria dos escâneres faciais a precisão foi próxima a 500 mm, sendo considerável para uso clínico. A precisão da TCCB foi influenciada pelos parâmetros de exposição e variou entre 106 e 760 mm, enquanto a média do desvio para TC foi 137 mm. Para os escâneres intraorais, uma variabilidade de valores de desvio foi encontrada entre os estudos. A veracidade para a digitalização completa da dentição estava entre aproximadamente 17 mm e 378 mm, enquanto a precisão estava entre 55 mm e 116 mm. No modelo desdentado, a exatidão variou entre 44,1 e 591 mm e a precisão foi de 698 mm. Em geral, todos os escâneres intraorais foram considerados precisos para a digitalização completa da dentição. Com base na revisão sistemática realizada, os autores concluíram que as tecnologias atuais de digitalização oferecem uma precisão aceitável para aplicativos específicos, embora isso dependa da tecnologia do scanner, da forma do objeto e das estratégias de digitalização e que o escaneamento do arco edêntulo ainda representa um desafio clínico (BOHNER et al., 2019).

A introdução de escâneres ópticos possibilitou a produção de guias cirúrgicas através de um conjunto de dados. A correspondência do escaneamento intraoral ou

de um modelo de gesso com a tomografia computadorizada cone beam em um software de planejamento, possibilita o planejamento cirúrgico virtual e a posterior confecção do guia cirúrgico prototipado. Assim, através desse fluxo digital, elimina-se a necessidade da realização de um enceramento pré-operatório em um modelo de gesso, pois é possível a criação do enceramento virtual. Esse processo possibilita uma possível redução de custos, pois exclui a necessidade da realização de uma segunda TCCB com o paciente utilizando um guia tomográfico. Entretanto a combinação da TCCB com o escaneamento de superfície só é possível em pacientes parcialmente desdentados com pelo menos alguma estrutura dentária sólida para realização da correspondência dos dados (DERKSEN et al., 2019).

O fluxo de trabalho digital abrange a aquisição e o processamento dos dados, para a confecção da peça. Isso corresponde ao planejamento digital e a cirurgia guiada de implantes. O guia cirúrgico é gerado de acordo com a situação clínica. Para isso, os dois dados (DICOM e STL) são importados e sobrepostos em um software de planejamento 3D, através de marcações de pontos específicos (tecido duro dental residual), para realizar o alinhamento (SCHUBERT et al., 2019).

A precisão da posição dos implantes instalados pela técnica de cirurgia guiada foi avaliada comparando guias produzidas através do escaneamento intraoral das arcadas e de escaneamento de modelos obtidos através de moldagem convencional. Quarenta e sete pacientes foram recrutados para o estudo e realizaram a tomografia computadorizada cone beam pré-operatória. Os pacientes foram randomizados em dois grupos: um grupo de 20 pacientes que tiveram suas arcadas escaneadas através de um escâner intraoral (Trios Scanner; 3Shape, Copenhagen, Dinamarca) e um grupo de 22 pacientes que tiveram suas arcadas moldadas convencionalmente com hidrocolóide irreversível, alginato (Jeltrate; Dentsply, USA) e vazados com gesso tipo III. Os modelos obtidos foram escaneados por um escâner de laboratório D900L (3Shape, Dinamarca). Os arquivos DICOM das tomografias computadorizadas cone beam e os arquivos STL obtidos dos escaneamentos intraorais das arcadas e através dos escaneamentos dos modelos pelos escâneres de laboratório, foram importados para o software de planejamento virtual coDiagnóstiX 9.7 (Dental Wings Inc., Canadá). Os planejamentos cirúrgicos virtuais foram realizados e as guias cirúrgicas projetadas por um clínico que não participou das cirurgias e os arquivos foram enviados para o laboratório para impressão 3D das guias por estereolitografia (SLA). Os pacientes

receberam 60 implantes cirurgicamente guiados em sítios edêntulos unitários, sendo instalados por um único cirurgião especialista, que foi blindado do processo de escaneamento. Após a instalação dos implantes, os pacientes foram submetidos a tomografia computadorizada pós-operatória no mesmo aparelho que em que foi realizada a tomografia pré-operatória. Os arquivos DICOM pós-operatórios foram importados para o software de planejamento para comparar os desvios angulares e lineares entre os implantes planejados e instalados. Nove variáveis foram mensuradas entre a posição virtual planejada e a posição do implante colocado: desvio de ângulo, desvio do ombro do implante 3D, desvio do ombro do implante mesiodistal, desvio do ombro do implante buco-lingual, desvio do ombro do implante apicocoronal, desvio no ápice do implante 3D, desvio no ápice do implante mesiodistal, desvio no ápice do implante bucolingual e desvio do ápice do implante apicocoronal. Como resultado nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos realizados através de escaneamento intraoral das arcadas e do escaneamento extraoral dos modelos, foram identificadas para nenhum dos nove parâmetros dos desvios estudados. Os autores concluíram que o escaneamento intra-oral das arcadas ou extra oral dos modelos podem ser utilizados com o propósito de manufatura das guias cirúrgicas para a cirurgia estática virtualmente guiada (KIATKROEKKRAI et al., 2019).

Tahmaseb et al (2018), realizaram uma revisão sistemática com meta-análise em relação a precisão dos implantes instalados através da técnica de cirurgia guiada estática de implantes, em pacientes parcialmente e totalmente desdentados. Avaliaram também as taxas de sobrevivência dos implantes instalados usando sistemas guiados estáticos. Como resultado das buscas, 20 artigos preencheram os critérios de inclusão, sendo um ensaio clínico randomizado controlado, 8 estudos retrospectivos não controlados e 11 estudos prospectivos não controlados. Um total de 1883 implantes foram instalados com uma guia cirurgia estática que permaneceu *in situ* após a preparação da osteotomia. Em todos os estudos a estabilização do guia variou. Nos estudos dos casos parcialmente desdentados, o suporte da guia era dentário, e suporte dente e mucosa quando foram tratados casos de extensão distal. Nos casos totalmente desdentados foram tratados com guias com suporte de mucosa (9/20 estudos), guias com suporte de mucosa estabilizadas com pinos de fixação (12/20 estudos) ou guias com suporte de osso fixadas no lugar com parafusos de estabilização (7/20 estudos). Foram utilizados sete softwares de planejamentos

virtuais diferentes. A comparação da posição dos implantes planejados e instalados foi realizada com tomografia computadorizada ou tomografia computadorizada cone beam em 19 dos 20 estudos selecionados. Somente um estudo fez a comparação das posições dos implantes usando uma impressão final da localização real do implante. Foram avaliadas as variáveis de cada estudo selecionado, como: desvio no ponto de entrada medido a partir do centro do implante (mm), desvio no ápice medido do centro do implante (mm), desvio de angulação, erro na altura do implante no ponto de entrada (mm) e erro na altura do implante no ápice (mm). Como resultado os desvios médios do ponto de entrada foram de 1,3 mm IC: 95% (1,09-1,56 mm) para casos totalmente desdentados e 0,9 mm IC:95% (0,79-1,0 mm) para casos de parcialmente desdentados. O desvio médio total do ponto de entrada de todas as cirurgias guiadas (parcial e totalmente desdentadas) foi de 1,2 mm IC: 95% (1,04-1,44). Os casos de parcialmente desdentados apresentaram menor erro e desvio no ponto de entrada comparado aos casos totalmente edêntulos. O desvio médio para posição apical foi de 1,2 mm IC 95% (1,11-1,20 mm) para os casos parciais e 1,5 m IC:95% (1,29-1,62) para casos de totalmente desdentados. O erro médio apical para todos os casos foi 1,4 mm IC: 95% (1,28-1,58), encontrando uma diferença fortemente significativa entre casos parciais e desdentados totais. O desvio angular para casos parcialmente desdentados foi 3,3 graus IC: 95% (2,07- 4,63) e de 3,3 graus IC: 95% (2,71- 3,88) para casos totalmente desdentados. O desvio angular médio para os casos parciais e totalmente desdentados foi de 3,5 graus IC: 95% (3,00–3,96), não havendo diferença significativa entre parcial e totalmente desdentados. O erro médio de altura do implante no ponto de entrada foi de 0,2 mm IC 95% (- 0,25 - 0,57 mm). O erro médio de altura do implante no ápice foi de 0,5 mm IC: 95% (0,08- 1,13 mm). Em relação as taxas de sobrevivências dos implantes, somente dois artigos relataram. Os dois estudos mostraram uma taxa de 100% de sobrevida dos implantes após pelo menos 1 ano de observação. Os autores concluíram baseado na revisão sistemática que a cirurgia de implante guiada estática é um procedimento clínico aceitável na maioria das situações clínicas, porém uma margem de segurança de pelo menos 2 mm deve ser respeitada. Foi encontrada falta de homogeneidade nas técnicas adotadas entre os diferentes autores e também os delineamentos gerais dos estudos. Os casos tratados de pacientes parcialmente edêntulos apresentou maior precisão comparado aos casos dos pacientes totalmente edêntulos tratados.

Um ensaio clínico randomizado comparou a precisão da posição dos implantes realizados através da cirurgia de implante estática assistida por computador e a cirurgia a mão livre em espaço de um elemento dentário ausente. Os pacientes da pesquisa deveriam possuir espaço com uma única falta de dente, apresentando espaço mesiodistal  $\geq$  a 6,5 mm, com presença de dentes vizinhos mesial e distal. Deveriam apresentar abertura de boca de pelo menos 30 mm. Cada sítio de implante foi randomizado no grupo da cirurgia guiada estática ou no grupo a mão livre por randomização em bloco (5 implantes/bloco). Os pacientes do grupo de cirurgia guiada estática realizaram exame de tomografia computadorizada Cone Beam (TCCB) pré-operatória e tiveram suas arcadas escaneadas por um escâner intraoral Trios (3Shape) ou um escâner modelo D900 (3Shape). O arquivo DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) do exame da TCCB e o arquivo STL (*Standard Tessellation Language*) do escaneamento foram importados e integrados no software coDiagnostiX® versão 9.7 (Dental Wings Inc) para a realização do planejamento virtual do implante. No planejamento virtual um guia cirúrgico com anilhas embutidas foi projetado e fabricado por impressão 3D através da tecnologia CAD/CAM. No grupo a mão livre, um enceramento do elemento da prótese foi realizado no modelo de estudo. Um guia convencional em acrílico com marcador radiopaco foi produzido e usado para a realização do exame de TCCB. O arquivo DICOM foi importado no software coDiagnostiX® versão 9.7 (Dental wings Inc), para a realização do planejamento virtual do implante. Um guia cirúrgico foi produzido de maneira convencional em laboratório, permitindo ao cirurgião visualizar a posição protética ideal no momento da cirurgia. Os guias convencionais e os guias para a cirurgia guiada estática, foram produzidas pelo mesmo laboratório odontológico. Os planejamentos virtuais dos implantes também foram realizados pelo mesmo profissional para todos os pacientes. As cirurgias de ambos os grupos foram realizadas por um único cirurgião experiente que não estava envolvido com o planejamento virtual da posição dos implantes. Após a instalação dos implantes mediu-se a análise de frequência de ressonância (AFR), medida pelo quociente de estabilidade do implante (ISQ) e o torque de inserção. Após duas semanas da cirurgia, um novo exame de TCCB pós-operatória foi realizado e as imagens sobrepostas com as imagens da TCCB pré-operatória, no modo de avaliação de tratamento no software coDiagnostiX® versão 9.7. Os desvios médios na parte coronal e no ápice dos implantes planejados e realizados foram medidos em milímetros (mm) e a divergência

