

**FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE**

**CINTIA CARLA DOS SANTOS**

**FLUXO DIGITAL NA IMPLANTODONTIA. PLANEJAMENTO CIRÚRGICO A  
REABILITAÇÃO PROTÉTICA**

**Guarulhos**

**2022**

**CINTIA CARLA DOS SANTOS**

**FLUXO DIGITAL NA IMPLANTODONTIA. PLANEJAMENTO CIRÚRGICO A  
REABILITAÇÃO PROTÉTICA**

Monografia apresentada ao Programa de pós-  
graduação em Odontologia da  
Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito  
parcial para obtenção do título de especialista  
em Implantodontia.

Orientador: Profº Dr. Paulo Yataro Kawakami

**Guarulhos**

**2022**

Dos Santos, Cintia Carla  
Fluxo digital na implantodontia. Planejamento  
cirúrgico a reabilitação protética / Cintia Carla dos Santos  
- 2022.

44 f.il

Orientador: Paulo Yataro Kawakami

Monografia Especialização Faculdade Sete Lagoas -  
2022.

1. Fluxo de trabalho digital 2. Cirurgia guiada por  
computador 3. Escaneamento intraoral  
I. Título. II. Paulo Yataro Kawakami



Monografia intitulada *“Fluxo digital na implantodontia. Planejamento cirúrgico a reabilitação protética”* de autoria da aluna Cintia Carla dos Santos.

Aprovada em 05/05/2022 pela banca constituída dos seguintes professores:

---

Profº Dr. Paulo Yataro Kawakami – Orientador - Facsete

---

Profº Dr. Ulisses Tavares da Silva Neto - Facsete

---

Profº Ms. Leonardo Quadrado - Facsete

Guarulhos, 05 de Maio de 2022

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelo amor e por iluminar minha trajetória, dando-me força e coragem para seguir.

Aos meu familiares e amigos por todo apoio e ajuda, que muito contribuíram para a realização desse trabalho e me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam minha ausência.

A todos os professores e assistentes do curso de Especialização em Implantodontia que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

A Isoradiologia, Dr Rodolfo e Rodrigo por disponibilizarem as aquisições das imagens tomográficas.

Aos pacientes que se dispuseram fazer parte desse trabalho.

Ao Dr Micael Iwamoto pela orientação e auxílio cirúrgico.

Em especial ao Dr Luis Barrinuevo e ao cadista Jefferson Santos do laboratório Luis – Prótese Dental por toda a sua dedicação, empenho e paciência.

Ao meu orientador Dr Paulo Yataro Kawakami que me auxiliou e esteve sempre presente contribuindo para o meu desenvolvimento profissional, não medindo esforços para que todas as fases desse trabalho pudessem ser realizadas.

Meu MUITO OBRIGADA!