dos implantes em graus. O desfecho primário foi o desvio tridimensional entre a posição final para a posição planejada do implante descrita por nove medidas: desvio de ângulo, desvio do ombro do implante 3D, desvio do ombro do implante mesiodistal, desvio do ombro do implante buco-lingual, desvio do ombro do implante apicocoronal, desvio no ápice do implante 3D, desvio no ápice do implante mesiodistal, desvio no ápice do implante bucolingual e desvio do ápice do implante apicocoronal. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo dentista que realizou o planejamento virtual dos implantes em todos os casos. Um total de 52 pacientes receberam 60 implantes. Como resultado a técnica da cirurgia guiada estática apresentou menos desvios do que a cirurgia a mão livre. Porém, diferenças estatísticas significantes entre as duas técnicas foram encontradas em seis dos nove parâmetros dos desvios, que foram: desvios no ângulo (95% IC: 2,0 – 5,7 °,  $p = 0,001$ ) , desvios no ombro do implante 3D (95% IC: 0,2 – 0,9 mm,  $p = 0,001$ ) , desvios no ombro do implante mesiodistal (95% IC: 0,1–0,5 mm,  $p = 0,001$ ) e apicocoronal (95% IC: 0–0,7 mm  $p = 0,043$ ), desvios no ápice do implante 3D (95% IC: 0,4–1,3 mm,  $p = 0,001$ ) e desvios no ápice do implante mesiodistal (95% IC: 0,3–1,0 mm,  $p = 0,001$ ). Em relação a estabilidade primária dos implantes, o grupo de cirurgia a mão livre apresentou maior estabilidade, com diferenças estatísticas significantes nos três parâmetros: (AFR bucal  $p = 0,002$ , AFR mesial  $p = 0,001$  e valor de torque  $p = 0,013$ .) Em relação ao estudo os autores concluíram que a cirurgia de implantes guiada estática resultou em maior precisão na posição do implante, porém uma extensão de menor estabilidade primária quando comparada a cirurgia a mão livre em um único espaço desdentado (SMITKARN et al., 2019).

Fang et al, 2019, realizaram um estudo avaliando a precisão da cirurgia de instalação de implante guiada por computador, utilizando uma chave de broca mais longa, em participantes que precisavam de implantes em região anterior. Trinta e dois pacientes que necessitavam de implantes na região anterior foram recrutados. Implantes foram instalados em 19 pacientes que necessitavam de extração dentária e em 21 pacientes com rebordos cicatrizados por pelo menos 3 meses. Nos pacientes que receberam implantes imediatos após extração, enxerto ósseo foi realizado. Todos os pacientes realizaram exames de tomografia computadorizada Cone Beam e tiveram a digitalização dos dentes maxilar e mandibular realizada por meio de scanner intraoral (TRIOS 3; 3ShapeA / S). Os arquivos STL do escaneamento e os arquivos

Dicom da TCCB foram importados e integrados no software de planejamento virtual de implantes (Implant Studio, 3Shape A / S), para a realização do planejamento virtual do implante proteticamente guiado. Com o planejamento concluído um guia foi projetado no mesmo software e impresso na impressora 3D (Probe; DIO Inc). Na realização da cirurgia guiada, foi feita a remoção da mucosa com uma broca punch, seguida da utilização de uma broca para aplainamento ósseo, com a finalidade de guiar a primeira broca de osteotomia (broca 2.0 mm de diâmetro) na direção correta. A perfuração da broca 2,0 de diâmetro foi realizada com uma chave de broca de 12 mm de comprimento (DIO Navi Guide; DIO Inc). A parte inferior da chave de broca, foi projetada para ser inserida na região da mucosa removida e da região em que houve o aplainamento ósseo prévio. As perfurações foram então realizadas seguindo a sequência de brocas com diâmetros crescentes através da guia. Os implantes foram instalados com orientações fornecidas pelo gabarito cirúrgico. Após a instalação dos implantes, foram instalados os pilares pré-fabricados e coroas provisórias cimentadas, seguindo um conceito de carregamento imediato não funcional, ajustando as coroas para evitar contato com os dentes opostos. Todos os participantes foram submetidos a um exame de TCCB. Para calcular os desvios entre os implantes planejados e instalados as imagens das TCCB pós e pré-operatórias foram sobrepostas automaticamente através da utilização um programa de software (Mimics 21.0; Materialise Dental). Quatro parâmetros de desvios foram calculados: desvio de ângulo, desvio linear de ombro, desvio linear apical e desvio de profundidade. Como resultado, 40 implantes foram inseridos (20 na região anterior da mandíbula e 20 na região anterior da maxila, variando de 3,0 a 3,3 mm de diâmetro e 10 a 13 mm de comprimento). O desvio linear médio foi 0,46 mm (0 a 1,15 mm) no ombro do implante e 0,67 mm (0,14 a 1,19) para o ápice do implante. O desvio angular médio foi de 1,40 graus (0,30 a 2,57 graus). O desvio médio da profundidade foi de 0,15 mm (0,10 a 0,82 mm). As diferenças entre os implantes virtualmente planejados e instalados foram estaticamente significantes para todas as variáveis ( $p < 0,05$ ). Em relação ao arco (maxila ou mandíbula) ou tempo de instalação (implantes imediatos ou tardio) na precisão, não houve diferença estatística entre os dois grupos ( $p=0,319$ ) e ( $p=0,232$ ) respectivamente. Com base no presente estudo os autores concluíram que a precisão da colocação do implante guiada por computador pode ser aprimorada com o uso de uma chave de broca longa e, portanto, pode permitir uma colocação mais precisa do implante nas regiões anteriores.

Um estudo clínico prospectivo não randomizado, avaliou a precisão da colocação de implantes guiados por computador usando um guia totalmente guiado e um guia de broca piloto. Vinte pacientes foram divididos em 2 grupos: grupo A, no qual a preparação foi realizada com um guia totalmente guiado e B, em que a preparação foi realizada com um guia de broca piloto. Cada paciente realizou uma ortopantomografia e uma tomografia para avaliação do volume ósseo. Nos pacientes totalmente desdentados, a prótese total existente ou uma nova prótese total foi transformada em guia radiográfico, através de seis marcações de guta-percha. Um registro de mordida de silicone foi realizado. Foi realizada uma tomografia do paciente com o guia radiográfico estabilizado na posição intraoral correta, pelo registro de mordida. Uma segunda tomografia computadorizada com os mesmos parâmetros foi realizada somente do guia radiográfico. Através da técnica de dupla digitalização os arquivos DICOM foram carregados no software usando os marcadores radiopacos fiduciais. (Nobelclinical, Nobel Biocare Holding AG, Zurique, Suíça). Nos pacientes desdentados parciais uma tomografia computadorizada foi realizada e um enceramento removível dos dentes foi realizado no modelo do paciente. Em seguida, o técnico digitalizou os modelos com e sem enceramento, usando um scanner de laboratório (NobelProcera 2G System, Nobel Biocare Holding AG, Zurique, Suíça). Os arquivos DICOM da tomografia e o arquivo .nxa dos modelos encerados foram carregados no software de planejamento e correspondidos através de seus recursos anatômicos correspondentes (técnica SmartFusion, Nobel Biocare Holding AG, Zurique, Suíça). Foi realizado o planejamento virtual dos implantes nas posições protéticas e anatômicas ideais, realizado pelo mesmo operador especialista, seguindo as diretrizes de fabricação para cirurgia guiada de implantes (NobelGuide, Nobel Biocare Holding AG, Zurique, Suíça). Foi deixado uma margem de segurança de 2 mm para proteger todas estruturas anatômicas e paredes ósseas corticais. Foi colocado um mínimo de 3 pinos de fixação nos guias dos pacientes desdentados totais para garantir a ancoragem do guia durante a cirurgia. Nos desdentados parciais não foram colocados pinos de fixação, pois os dentes suportam o guia de forma estável. Após o projeto 3D dos guias revisados, foi realizado a impressão usando um processo SLA. No grupo A (cirurgia totalmente guiada), a preparação dos locais dos implantes foi realizada usando todas as brocas e seus respectivos guias redutores de brocas para adaptar o diâmetro das brocas na manga metálica. Os implantes foram instalados de forma guiada através do seu respectivo montador. No grupo B (cirurgia guiada por

broca piloto), a osteotomia começou com o guia cirúrgico com mangas de 2 mm de diâmetro. Em seguida o guia foi removido e a sequência de brocas foi utilizada para a osteotomia sem a utilização do guia. Em seguida os implantes foram instalados. Foram utilizados no estudo implantes de 8,5 a 15 mm de comprimento (NobelActive, Nobel Biocare Holding AG, Zurich, Suíça). Após a cirurgia, as tomografias pós e pré-operatórias foram sobrepostas através de um método digital. A partir do pacote de imagem única obtido para cada paciente, foi possível calcular diferenças entre os parâmetros planejados e reais através do software Rhinoceros 4.0 (McNeel Europe, Barcelona, Espanha). As seguintes variáveis foram coletadas e analisadas: desvio linear coronal, desvio linear apical, desvio linear de profundidade, desvio angular buco lingual e desvio angular mesiodistal. Como resultado, 15 pacientes dos 20 (5 foram excluídos) foram tratados e receberam 50 implantes (23 implantes em 7 paciente no grupo A e 27 implantes em 8 pacientes no grupo B). O desvio coronal médio entre planejado e instalado foi 1,16 e 1,11 mm para grupo A e grupo B respectivamente. O desvio apical médio foi de 1,65 mm e 1,71 mm; o desvio médio da profundidade foi de 0,95 mm e -0,68 mm; desvio angular bucolingual médio foi de 4,16° e 6,72°; e o desvio angular mesiodistal médio foi de 2,81° e 5,61°. Houve uma diferença estatística significativa entre grupo A e grupo B em termos de desvio de profundidade, desvio angular bucolingual e desvio angular mesiodistal. Nos desvios coronal e apical não houve diferenças estatísticas significantes. Os autores concluíram no estudo que a cirurgia totalmente guiada foi mais precisa do que a cirurgia guiada por broca piloto em diferentes parâmetros. Para ambos tipos de técnicas, uma margem de segurança de 2 mm deve ser preservada durante o planejamento para evitar danos as estruturas anatômicas (DE SANTIS et al., 2019).

Um estudo clínico avaliou a precisão da instalação de implantes através da cirurgia guiada realizada por procedimentos totalmente digitais, sem nenhum processo manual. Pacientes que apresentavam perdas parciais de dentes foram incluídos na pesquisa. Todos realizaram exame de tomografia computadorizada cone beam e escaneamento intraoral das arcadas (Trios, 3Shape). Os dados da TCCB e do escaneamento intraoral foram alinhados em um software de planejamento. A posição dos implantes foi planejada no software após a reconstrução protética digital. Após o planejamento virtual da posição dos implantes, foi projetada a guia cirúrgica e produzida por estereolitografia. Todas as guias foram apoiadas em dentes. Um total de

20 pacientes receberam 27 implantes (21 na maxila e 6 na mandíbula). Do total, 25 implantes eram para restaurar perdas unitárias e 2 implantes para confecção de uma prótese fixa de 3 elementos. As diferenças entre a posição dos implantes planejados e instalados foi calculada através do 3Shape Convince (3Shape). Como resultado, o desvio lateral médio no ponto coronal foi 1,05 mm ( $\pm 0,59$ ; intervalo: 2,74 a 0,36); O desvio lateral médio medido na região apical foi de 1,63 mm ( $\pm 1,05$ ; intervalo: 5,16 a 0,56) o desvio médio vertical foi de 0,48 mm ( $\pm 0,50$ ; intervalo: 1,34 a 0,52) e o desvio médio angular foi 3,85° ( $\pm 1,83$ ; intervalo: 8,6 a 1,25). Todas as restaurações foram retidas por parafusos, conforme o planejamento pré-operatório. Nenhum implante foi perdido, resultando em uma taxa de sobrevivência de 100%. Os autores concluíram que um procedimento de planejamento totalmente digital produz resultados comparáveis a cirurgia de implante guiada convencional. O maior desvio entre os implantes planejados e instalados encontrados no estudo foi o desvio angular. Mais estudos clínicos são necessários para verificar o procedimento (SKJERVEN et al., 2019).

### **3 – OBJETIVOS**

#### **3.1 - OBJETIVO GERAL**

O presente estudo clínico tem como objetivo avaliar a precisão da técnica da cirurgia virtualmente guiada associada ao escaneamento intraoral em pacientes desdentados parciais, através da sobreposição entre as tomografias pré e pós-operatórias do planejamento virtual e da cirurgia guiada.

#### **3.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar os desvios angulares e desvios lineares entre os implantes planejados virtualmente e os implantes instalados.

A hipótese nula postulada é que a posição do implante instalado é a mesma do implante virtualmente planejado.

## 4 – MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo clínico foi conduzido na clínica privada do Centro de Estudos em Reabilitação Oral, em Niterói (RJ). A pesquisa foi conduzida de acordo com os princípios éticos da declaração de Helsinki e aprovada pelo comitê de ética de pesquisas com seres humanos (Plataforma Brasil) da Universidade Santo Amaro, (UNISA), sob número de parecer 3.239.579.

### 4.1 - SELEÇÃO DE PACIENTES

Para pesquisa foram recrutados 11 pacientes. Como critério de inclusão, foram incluídos pacientes com idade acima dos 18 anos apresentando perdas parciais de 1 a 4 elementos dentários na maxila ou mandíbula, com rebordo ósseo residual com altura mínima de 7 mm e espessura mínima de 3,5 mm. Como critério de exclusão: foram excluídos os pacientes com comprometimentos sistêmicos que eram contraindicações clássicas a realização de cirurgia oral. Também foram excluídos pacientes com higiene oral deficiente, doença periodontal ativa, grávidas ou lactantes, fumantes, dependentes químicos, pacientes que fizeram ou fazem uso de bisfosfonatos ou antirreabsortivos relacionados com osteonecrose dos maxilares, pacientes em tratamento de quimioterapia e/ou radioterapia em região de cabeça e pescoço.

### 4.2 - DELINEAMENTO DO ESTUDO

Todos os pacientes deste estudo foram informados e esclarecidos sobre o propósito da pesquisa, e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido.

Inclement, foi realizada uma anamnese com a finalidade de avaliar a história médica e odontológica de cada indivíduo. Todos os pacientes tiveram as arcadas escaneadas através do scanner intraoral (TRIOS® - 3Shape, Copenhage, Dinamarca) (figura 1). Para a mensuração da disponibilidade de tecido ósseo, todos os pacientes foram submetidos a exame de tomografia computadorizada cone beam. As imagens tomográficas foram obtidas no protocolo padrão fov 6x8cm, voxel 0,2 m (equipamento Cranex, Tuusula, Finlândia). Os arquivos no formato STL originados do

escaneamento intraoral e os arquivos no formato DICOM originados das tomografias, foram importados para o software de planejamento ImplantViewer 3.5 (ANNE Solutions, São Paulo, Brasil) (figura 2), para a realização do planejamento virtual da cirurgia (enceramento virtual dos elementos dentários ausentes, seleção dos implantes, instalação virtual do(s) implante(s) e planejamento do guia cirúrgico) (figuras 3,4 e 5). Após a finalização do planejamento virtual, o arquivo do guia cirúrgico foi exportado do software ImplantViewer 3.5 no formato STL para a realização da impressão por esterolitografia (SLA), na impressora 3D Form 2 (Formlabs, Somerville, EUA) (figura 6). Os guias cirúrgicos de todos os pacientes da pesquisa foram confeccionados para receber um ou dois pinos de fixação, com a finalidade de melhorar a estabilização do guia em posição.

Exames laboratoriais de sangue (hemograma completo, coagulograma, glicose, fósforo sérico, cálcio sérico fosfatase alcalina e creatinina) foram solicitados, previamente a realização da cirurgia.

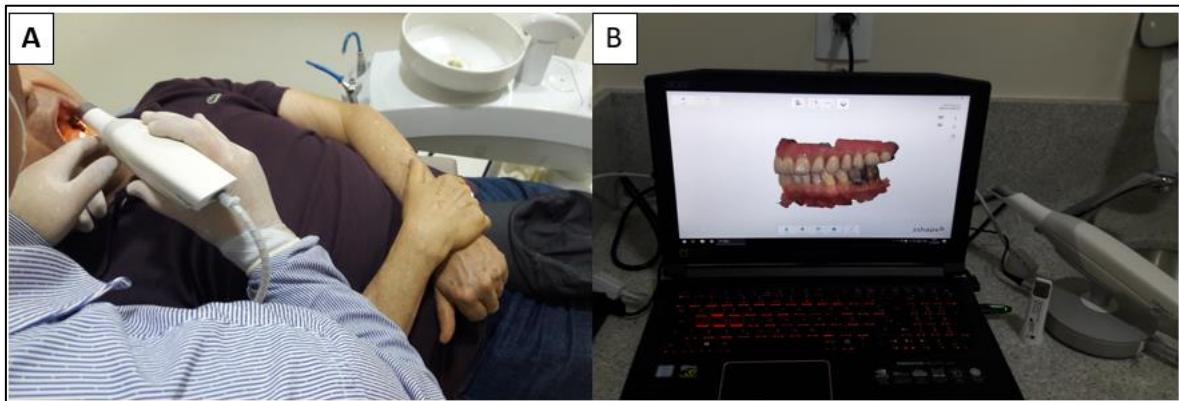


Figura 1 – A. escaneamento intraoral do paciente; B. arcadas escaneadas.

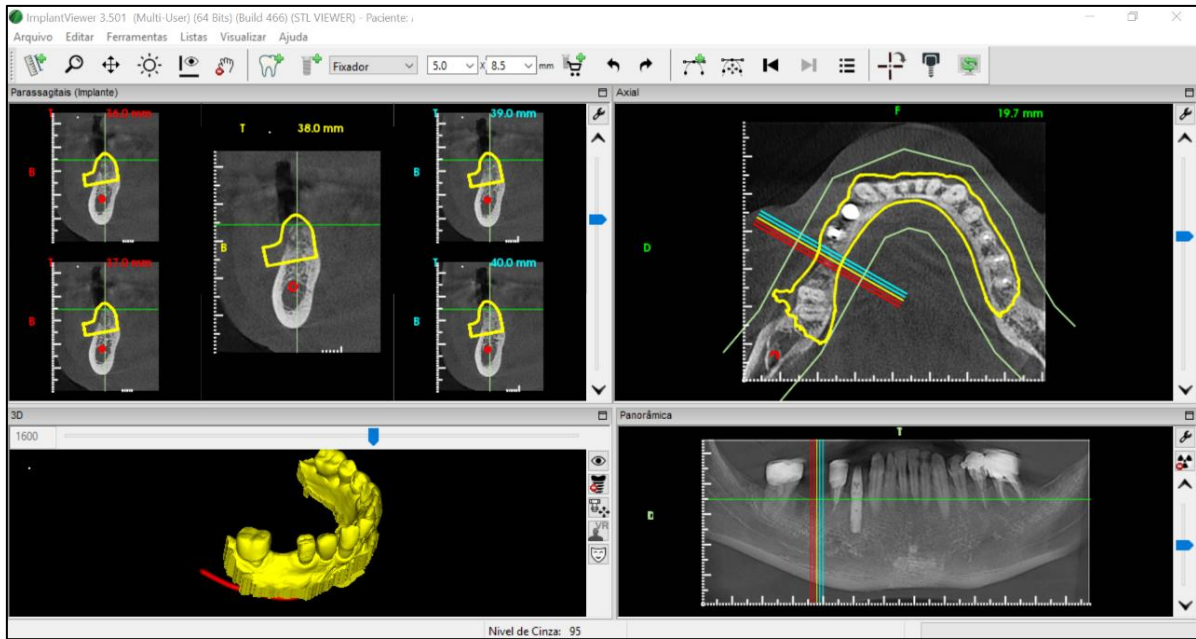


Figura 2 – Software ImplantViewer 3.5. Integração dos arquivos no formato DICOM da tomografia computadorizada e formato STL do escaneamento intraoral.



Figura 3 – Software ImplantViewer 3.5 – Planejamento virtual: enceramento virtual do dente e seleção do implante.

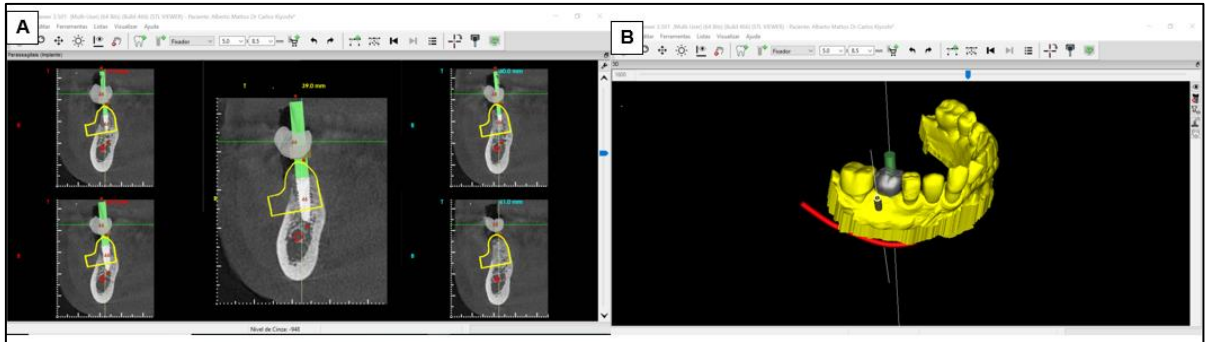


Figura 4 – Software ImplantViewer – A. Cortes parassagitais com implante planejado. B. Janela 3D mostrando posicionamento do implante em relação a arcada.