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

TCFC – Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

TC - TCMD - Tomografia Computadorizada Multislice

TCFB – Tomografia Computadorizada Fan Beam

DICOM – Digital Imaging and Communication in Medicine

STL – Standard Tessellation Language / Linguagem de Mosaico Padrão

SLA - Estereolitográfico

ECR – Estudo Clínico Randomizado

CCT – Estudo Clínico Controlado / Controlled Clinical Trial

RCT – Randomized Controlled Trial/ Estudo clínico randomizado

CAD – Computer Aided Design / Desenho assistido por Computador

CAM – Computer Aided Manufacturing /Fabricação Assistida por Computador

E-max – Dissilicato de Lítio

PMMA – Polimetilmetacrilato

CGS – Computer Guide Surgery / Cirurgia Guiada por Computador

sGIS – Static Computer Guide Surgery / Cirurgia Guiada Estática

HU – Hounsfield

PDW – Partially digital Workflow / Fluxo de Trabalho Parcialmente Digital

FDW – Digital Workflow / Fluxo de Trabalho Digital

PEEK – poliéter- éter- cetona

IOS – Intraoral Optical Scan / Varredura Óptica Intraoral

## RESUMO

O correto posicionamento do implante é um pré-requisito para o sucesso e longevidade da reabilitação. Avanços tecnológicos em imagens tomográficas e os registrados pelo sistema CAD/CAM possibilitam simular a inserção ideal dos implantes dentários. A tomada de impressão óptica permite a coleta de todas as informações tridimensionais dos tecidos, trazendo vantagens expressivas no que se refere a tempo e conforto no tratamento. As limitações da cirurgia guiada foram analisadas considerando os achados bibliográficos nos últimos 10 anos. O objetivo desse trabalho foi analisar na literatura a acurácia e eficácia do planejamento virtual de implantes em cirurgias guiadas por computador, assim como o uso de fluxo de trabalho digital na implantodontia atual e suas aplicações em reabilitações protéticas.

**Palavras-chave:** Fluxo de trabalho digital; cirurgia guiada por computador; escaneamento intraoral.

## **ABSTRACT**

Correct implant positioning is a prerequisite for the success and longevity of rehabilitation. Technological advances in tomographic images and those recorded by the CAD/CAM system make it possible to simulate the optimal insertion of dental implants. The optical printing socket allows the collection of all three-dimensional information of the fabrics, bringing significant advantages with regard to time and comfort in the treatment. The limitations of guided surgery were analyzed considering the bibliographic findings in the last 10 years. The objective of this work was to analyze in the literature the accuracy and effectiveness of virtual implant planning in computer-guided surgery, as well as the use of digital workflow in current implantodontia and its applications in prosthetic rehabilitations.

**Keywords:** Digital workflow; computer guide surgery; intraoral optical scan.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>08</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Planejamento Cirúrgico Virtual: Expectativa x Realidade .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Cirurgia Guiada Dinâmica .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Guiados x Mão Livre / Sucesso x Insucesso .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 Fatores Biológicos e Mecânicos.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5 Fluxo de Trabalho Digital .....</b>	<b>27</b>
<b>3. DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O uso dos primeiros implantes osteointegrados para substituir elementos dentários representou uma enorme evolução nas técnicas de reabilitação protética. A literatura científica concorda que as reabilitações protéticas através dos implantes tem uma taxa de sobrevida de 95% nos primeiros 5 anos e superior a 89% após 10 anos (MAO, 2020). Muitas soluções ao longo dos anos foram propostas para melhorar o desempenho clínico dos implantes. Inúmeros avanços em tecnologia, materiais, técnicas e conceitos vêm sendo desenvolvidos para alcançar os resultados clínicos desejados (ABDELHAY, 2021). A tendência atual na cirurgia de implante é evoluir cada vez mais; reduzindo o tempo total de reabilitação, utilizando técnicas cirúrgicas menos invasivas, transformando as reabilitações mais previsíveis e menos desconfortáveis para o paciente.

A implantodontia mudou de uma abordagem orientada cirurgicamente para uma abordagem orientada proteticamente (UNSAL, 2020), desta forma a reabilitação protética requer a colocação precisa dos implantes, a fim de se obter resultados funcionais e estéticos satisfatórios (NAEINI, 2020). Para isso, é imprescindível uma avaliação pré-cirúrgica dos tecidos moles e duros (CRISTACHE, 2021). A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) não fornece apenas informações valiosas para a avaliação pré-operatória, mas também possibilita um planejamento totalmente virtual dos casos cirúrgicos. O objetivo de se utilizar softwares de implantes virtuais é planejar a colocação de implantes em posições protéticas satisfatórias.

Provavelmente a mais importante etapa para o desenvolvimento desses novos protocolos está relacionado a difusão das imagens em 3D. A origem do escaneamento intraoral (IOS) remonta da década de 1970, quando surgiu o primeiro digitalizador intraoral. Levaram-se mais 2 décadas para se introduzir o IOS na prática odontológica. Desde então, a gama de aplicação do IOS vem se expandindo (MICHELINAKIS, 2021). Versões mais recentes de hardware e software são constantemente introduzidas pelos fabricantes que reivindicam maior precisão de

varredura, interface de usuário mais aprimorada e melhor experiência para o paciente.

Para a instalação de implantes um planejamento completo tanto restaurador como cirúrgico é fundamental. Protocolos de implantes guiados podem ajudar desde a fase de diagnóstico até a restauração protética final.

O posicionamento tridimensional ideal do implante com ajuste protético ideal oferece resultados bem sucedidos a longo prazo. A transferência das informações da posição planejada do implante para o ambiente clínico/cirúrgico pode ser feita de forma estática ou dinâmica (CRISTACHE, 2021).

O Sistema de Navegação Estático – cirurgia de implante estática (sGIC) não permite alteração da posição do implante durante o momento cirúrgico onde um guia cirúrgico é utilizado para transferir a posição planejada do implante para o local cirúrgico, utilizando-se para isso um fluxo de trabalho parcial ou totalmente digital. A introdução de novas tecnologias e materiais digitais, como o Computer Aided Desing (Desenho Assistido por Computador - CAD) e a Computer Aided Manufacturing (Fabricação Assistida por Computador - CAM) mudou a odontologia profundamente tanto para os laboratórios como para os consultórios odontológicos (DE ANGELIS, 2020).

O fluxo de trabalho parcialmente digital (PDW) inclui uma ou mais etapas laboratoriais convencionais durante a fase de planejamento. Com o fluxo de trabalho totalmente digital (FDW) um modelo convencional é substituído pela digitalização intraoral. Em ambos os casos os arquivos DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medice*) e STL (*Standard Tessellation Language*) da impressão digital ou digitalizada são combinados em software de planejamento virtual, onde um guia cirúrgico é projetado com base na restauração final planejada.

No caso de uma abordagem de navegação dinâmica o sítio cirúrgico é registrado por meio de câmeras onde os movimentos podem ser controlados em tempo real, a cirurgia envolve uma visão direta na tela do computador, controlando assim a direção e profundidade de instalação dos implantes (KALAIVANI, 2020). A tecnologia utiliza rastreamento óptico intraoperatório na posição de peça de mão com câmeras instaladas para guiar o cirurgião.

Embora esses desenvolvimentos tecnológicos pareçam promissores, questões sobre a confiabilidade e precisão desses guias cirúrgicos estáticos que replicam a posição planejada do implante devem ser levantadas (TAHMASEB, 2018).

O objetivo dessa revisão foi avaliar a precisão entre o planejamento virtual da cirurgia guiada por computador e a utilização de novas tecnologias para reabilitações protéticas implanto suportadas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – Planejamento Cirúrgico Virtual : Expectativa x Realidade.

A avaliação da precisão da cirurgia guiada pode ser realizada comparando o planejamento virtual pré-operatório com a localização pós-operatória dos implantes no osso maxilar. Isso é realizado combinando o planejamento virtual com a posição real visível nas imagens 3D utilizando um software específico (NAEINI, 2020).

RAMOS *et al.* (2018) analisaram a precisão de instalação de implantes por meio de cirurgia guiada estática. Um total de 34 artigos foram selecionados. Oito estudos *in vitro*, quatro em cadáveres e 22 estudos clínicos. Foram analisados no total informações de 3033 implantes instalados. Desvios entre os planejamentos e as reais posições clínicas dos implantes foram encontrados em todos os estudos incluídos. Em relação aos desvios lineares na região cervical dos implantes os valores médios variaram de 0,12 a 1,18mm em cadáveres; 0,09 a 1,10mm para estudos clínicos e 0,15 a 0,77mm *in vitro*. Em relação aos desvios lineares na região apical dos implantes os valores médios variaram de 0,18 a 1,52mm em cadáveres; 0,12 a 1,40mm para estudos clínicos e 0,17 a 0,85mm *in vitro*. Em relação aos desvios angulares dos implantes os valores variaram de 0,40 a 2,82° em cadáveres; 0,33 a 3,98° para estudos clínicos e 0,35 a 2,39° *in vitro*. Apenas 14 dos 34 estudos relataram desvios de profundidade, os valores médios variaram de 0,04 a 0,28mm em cadáveres, 0,10 a 0,74mm para estudos clínicos e 0,14 a 0,61mm *in vitro*. Poucos estudos relatam erros de profundidade que podem causar danos a estruturas anatômicas importantes. A cirurgia guiada estática não pode assegurar a precisão entre o planejamento e a sua execução. O Profissional deve estar atento as suas variáveis e manter margem de segurança segura.