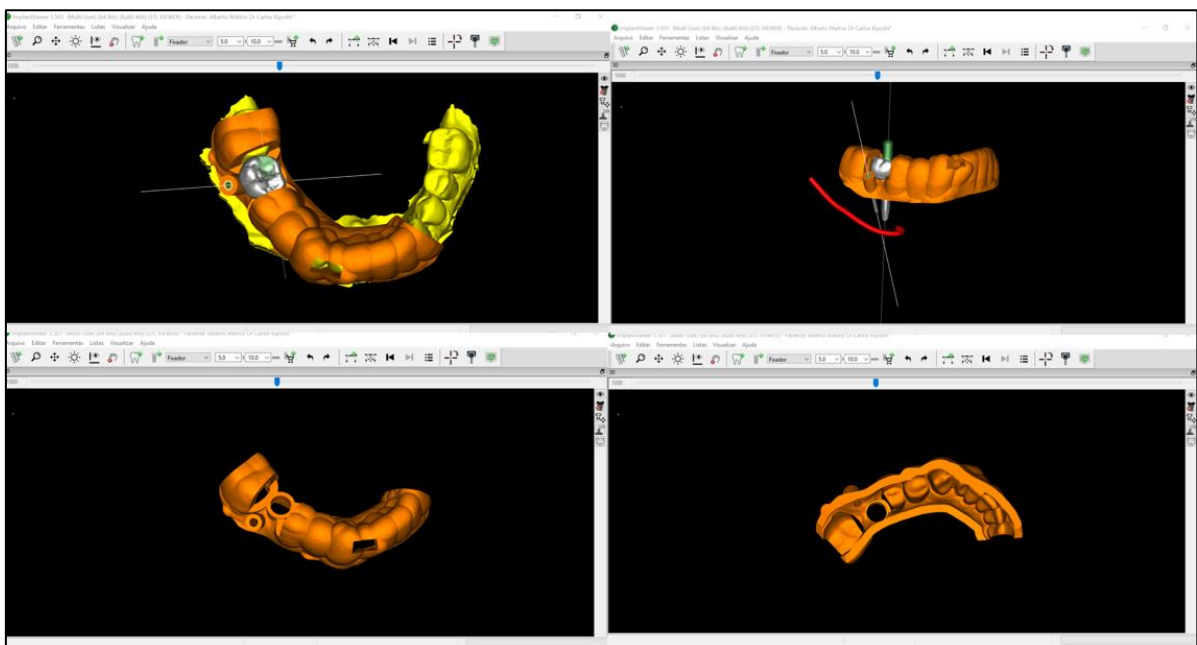


Figura 5 – Software ImplantViewer 3.5 – Guia cirúrgica planejada.

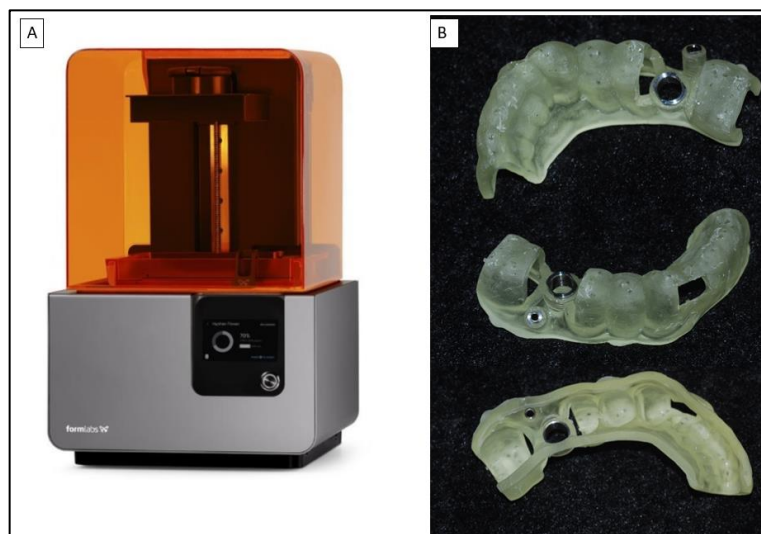


Figura 6 – A. Impressora Form 2 (Formlabs); B. Guia cirúrgico prototipado impresso.

#### 4.2.1 - Procedimentos cirúrgicos

As cirurgias foram realizadas por um único cirurgião com experiência na técnica de cirurgia guiada. Todos pacientes receberam prescrição de medicações pré-operatórias (Amoxicilina, 2 g uma hora antes da cirurgia; Dexametasona 4 mg, 1 comprimido 1 hora antes da cirurgia).

Inicialmente, o guia cirúrgico foi posicionado sobre os dentes e a sua adaptação foi conferida. Os pacientes foram anestesiados com cloridrato de articaina a 4% com epinefrina (Articaine 4% 1:100.000 – Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil), na região do pino de fixação do guia. Em seguida, a região do pino de fixação do guia foi fresada com fresa 1.3 mm (figura 7) e o pino(s) de fixação foi instalado(s). Com o guia já fixado em posição, as áreas cirúrgicas foram anestesiadas com técnica de anestesia infiltrativa com cloridrato de articaina a 4% com epinefrina (Articaine 4% 1:100.000 – Nova DFL, Rio de Janeiro, Brasil) (figura 8). O preparo das osteotomias foi realizado com sequência de fresas de acordo com o diâmetro e comprimento do implante recomendada pelo fabricante, utilizando os respectivos guias redutores de fresas. Após o preparo com as fresas do leito receptor, os implantes foram instalados (figura 9). Foram instalados um total de 18 implantes de conexões tipo cone morse, da linha Strong SW e Unitite, com os seus respectivos kits de cirurgia guiada (SIN Sistemas de Implantes, São Paulo, Brasil) (figura 10).

Todos os pacientes receberam orientações de cuidados e prescrições pós-operatórias (Amoxicilina 500 mg, 1 comprimido de 8 em 8 horas por 7 dias; dipirona 500 mg, 1 comprimido de 6 em 6 horas por 2 dias; Nimesulida 100 mg, 1 comprimido de 12 em 12 horas por 3 dias; Clorexidina 0,12%, para lavar a região 2 vezes ao dia durante 7 dias) e foram reavaliados 7 dias após a realização da cirurgia. Não houve nenhuma intercorrência nos pacientes operados.

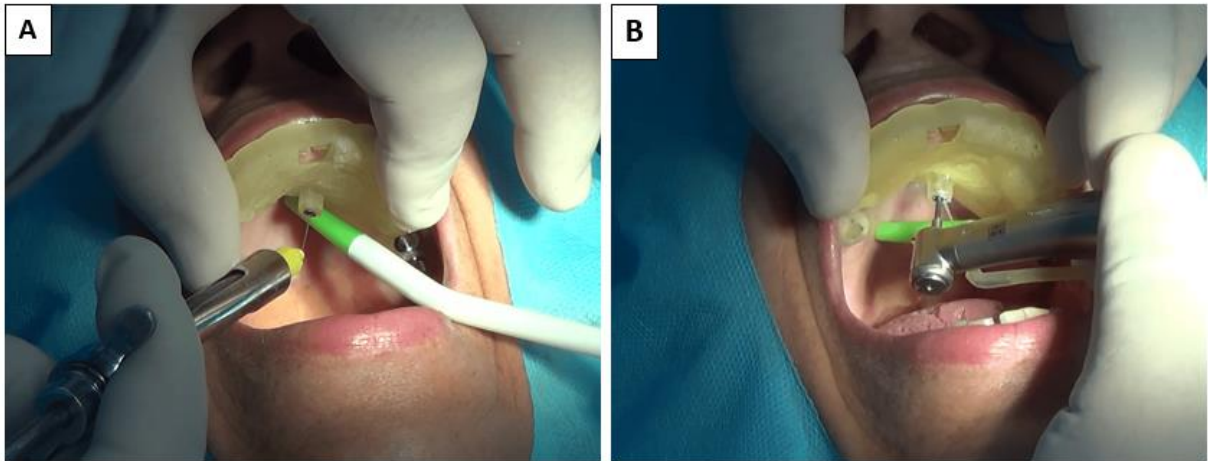


Figura 7 - A. anestesia na região do pino de fixação; B. Fresagem para fixação dos pinos.

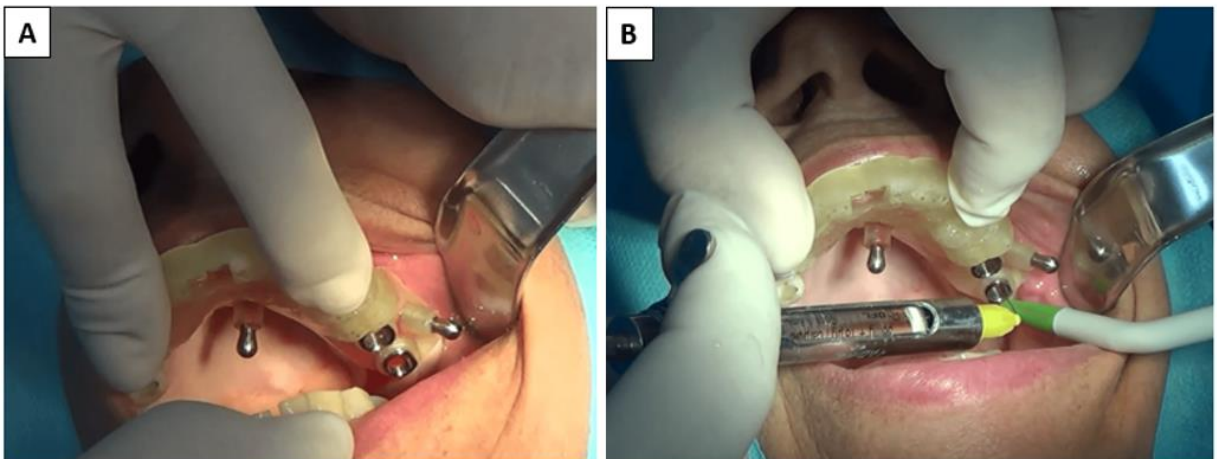


Figura 8 - A. Guia cirúrgico fixado com pinos de fixação; B anestesia infiltrativa na região dos implantes.