TAHMASEB *et al.* (2018) analisaram a precisão da cirurgia de implante guiado estático (sGIS). Foram selecionados 20 estudos, sendo, um estudo controlado randomizado (RCT), oito estudos retrospectivos não controlados e onze estudos prospectivos não controlados, entre Janeiro de 2008 a Dezembro de 2016. Um exame tomográfico foi utilizado em todos os estudos para avaliação pré –

operatória. No entanto, 12 desses estudos utilizaram a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) enquanto 9 utilizaram a tomografia computadorizada multislice (TC). Um total de 1883 implantes foram instalados utilizando guias cirúrgicos estáticos. Em doze estudos foram utilizados um protocolo cirúrgicos sem retalho, enquanto em oito utilizaram-se protocolos mistos (com e sem retalho). A estabilização do guia cirúrgico variou em todos os estudos. Em todos os estudos foram relatados desvios lineares e angulares. Houve uma diferença significativa a favor dos pacientes parcialmente desdentados em comparação com os casos de desdentados totais. Os desvios lineares na região cervical dos implantes para casos totalmente desdentados variaram de 1,09 a 1,56mm e de 0,79 a 1,00mm para casos parcialmente desdentados. O desvio médio em todos os casos foi de 1,2mm. Os desvios lineares na região apical dos implantes para casos totalmente desdentados variaram de 1,29 a 1,62mm e de 1,11 a 1,2mm para casos parcialmente desdentados. O desvio médio para todos os casos foi de 1,4mm. Os desvios angulares para casos totalmente desdentados variaram de 2,71° a 3,88° e de 2,07° a 4,63° para casos parcialmente desdentados. O desvio médio para todos os casos foi de 3,5°. Embora os dados dessa revisão indiquem que a cirurgia guiada estática possa ser usada para realizar a posição virtual de planejamento do implante com precisão razoável, erros consideráveis podem ocorrer. O profissional deve reconhecer e entender as limitações dentro de cada etapa do processo de cirurgia guiada estática, desde o seu início. Uma margem de segurança de pelo menos 2mm deve ser respeitada.

MARLIÈRE *et al.* (2018) avaliaram a precisão entre o planejamento virtual guiado por computador e os resultados reais da colocação de implantes dentários em rebordos alveolares totalmente edêntulos. Essa análise de acurácia foi realizada através da medição da distância entre implantes dentários planejados e instalados. Os parâmetros de medição utilizados foram: desvio angular (medido em graus – entre os eixos longitudinais) e desvio linear (medido em mm) sendo esses últimos divididos em: desvio cervical e desvio apical. Além de erro de profundidade (medido em mm – maior ou menor profundidade de inserção). Um total de 638 implantes foram instalados, com 4 falhas de osteointegração. Na maioria dos casos foi realizada uma abordagem sem retalho e os pacientes foram acompanhados de 12 - 30 meses. Desvios angulares nas regiões cervical e apical dos implantes foram

descritos em todos os estudos clínicos. O desvio angular médio entre os estudos variou de 1.85° a 8.4°, correspondendo a diferentes localizações no rebordo alveolar maxila e mandíbula. A variação do desvio cervical foi de 0.71mm a 2.17mm em implantes colocados nos rebordos maxilares. O desvio apical médio variou de 0.77mm a 2.86mm nas cristas maxilares. Em relação ao erro de profundidade do implante, a maioria dos estudos não revelou esses dados. Tanto para o desvio angular como para os desvios lineares a acurácia foi predominantemente menor na maxila.

SHARMA *et al.* (2019) compararam a precisão do posicionamento dos implantes virtualmente planejados nas TCFC em relação as posições finais alcançadas usando um sistema de guia aberto universal. Um total de 24 implantes foram instalados em blocos ósseos que simulavam o osso edêntulo posterior mandibular. Em cada bloco ósseo foram colocados 3 implantes nas posições 35, 36 e 37. (I, II e III respectivamente). No sistema de guia universal aberto, a última perfuração foi feita à mão livre com a broca da empresa de implantes, seguindo a direção dos preparos do local. Desvios entre implantes virtualmente planejados e colocados cirurgicamente foram analisados em termos de medidas lineares e angulares. As distâncias planejadas inter- implantes do centro de um implante ao centro do outro na direção horizontal (mésio-distal) foram de 8,71, 8,79 e 17,50mm entre os implantes virtuais em 35 e 36, 36 e 37 e 35 e 37, respectivamente. Para a medição vertical dos implantes, as posições dos implantes foram planejadas 1,5mm supra crestal a partir do ponto mais alto na crista do rebordo. Todos os três implantes foram colocados perpendicularmente (90°) ao eixo horizontal. O desvio linear médio (mesio-distal) entre os implantes I e II colocados com o guia aberto estereolitográfico foi de 1,09mm e entre os implantes II e III foi de 0,6mm em comparação com as medidas de TCFC. Houve um desvio angular significativo do implante colocado na região do dente 37 (implante III) em relação aos implantes colocados nos dentes 35 e 36 (implante I e II, respectivamente). Uma razão para isso pode ser que o guia aberto usado foi apoiado por mucosa em ambos os lados da mandíbula. Um fator a ser considerado é a colocação de pinos de ancoragem, que foram colocados na região de 35 e 36 (região do primeiro molar) em ambas as extremidades. Isso pode ter contribuído para o deslocamento apical da parte distal do guia cirúrgico (em direção à mucosa) durante seu movimento em direção

posterior, pois uma âncora do guia não pôde ser fixada distalmente em 37 ou 47 (extremidade distal do guia). Com relação à precisão do sistema de guia aberto na direção vertical, observou-se diferença significativa entre a maioria dos valores quando comparados aos planejados através do tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), principalmente na distal do primeiro implante e mesial do terceiro implante. Isso pode ter sido atribuído ao fato de que a espessura do tecido mole não é captada com tanta precisão quanto as estruturas ósseas em TCFC. Um fato bem conhecido que a gengiva ou os tecidos moles são melhores avaliados na tomografia computadorizada de multidetectores (TC ou TCFB ou TCMD) do que no exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). O sistema de guia aberto não apresentou um nível aceitável de precisão em termos de distância vertical. O guia aberto utilizado no estudo pode ser considerado preciso para colocação de implantes na posição horizontal ou mesio-distal, em termos de perpendicularidade, mas não na posição vertical.

SUN *et al.* (2020) compararam a precisão da colocação de implantes utilizando o método convencional à mão livre, utilizando somente o guia cirúrgico, utilizando somente o sistema de navegação dental e o sistema de navegação dental com guia cirúrgico. Os participantes foram divididos em dois grupos experimentais e controle, e foram empregados quatro métodos cirúrgicos. O grupo controle foi submetido à cirurgia pelo método tradicional de mão livre. Já o grupo experimental foi dividido em três subgrupos, sendo eles: um grupo para o sistema de navegação de implante dentário dinâmico combinado com um guia cirúrgico, um grupo apenas o sistema de navegação dinâmica de implante dentário e um outro apenas o guia de cirúrgico. Um total de 128 implantes foram instalados sendo 32 implantes dentários em cada um dos grupos. Todas as abordagens cirúrgicas mostraram diferenças significativas no que diz respeito aos seguintes parâmetros: o erro total, erro longitudinal e erros angulares. (Figura1)