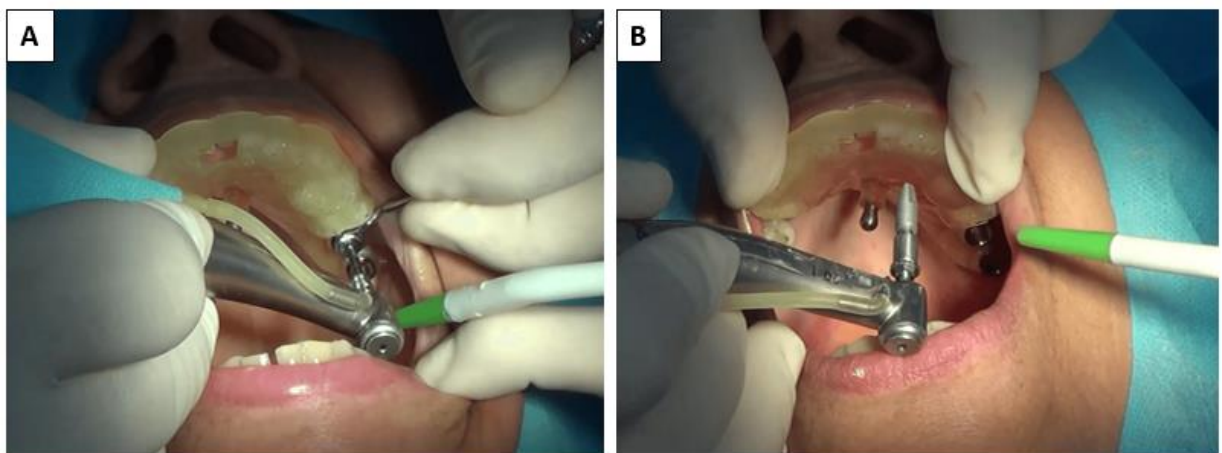


Figura 9 – A. Osteotomia com fresas e guia redutor de fresa; B. instalação dos implantes.

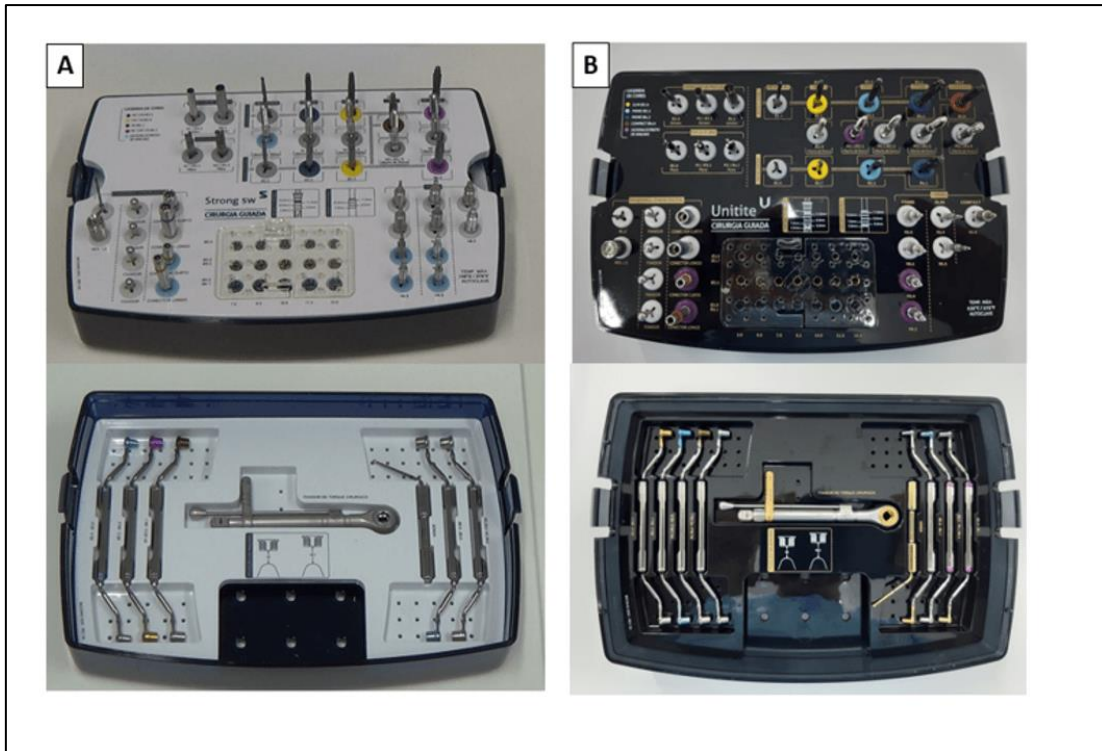


Figura 10 – Kits cirurgia guiada Sin. A. Kit Strong SW; B. Kit Unitite

#### 4.2.2 – Análise dos dados

Quinze dias após a cirurgia de instalação do (s) implante (s) pela técnica da cirurgia virtualmente guiada, os pacientes foram submetidos a novo exame de tomografia computadorizada cone beam. Os arquivos DICOM originados das tomografias pós-operatórias foram importados para o software ImplantViewer 3.5 para a realização da sobreposição das imagens do planejamento virtual pré-operatório e a imagem do (s) implante (s) instalado (s) após a cirurgia guiada (figura 11 e 12). Após a sobreposição das imagens pré e pós-operatória com o objetivo de observar a existência de discrepância entre os implantes planejados virtualmente e os implantes cirurgicamente instalados, os arquivos em formato STL foram importados para o software Rhino 6 (Rhinoceros) para a realização das mensurações dos desvios angulares e desvios lineares (figura 13). Foram mensuradas quatro variáveis entre os implantes virtualmente planejados e os implantes instalados: desvio angular (ângulo

formado pela linha que passa no longo eixo no centro do implante planejado e no longo eixo no centro do implante realizado) , desvio coronal (distância do ponto de entrada no centro do implante planejado ao ponto de entrada no centro do implante realizado) , desvio apical (distância do centro do limite apical do implante planejado ao centro do limite apical do implante realizado), desvio vertical (desvio no sentido vertical entre o implante planejado e realizado) (figura 14).