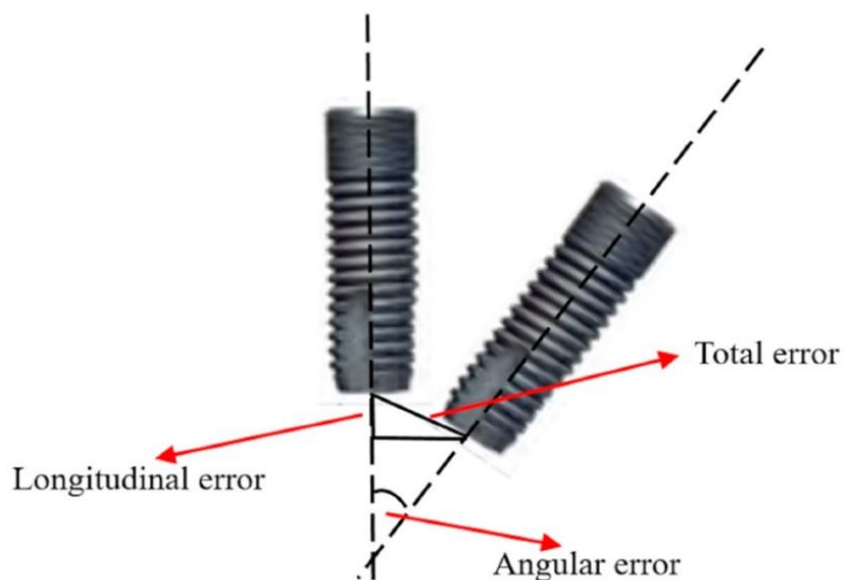


Figura 1 -

O desvio dos erros totais, longitudinais e angulares nas diferentes abordagens cirúrgicas.

Desvio	Navegação + Guia Cirúrgico	Navegação	Guia Cirúrgico	Mão livre
Total	0,19 a 0,98mm	0,09 a 1,25mm	0,08 a 1,49mm	0,09 a 1,89mm
Longitudinal	0,20 a 0,52mm	0,13 a 0,73mm	0,15 a 1,00mm	0,25 a 1,42mm
Angular	0,38 a 2,20°	0,36 a 3,24°	0,29 a 4,54°	0,12 a 6,12°
Tempo de preparação	30 minutos	20 minutos	15 minutos	10 minutos

A cirurgia de implante dentário à mão livre tem menor precisão do que outros métodos cirúrgicos, porém requer um menor tempo de preparação quando comparado ao sistema de navegação dental com guia cirúrgico. O sistema de navegação de implante dentário e o kit de guia cirúrgico alcançaram a mais alta precisão em termos de diferentes posições dos dentes e mandíbulas.

Demonstrou-se que os sistemas de orientação de implantes dentários dinâmicos e passivos podem ajudar os dentistas a aumentar a precisão do implante dentário na prática clínica, com diferenças nos erros totais, longitudinais e angulares entre as quatro técnicas de cirurgia de implante dentário. Observou-se diferenças significativas entre os resultados maxilares e mandibulares obtidos usando as quatro abordagens de cirurgia de implante dentário. A precisão da cirurgia na mandíbula foi superior à da maxila. Fatores humanos podem afetar o desempenho dos sistemas de implantes assistidos por computador, particularmente em sistemas de navegação dentária. Para a transferência bem-sucedida do planejamento pré-operatório para a situação clínica através do sistema de navegação de implante dentário, é necessário que o cirurgião tenha coordenação olho mão, de modo que os dados do monitoramento imediato do sistema de navegação e manuseio do processo de perfuração durante a cirurgia possam ser determinados.

NAEINI *et al.* (2020) analisaram a aplicabilidade, precisão e resultado clínico da cirurgia sem retalho com ou sem orientação por computador. Nove revisões foram incluídas no total. Sendo 71 estudos considerados. Desses, 52 estudos são séries de casos onde a abordagem sem retalho foi avaliada sem incluir nenhum grupo controle. Os artigos avaliaram o resultado de três protocolos de tratamento; cirurgia com as mãos livres, cirurgia guiada com e sem navegação 3D por computador (a primeira também é chamada de cirurgia estereolitográfica). Nenhum dos estudos relatou o tamanho da amostra e nem todos descreveram a calibração dos cirurgiões ou avaliadores. A cirurgia totalmente guiada apresentou maior acurácia, com valores mais baixos de desvio linear cervical, linear apical e angular (1,00mm, 1,23mm e 3,13° respectivamente) do que aqueles colocados parcialmente guiados (1,44mm, 1,91mm e 4,30° respectivamente). Pode-se deduzir que a cirurgia sem retalho guiada é comparável à cirurgia com as mãos livres em termos de osteointegração do implante, remodelação óssea marginal e variáveis periimplantares. No que diz respeito à cirurgia guiada sem retalho, os resultados dos

estudos sugerem fortemente que existe uma associação entre o suporte do guia, o protocolo utilizado e a precisão clínica da cirurgia guiada por computador, em que os guias suportados por dentes mostram mais precisão do que os guias suportados por osso ou mucosa, e a cirurgia totalmente guiada produz maior precisão em comparação com a cirurgia parcialmente guiada. A técnica ainda é muito sensível a erros cumulativos, portanto é aconselhado ter cuidado em todas as etapas do protocolo de cirurgia guiada e, em particular, incluir margens de segurança em torno dos implantes virtualmente planejados.

UNSAL *et al.* (2020) discutiram as vantagens e desvantagens da cirurgia de implante utilizando guias cirúrgicos CAD/CAM. Nove estudos tornaram-se elegíveis para essa pesquisa. Sendo que, em cinco deles foi utilizado um fluxo de trabalho totalmente digital enquanto nos outros quatro foram utilizados um fluxo de trabalho parcialmente digital. No total de 682 implantes foram analisados. Os estudos clínicos apresentaram todos os valores de desvio estudados para implantes planejados versus colocados e foram classificados com baixo risco de viés, já que o tratamento planejado foi realizado em todos os casos. Seis dos nove artigos apresentaram todos os três desvios (desvio angular, desvios lineares na cervical e no ápice dos implantes). O desvio angular médio e os desvios lineares na cervical e ápice dos implantes variaram entre 2,12° a 5,01°, 0,45mm a 2,05mm e 0,55mm a 2,28mm respectivamente. Nos 9 artigos foram listados problemas cirúrgicos e protéticos comuns como: mau planejamento tridimensional do implante virtual, guias cirúrgicos mal ajustados ou quebrados, alterações no plano cirúrgico, perda precoce do implante por baixa estabilidade primária e restaurações protéticas mal ajustadas ou quebradas, especialmente as temporárias imediatas. Os autores constataram que apesar de a colocação de implantes usando guias cirúrgicos CAD/CAM ter se tornado um método popular recentemente, não há 100% de precisão clinicamente. Os operadores devem estar atentos aos desvios angulares e lineares de até 5° e 2,3mm respectivamente. Os mesmos precisam estabelecer uma zona de segurança entre os implantes e estruturas anatômicas críticas, como o nervo alveolar inferior, durante a seleção da localização e do comprimento dos implantes.

LIN *et al.* (2020) investigaram a precisão clínica da cirurgia de implante guiado estático (sGIS) com um fluxo de trabalho de planejamento totalmente digital. Para alguns pacientes foi adotado um protocolo semelhante ao procedimento