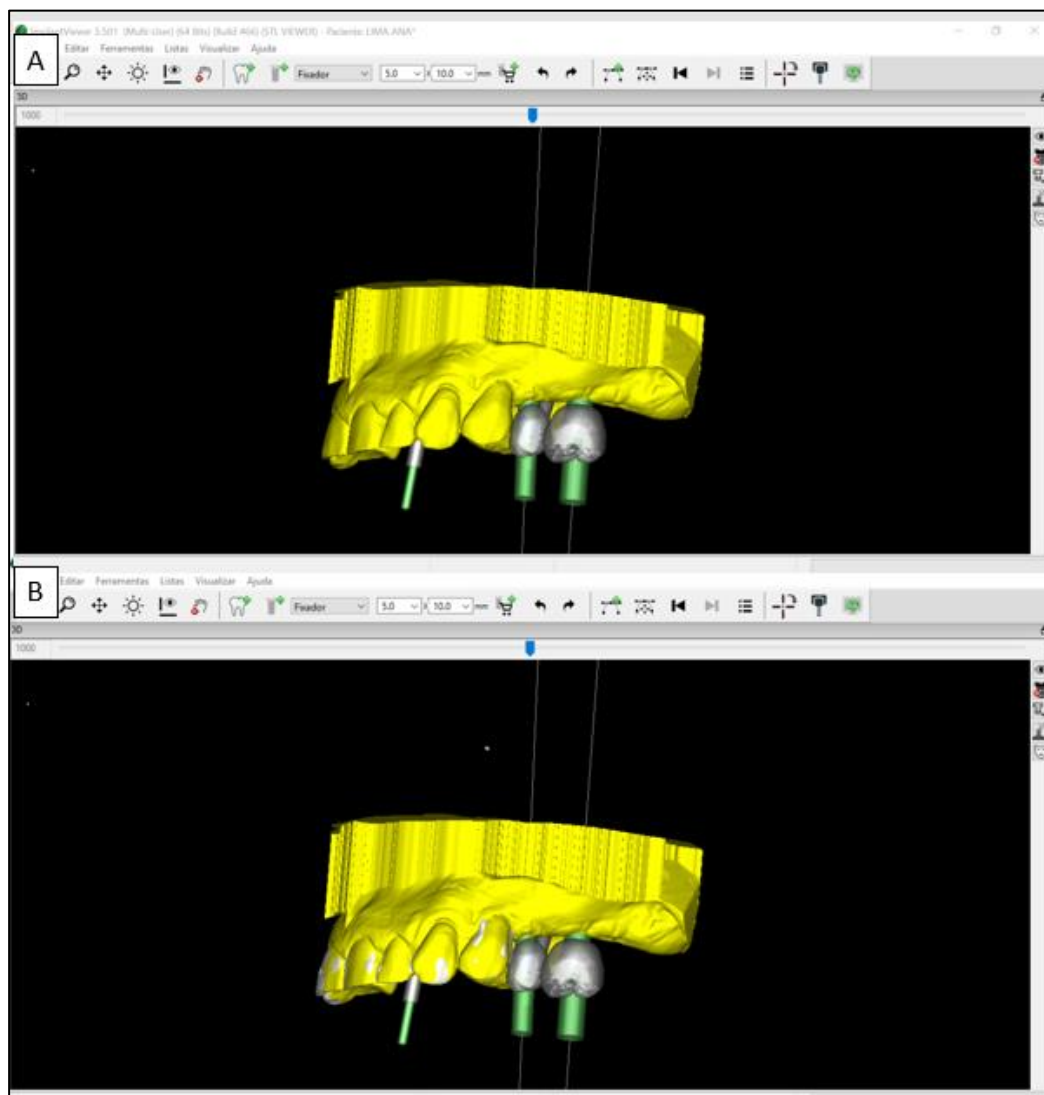


Figura 11 – Sobreposição 3D do planejamento virtual e pós-operatório

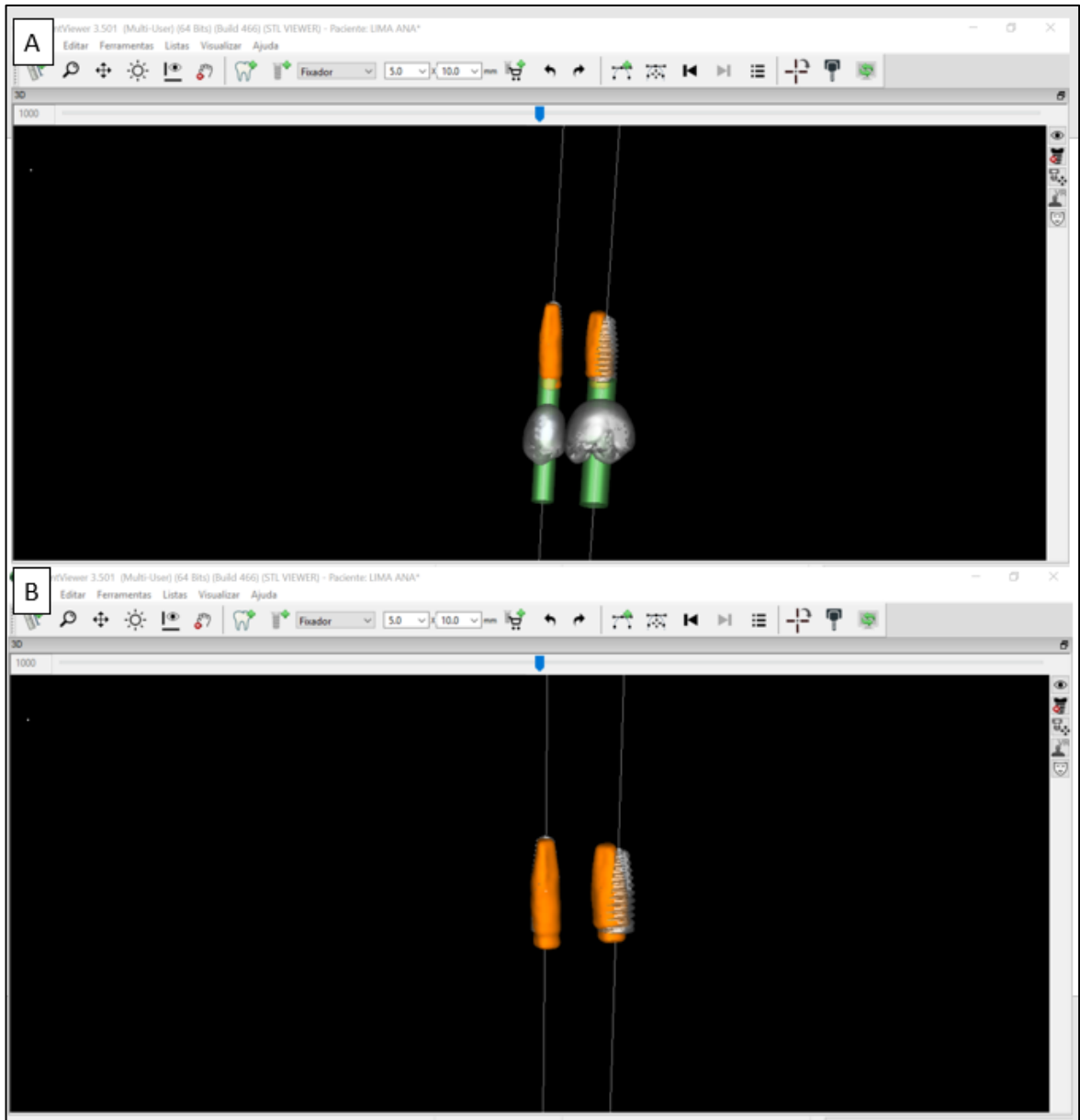


Figura 12 – Sobreposição dos implantes planejados e implantes instalados.

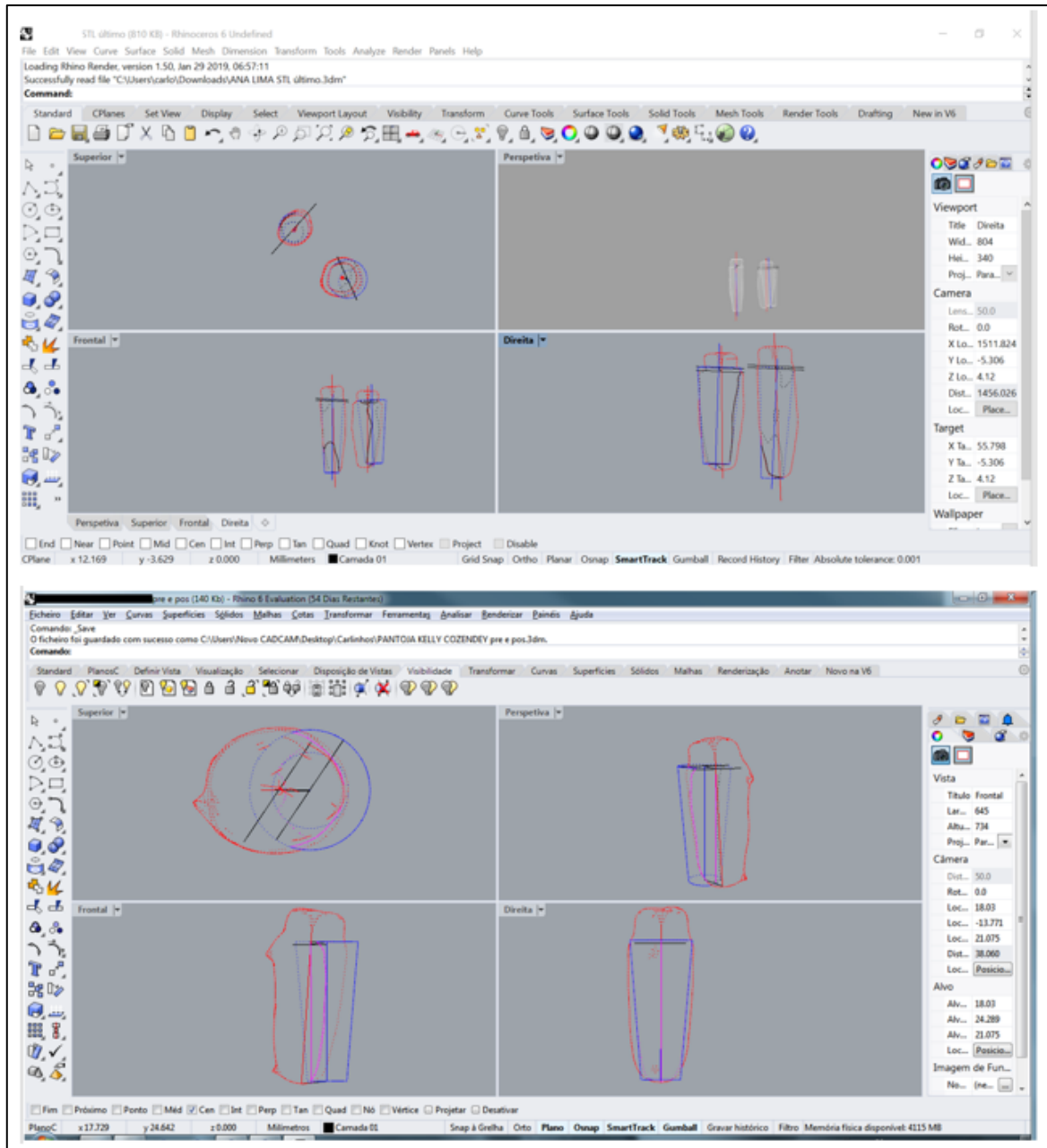


Figura 13 – Software Rhinoceros – mensuração dos desvios entre implante virtualmente planejado e implante realizado.

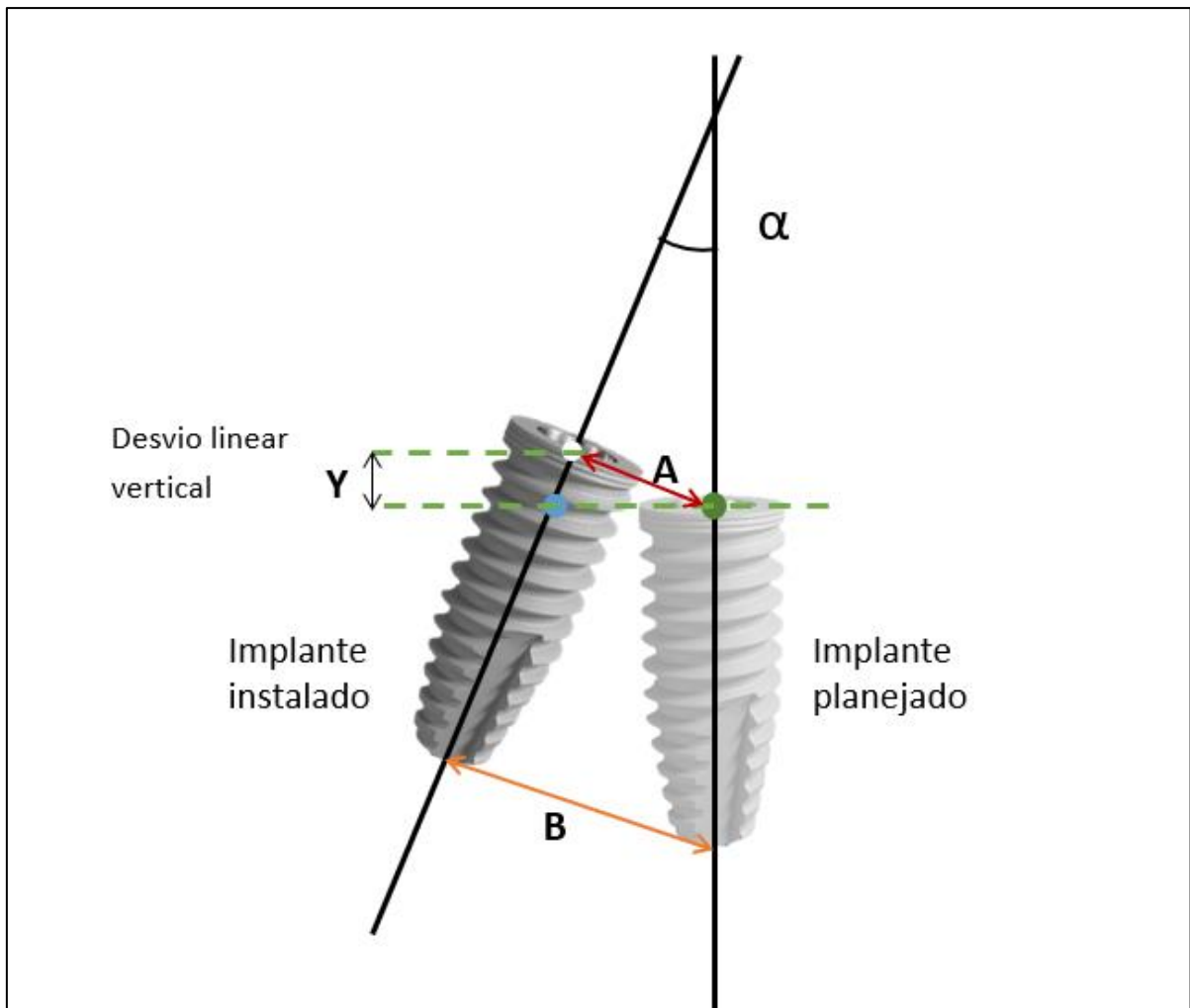


Figura 14 – Esquema das mensurações analisadas: A. desvio coronal entre implante planejado e o implante instalado; B. desvio apical entre implante planejado e instalado;  $\alpha$ . desvio angular entre implante planejado e instalado; Y. desvio linear vertical.

#### 4.2.3 - Análise estatística

Todos os dados obtidos foram avaliados utilizando-se GraphPad software 5.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA). O teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a normalidade dos dados obtidos. As análises dos desvios lineares e angulares foram realizadas por meio de teste t pareado para grupos independentes paramétricos. Em todos os procedimentos, foi adotado um nível de significância de 5% para a tomada de decisão quanto a validade da hipótese testada.

## 5 – RESULTADOS

No estudo 11 pacientes, sendo 7 mulheres e 4 homens, com a média de idade de 49 anos ( $\pm 16,28$ ) receberam um total de 18 implantes pela técnica da cirurgia virtualmente guiada. Onze implantes foram instalados na região de mandíbula e sete implantes na região de maxila. Nenhum dos pacientes da pesquisa apresentou edema e/ou sangramento pós-operatório. Somente 1 paciente, relatou dor moderada após o término da anestesia no dia da cirurgia, que cessou com o uso de uma dose do analgésico prescrito. Os demais pacientes relataram dor leve após a cirurgia ou ausência de dor, havendo uma redução no uso de analgésicos prescritos.

Foi observado desvios em todos os parâmetros entre a posição virtual e real dos implantes instalados. As mensurações dos desvios angulares e lineares foram sumarizadas na tabela 1.

Ao analisarmos as variáveis de acordo com o comprimento dos implantes (implantes  $\geq 10$  mm e implantes  $< 10$  mm), não foi encontrada diferença estatisticamente significativa (Tabela 2).

**Tabela 1** - Mensurações dos desvios coronais, apicais, verticais (em mm) e dos desvios angulares (em graus), média e desvio padrão, entre os implantes virtualmente planejados e implantes instalados reais nos 11 pacientes.

Pacientes	Região	Desvio coronal (mm)	Desvio apical (mm)	Desvio angular (°)	Desvio vertical (mm)	Diâmetro do implante (mm)	Comprimento do implante (mm)
1	25	0,19	0,93	5,40	0,07	3.5	11.5
	26	0,84	1,30	2,71	0,44	4.5	10
2	46	0,09	0,78	4,16	0,04	3.5	11.5
3	14	0,87	0,66	2,75	0,62	3.5	10
	15	0,90	1.01	3,23	0,64	3.5	8.5
4	16	1,02	0,95	0,38	0,93	4.0	7.0
5	36	0,59	0,76	0,92	0,37	4.3	8.5
	46	0,30	1,06	4,95	1,33	4.3	10
6	36	1,90	0,95	1,46	1,19	3.8	11.5
7	35	0.82	1,35	3,25	0,82	3.5	13
	36	0,59	0,76	1,50	0,37	3.8	11.5
	45	0,72	1,46	4,74	0,46	3.5	10
	47	0,55	0.51	0,66	0,19	3.8	8.5
8	46	0,89	1,88	3,76	0,28	3.8	11.5
9	26	1,46	1,54	1,29	1,38	4.5	11.5
	27	1,34	1,28	2,40	1,26	4.5	11.5
10	46	0,76	0,72	0.62	0,63	4.5	10
11	46	0,99	1,57	4,07	0,17	3.8	8.5
<b>Média ± /Desvio Padrão</b>		0,82 ± 0,44	1,14 ± 0,44	2,68 ± 1,62	0,62 ± 0,44		

Análise estatística – Teste t pareado.

**Tabela 2** - Comparação entre os implantes menores que 10mm e maiores 10mm de comprimento.

<b>Comprimento do implante</b>	<b>N</b>	<b>Desvio coronal (mm)</b>	<b>Desvio apical (mm)</b>	<b>Desvio angular (°)</b>	<b>Desvio vertical (mm)</b>
<b>Menor que 10mm</b>	<b>5</b>	0,81 ± 0,22	0,96 ± 0,39	1,85 ± 1,68	0,46 ± 0,32
<b>A partir de 10 mm</b>	<b>13</b>	0,83 ± 0,51	1,19 ± 0,41	3,00 ± 1,54	0,68 ± 0,47
<b>p</b>		0.842	0.54	0.26	0.83

Análise estatística – Teste t pareado.

## 6 – DISCUSSÃO

O surgimento da tomografia computadorizada e os softwares de planejamento 3D possibilitou a realização de um melhor diagnóstico e planejamento do posicionamento virtual dos implantes na posição protética adequada.

O advento da tecnologia CAD/CAM possibilitou a impressão de um guia cirúrgico prototipado, para a realização da cirurgia virtualmente guiada.

Na cirurgia guiada para implantes, o escaneamento óptico intraoral ou de modelos de gesso, possibilita a integração com a TCCB em um software de planejamento 3D. Esse processo apresenta algumas vantagens, tais como a criação do enceramento virtual, eliminando a necessidade da realização de um enceramento pré-operatório em um modelo de gesso, e também uma possível redução de custos, pois exclui a necessidade da realização de uma segunda TCCB com o paciente utilizando um guia tomográfico (Derksen et al., 2019).

A cirurgia guiada apresenta outras vantagens como, menor tempo cirúrgico, menor morbidade para o paciente, resultando em um melhor pós-operatório (Fortin et al, 2006; Van De Velde; Sennerby; De Bruyn, 2010). Uma outra vantagem relacionada a cirurgia guiada comparada a cirurgia convencional para instalação de implantes, é a redução na quantidade do uso de solução anestésica para a sua execução.

Em nosso estudo, somente 1 paciente participante da pesquisa, relatou dor moderada após o término da anestesia, que cessou com a administração de 1 dose única de medicação analgésica. Todos os demais pacientes relataram uma recuperação rápida, dor leve ou ausência de dor, sem complicações pós-operatórias. Houve também uma redução ou ausência do uso de medicações analgésicas. Esses resultados corroboram com o estudo publicado por Fortin, et al, 2006.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a precisão da técnica cirurgia virtualmente guiada de implantes em pacientes desdentados parciais (de 1 a 4 elementos perdidos), analisando os desvios angulares e lineares. O resultado do estudo mostrou desvios em todos os parâmetros analisados. O desvio médio angular em todas amostras foi de  $2,68 \pm 1,62^\circ$ ; o desvio médio coronal foi de  $0,82 \pm 0,44$  mm;

o desvio médio apical foi de  $1,14 \pm 0,44$  mm; o desvio médio vertical foi de  $0,62 \pm 0,44$  mm. Portanto, esses desvios devem ser considerados no planejamento para colocação dos implantes, principalmente em regiões próximas a estruturas anatômicas importantes. A hipótese nula que a posição do implante instalado é a mesma do implante virtualmente planejado foi rejeitada.

Os resultados dos desvios encontrados em nossa pesquisa foram semelhantes aos descritos em outros estudos, como o de Thamaseb et al., 2018, que apresentaram o desvio médio angular de  $3,3^\circ$ , o desvio médio coronal de 0,90 mm e o desvio médio apical de 1,20 mm; o de Skjerven et al., 2019, que descreveram o desvio médio angular de  $3,85^\circ$ , desvio médio coronal de 1,05 mm, o desvio médio apical de 1,63 mm e o desvio médio vertical de 0,48 mm; o de Kiatkroekkrai et al. 2019, que descreveram o desvio médio angular de  $2,42^\circ$ , desvio médio coronal de 0,87 mm e desvio médio apical de 1,10 mm e o de Smitkarn, et al. 2019, que apresentaram o desvio médio angular de  $3,10^\circ$ , o desvio médio coronal de 1,00 mm, o desvio médio apical de 1,30 mm.

Entretanto, Fang et al., 2018, avaliando a precisão da cirurgia guiada em região anterior de maxila e mandíbula, utilizando uma chave guia de broca longa para osteotomia, encontraram valores de desvios mais baixos do que os resultados previamente publicados. Atribuem ao fato da chave guia de broca longa direcionar a primeira broca da osteotomia, reduzindo o movimento lateral dentro do guia cirúrgico. A primeira broca é a mais importante porque determina o eixo de perfuração. Todavia, apesar da vantagem descrita pelos autores, a utilização de uma chave guia de broca longa não se aplica em todas as situações clínicas da cirurgia guiada.

Em função dos desvios apresentados dos implantes instalados na cirurgia guiada em relação ao planejamento virtual, a confecção de uma prótese sobre implante definitiva, através de um processo digital, utilizando o planejamento do posicionamento virtual como referência, acarretará uma falta de adaptação, principalmente se tratando de prótese múltipla. Nessas situações, quando se planeja um carregamento imediato, a confecção de uma prótese utilizando abutments temporários possibilitam a captura de uma prótese provisória, sendo talvez a situação mais previsível.

Ao analisarmos as variáveis de acordo com o comprimento dos implantes (implantes  $\geq 10$  mm e implantes  $< 10$  mm), não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

A perda de precisão na cirurgia guiada pode ser atribuída a uma sequência de pequenos erros em cada etapa do processo, tais como: erros na obtenção de imagens e processamento dos dados, planejamento e confecção da guia, erro na execução cirúrgica (Van Assche et al, 2012; Tatakis; Chien; Parashis, 2019). Outros fatores clínicos também podem afetar a precisão da cirurgia guiada, tais como posição do guia (maxilar ou mandibular), tipo de cirurgia /guia (totalmente guiada ou parcialmente guiada), abordagem sem retalho ou a retalho, fixação do guia (uso de parafuso de fixação ou não). Esses fatores foram descritos em uma revisão sistemática com meta-análise publicada por Zhou et al., 2018. Na revisão, os autores concluíram que uma cirurgia totalmente guiada, usando parafusos de fixação em um protocolo sem retalho demonstrou maior precisão. Em nosso estudo, todas as cirurgias realizadas foram totalmente guiadas e com uma abordagem sem retalho, com utilização de um ou dois pinos de fixação, buscando uma melhor estabilização do guia no procedimento cirúrgico.

Alguns estudos clínicos e in vitro avaliaram a precisão da cirurgia de implantes totalmente guiada comparada com cirurgia convencional a mão livre. Os resultados demonstraram haver uma maior precisão na técnica da cirurgia de implantes totalmente guiada (Vermeulem, 2017; Smitkarn et al.,2019).

Diversos estudos avaliando a precisão da técnica da cirurgia guiada foram descritos na literatura (Giacomo et al, 2005; Van Assche et al., 2012; Thamaseb et al., 2018; Fang et al., 2019; De Santis et al., 2019). Diferentes contextos foram avaliados e comparados, tais como: precisão da cirurgia guiada de acordo com o tecido de suporte (osso, mucosa e dentes) (Raico Gallardo et al., 2017); precisão comparando estudos in vitro, estudos clínicos e em cadáveres (Bover-Ramos et al., 2017); precisão da cirurgia guiada comparada a cirurgia convencional a mão livre (Vermeulem, 2017; Smitkarn et al.,2019); precisão da cirurgia totalmente guiada comparada a um guia de broca piloto (De Santis et al., 2019). Contudo, em relação a precisão, todos os estudos mostraram a existência de desvios lineares e angulares entre os implantes virtualmente planejados e os realizados.

## **7 – CONCLUSÃO**

Dentro das limitações do presente estudo clínico, podemos concluir que a técnica de cirurgia guiada de implantes associada ao escaneamento intraoral em pacientes desdentados parciais, apresenta desvios angulares e lineares em todas variáveis analisadas, quando comparadas ao planejamento virtual. Por esse motivo, não confirma a hipótese nula. Porém, independentemente dos desvios apresentados, os resultados estão bem próximos da precisão e dentro da tolerância clínica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL YAFI, F.; CAMENISCH, B.; AL-SABBAGH, M. Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable? **Dental Clinics of North America**, v. 63, n. 3, p. 381–397, 2019.

APOSTOLAKIS, D.; BROWN, J. E. The anterior loop of the inferior alveolar nerve: Prevalence, measurement of its length and a recommendation for interforaminal implant installation based on cone beam CT imaging. **Clinical Oral Implants Research**, v. 23, n. 9, p. 1022–1030, 2012.

AZARI, A.; NIKZAD, S. Computer-assisted implantology: historical background and potential outcomes—a review. **The international journal of medical robotics + computer assisted surgery : MRCAS**, v. 4, n. march, p. 95–104, 2008.

BECKER, W. et al. Histologic Evaluation of Implants Following Flapless and Flapped Surgery: A Study in Canines. **Journal of Periodontology**, v. 77, n. 10, p. 1717–1722, 2006.

BOHNER, L. et al. Accuracy of digital technologies for the scanning of facial, skeletal, and intraoral tissues: A systematic review. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 2, p. 246–251, 2019.

BOVER-RAMOS, F. et al. Accuracy of Implant Placement with Computer-Guided Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cadaver, Clinical, and In Vitro Studies. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, p. 101–115, 2017.

BRODALA, N. Flapless Surgery and Its Effect on Dental Implant Outcome. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 24, Supple, p. 118–125, 2009.

D'HAESE, J. et al. Current state of the art of computer-guided implant surgery. **Periodontology 2000**, v. 73, n. 1, p. 121–133, 2017.

DE SANTIS, D. et al. The Accuracy of Computer-Assisted Implant Surgery Performed Using Fully Guided Templates versus Pilot-Drill Guided Templates. **BioMed Research International**, v. 2019, n. September, p. 1–10, 2019.

DERKSEN, W. et al. The accuracy of computer-guided implant surgery with tooth-supported, digitally designed drill guides based on CBCT and intraoral scanning. A prospective cohort study. **Clinical Oral Implants Research**, 2019.

FANG, Y. et al. Accuracy of computer-guided implant placement in anterior regions. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 5, p. 836–842, 2019.

FORTIN, T. et al. Effect of flapless surgery on pain experienced in implant placement using an image-guided system. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 21, n. 2, p. 298–304, 2006.

GIACOMO, G. A. P. DI et al. Clinical Application of Stereolithographic Surgical Guides for Implant Placement: Preliminary Results. **Journal of Periodontology**, v. 76, n. 4, p. 503–507, 2005.

HÄMMERLE, C. H. F.; ET AL. Group 2 Consensus Statements Consensus Statements and Recommended Clinical Procedures Regarding Computer-Assisted Implant Dentistry. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 24, Supple, p. 126–129, 2009.

KIATKROEKKRAI, P. et al. Accuracy of implant position when placed using static computer-assisted implant surgical guides manufactured with two different optical scanning techniques: a randomized clinical trial. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, n. August, p. 1–7, 2019.

POZZI, A. et al. Computer-guided versus free-hand placement of immediately loaded dental implants: 1-year post-loading results of a multicentre randomised controlled trial. **European journal of oral implantology**, v. 7, n. 3, p. 229–42, 2014.

RAICO GALLARDO, Y. N. et al. Accuracy comparison of guided surgery for dental implants according to the tissue of support: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Oral Implants Research**, v. 28, n. 5, p. 602–612, 2017.

SCHUBERT, O. et al. Digital implant planning and guided implant surgery – workflow and reliability. **British Dental Journal**, v. 226, n. 2, p. 101–108, 2019.

SKJERVEN, H. et al. In Vivo Accuracy of Implant Placement Using a Full Digital Planning Modality and Stereolithographic Guides. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 34, n. 1, p. 124–132, 2019.

SMITKARN, P. et al. The accuracy of single-tooth implants placed using fully digital-guided surgery and freehand implant surgery. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 46, n. 9, p. 949–957, 2019.

TAHMASEB, A. et al. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. **Clinical Oral Implants Research**, v. 29, n. 16, p. 416–435, 2018.

TALLARICO, M.; MELONI, S. Retrospective Analysis on Survival Rate, Template-Related Complications, and Prevalence of Peri-implantitis of 694 Anodized Implants Placed Using Computer-Guided Surgery: Results Between 1 and 10 Years of Follow-Up. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 32, n. 5, p. 1162–1171, 2017.

TATAKIS, D. N.; CHIEN, H.; PARASHIS, A. O. Guided implant surgery risks and their prevention. **Periodontology 2000**, v. 81, n. 1, p. 194–208, 2019.

VAN ASSCHE, N. et al. Accuracy of computer-aided implant placement. **Clinical Oral Implants Research**, v. 23, n. SUPPL.6, p. 112–123, 2012.

VAN DE VELDE, T.; SENNERBY, L.; DE 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. **Clinical Oral Implants Research**, v. 21, n. 11, p. 1223–1233, 2010.

VERMEULEN, J. The Accuracy of Implant Placement by Experienced Surgeons: Guided vs Freehand Approach in a Simulated Plastic Model. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 32, n. 3, p. 617–624, 2017.

WANG, F. et al. Minimally invasive flapless vs. flapped approach for single implant placement: a 2-year randomized controlled clinical trial. **Clinical Oral Implants Research**, v. 28, n. 6, p. 757–764, 2017.

ZHOU, W. et al. Clinical Factors Affecting the Accuracy of Guided Implant Surgery—A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Evidence-Based Dental Practice**, v. 18, n. 1, p. 28–40, 2018.

## ANEXO 1 - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE DE SANTO  
AMARO - UNISA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação da precisão da técnica de cirurgia virtualmente guiada para instalação de implantes: um estudo clínico comparativo entre o planejamento virtual x real.

**Pesquisador:** CARLOS KIYOSHI MOREIRA MASSUDA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 09573119.7.0000.0081

**Instituição Proponente:** OBRAS SOCIAIS E EDUCACIONAIS DE LUZ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.239.579

#### **Apresentação do Projeto:**

Idem avaliação anterior

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Idem avaliação anterior

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Idem avaliação anterior

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Idem avaliação anterior

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foi incluído o CNPJ do coparticipante

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado.

#### **Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

**Endereço:** Rua Profº Enéas de Siqueira Neto, 340

**Bairro:** Jardim das Imbulas

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**CEP:** 02.450-000

**Telefone:** (11)2141-8687

**E-mail:** pesquisaunisa@unisa.br

Continuação do Parecer: 3.239.579

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1071310.pdf	20/03/2019 13:38:11		Aceito
Outros	cronograma.pdf	14/03/2019 13:42:29	CARLOS KIYOSHI MOREIRA	Aceito
Outros	ceclaracaocero.pdf	14/03/2019 13:32:49	CARLOS KIYOSHI MOREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	14/03/2019 13:27:34	CARLOS KIYOSHI MOREIRA MASSUDA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.pdf	14/03/2019 13:26:57	CARLOS KIYOSHI MOREIRA MASSUDA	Aceito
Folha de Rosto	FRCarlosKiyoshi.pdf	14/03/2019 12:51:17	CARLOS KIYOSHI MOREIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 02 de Abril de 2019

---

**Assinado por:**  
**Ana Paula Ribeiro**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Profº Enéas de Siqueira Neto, 340

**Bairro:** Jardim das Imbuías

**CEP:** 02.450-000

**UF:** SP **Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)2141-8687

**E-mail:** pesquisaunisa@unisa.br

## **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

**PROTOCOLO: “Avaliação da precisão da técnica de cirurgia virtualmente guiada para instalação de implantes: um estudo clínico comparativo entre o planejamento virtual x real.”**

Estes esclarecimentos estão sendo apresentados para solicitar sua participação livre e voluntária no projeto de pesquisa: “Avaliação da precisão da técnica de cirurgia virtualmente guiada para instalação de implantes: um estudo clínico comparativo entre o planejamento virtual x real”, do Programa de Pós-Graduação do Mestrado em Odontologia da Universidade de Santo Amaro – UNISA. Será realizado pelo pesquisador Carlos Kiyoshi Moreira Massuda (mestrando) como Trabalho de Conclusão de Curso, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Yeon Jung Kim.

A avaliação da precisão da instalação de implantes através da técnica da cirurgia guiada por computador, poderá possibilitar a realização do procedimento de forma segura em relação as estruturas anatômicas importantes do paciente, bem como uma melhor previsibilidade na instalação do implante no osso.

A pesquisa tem como objetivo avaliar a precisão da técnica da cirurgia virtualmente guiada, comparando a simulação da instalação do implante virtual (no computador) com o implante instalado no paciente, através dos exames de tomografia computadorizada antes e após a realização da cirurgia.

Os procedimentos para a pesquisa consistem no exame clínico e anamnese (questionário sobre a saúde do paciente), exames de tomografia computadorizada inicial e moldagem digital através de escaneamento das arcadas dentárias, exames de sangue pré-operatórios. Em seguida, com um guia de resina (gabarito) será realizada a cirurgia para instalação do (s) implantes (s), através de pequena perfuração, sem a realização de incisões (cortes) e descolamento da gengiva. Após quinze dias da cirurgia, será realizado novo exame de tomografia computadorizada da região operada para avaliação.

Após o procedimento, poderá ocorrer um desconforto pós-operatório (dor), edema (inchaço) e em alguns casos equimose (roxo), inerentes a técnica cirúrgica para instalação do implante, contudo todos os participantes da pesquisa serão assistidos pelo pesquisador em qualquer necessidade durante o pós-operatório.

Como benefício, a técnica de instalação de implantes através da cirurgia virtualmente guiada, proporciona uma redução no tempo cirúrgico, melhor precisão cirúrgica, redução dos sintomas pós-operatórios e cicatrização mais rápida quando comparada a técnica convencional para instalação de implantes.

É garantido o acesso, em qualquer etapa do estudo, aos profissionais responsáveis pela pesquisa para **esclarecimento de eventuais dúvidas ou informações** sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

O pesquisador responsável é Carlos Kiyoshi Moreira Massuda, cirurgião-dentista especialista em Implantodontia, que pode ser encontrado no endereço rua Luiz Leopoldo Fernandes Pinheiro, 572 sala 1102, Centro, Niterói-RJ, CEP: 24.030-121/ Rua Prof. Enéas de Siqueira Neto, 340, Jardim das Imbuías, São Paulo- SP. Telefone (s) (21) 2719-9939/ 98111-4852. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UNISA) – Rua Prof. Enéas de Siqueira Neto, 340, Jardim das Imbuías, SP – Tel.: 2141-8687.

É **garantida sua liberdade da retirada de consentimento** a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de qualquer benefício que você tenha obtido junto à Instituição, antes, durante ou após o período deste estudo.

As informações obtidas pelos pesquisadores serão analisadas em conjunto com as de outros participantes, **não sendo divulgada a identificação** de nenhum deles.

O participante da pesquisa concede a autorização para apresentar fotos e resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto

Não há **despesas pessoais** para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há **compensação financeira** relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Em caso de dano pessoal, diretamente relacionado aos procedimentos deste estudo (nexo causal comprovado), a qualquer tempo, fica **assegurado ao participante o respeito a seus direitos legais**, bem como procurar obter **indenizações** por danos eventuais.

**Uma via deste Termo de Consentimento ficará em seu poder.**

São Paulo, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_

Se você concordar em participar desta pesquisa assine no espaço determinado abaixo e coloque seu nome e o nº de seu documento de identificação.

\_\_\_\_\_

Nome: (do participante) .....

Doc. Identificação: .....

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante para a participação neste estudo, conforme preconiza a Resolução CNS 466, de 12 de dezembro de 2012, IV.3 a 6.

-----

Assinatura do pesquisador responsável pelo estudo

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Pesquisador Responsável: Carlos Kiyoshi Moreira Massuda, Rua Luiz Leopoldo Fernandes Pinheiro, 572/1102, Centro, Niterói – Rj, CEP: 24.030-121  
CEP-UNISA Rua Prof. Enéas de Siqueira Neto, 340, Jardim das Imbuías, SP – Tel.: 2141-8687.