convencional devido ao número inadequado de dentes remanescentes para a técnica ou devido a extensa presença de artefato de coroas metálicas na imagem de TCFC. Um guia radiográfico estereolitográfico (SLA) com marcadores fiduciais radiopacos foi projetado e fabricado a partir dos dados digitais do escaneamento intraoral. Cinco a seis marcadores fiduciais foram distribuídos uniformemente em cada lado (vestibular e lingual). O paciente realizou uma tomografia computadorizada com o guia radiográfico em posição. Desta maneira, a imagem do exame tomográfico poderia ser corretamente sobreposta com a varredura intraoral, combinando os marcadores fiduciais ao guia radiográfico. Os planos de tratamento digitais de 15 pacientes foram baseados no protocolo de registro de superfície, enquanto 6 pacientes foram baseados no protocolo de marcador fiducial. Um total de 50 implantes foram instalados. No entanto, sete implantes em cinco cirurgias tiveram que ser inseridos com as mãos livres nas regiões dos molares devido à abertura limitada da boca do paciente; portanto, apenas 43 implantes foram inseridos totalmente guiados. Não foram observadas complicações do guia cirúrgico, como fratura do guia ou descolamento das mangas metálicas durante a cirurgia. Para todos os 43 implantes totalmente guiados. Os desvios lineares médios na região cervical e apical dos implantes variaram de 0,33 a 0,57mm e 0,72 a 1,14mm respectivamente. A profundidade média e os desvios angulares variaram de 0,36 a 0,46mm e de 2,87° a 4,30° respectivamente. Quando se analisaram os diferentes protocolos de planejamento, os implantes planejados com base no protocolo de registro de superfície apresentaram um desvio linear médio significativamente maior no ápice do implante (0,86 a 1,34mm) do que os planejados com o protocolo de registro do marcador fiducial (0,30 a 0,87mm). Em geral, os desvios lineares na região apical do implante foram maiores do que na região cervical do implante. Para a avaliação dos resultados as imagens da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) pré e pós-operatórias foram sobrepostas. Sabendo-se da presença de artefatos metálicos, a geometria do implante pós-operatório era ambígua e poderia levar a uma estimativa incorreta da posição do implante. Desta forma o conjunto de dados do exame tomográfico foi exportado para um software CAD no formato Standard Tessellation Language (STL) e os desvios entre implantes planejados e colocados puderam ser medidos de forma mais correta. A precisão desses métodos de medição deve ser mais investigada.

VINCI *et al.* (2020) avaliaram a precisão da cirurgia guiada em pacientes edêntulos em comparação com o planejamento virtual. Com implantes foram inseridos em 14 pacientes edêntulos usando o protocolo All-on-4/6 após um planejamento cirúrgico virtual. Sendo que na maxila foram colocados um total de 51 implantes, 23 implantes na região anterior e 28 na região posterior. Enquanto que na mandíbula foram colocados 49 implantes, 23 na região anterior e 26 na região posterior. Nenhuma complicação intraoperatória e nenhuma falha do implante após 1 ano de acompanhamento foram detectadas. Abertura bucal superior a 50mm foi um dos critérios de inclusão além de osso suficiente disponível para o posicionamento do implante. Todos os cirurgiões utilizaram o mesmo fluxo de trabalho digital para a cirurgia guiada por computador, com o mesmo dispositivo 3D e o mesmo sistema de implante. Foram avaliadas as coordenadas espaciais tridimensionais da cervical (V) e do ápice (S) dos implantes e os deslocamentos de inclinação angular em relação aos planos virtuais. As coordenadas espaciais do ápice (S) revelaram discrepâncias significativas entre as posições clínica e virtual do implante. Sendo elas maiores na região posterior de mandíbula em relação a região anterior mandibular e a própria maxila. A avaliação do implante mostrou um desvio horizontal médio de 1mm no ponto V e um desvio de 1,6mm no ponto S. Foi detectado um desvio angular global médio de 5°. O estudo mostrou uma imprecisão da projeção virtual, com discrepância horizontal e angular entre a posição clínica do implante dentário em relação ao planejamento virtual. Embora o planejamento virtual reproduza em detalhes as características anatômicas e clínicas do futuro local do implante, deve-se notar que a precisão exigida dentro do procedimento cirúrgico sem retalho parece não ser suficiente em casos de atrofia severa dos maxilares e na presença de anatomias do osso maxilar e nas áreas posteriores da maxila, com riscos de erro no procedimento.

KU *et al.* (2022) avaliaram a precisão do planejamento virtual da cirurgia guiada por computador em relação aos resultados clínicos reais. Um total de 89 implantes foram colocados em 34 pacientes, 19 homens e 15 mulheres (média de 62,1 anos de idade). Sendo 38 desses implantes (42,7%) colocados sem o guia confeccionado (grupo Drop-out) e os outros 51 implantes colocados de forma guiada. O grupo guiado foi dividido em 2 subgrupos: grupo 1 (abordagem com retalho) e grupo 2 (abordagem sem retalho) 26 e 25 implantes, respectivamente. A

técnica de cirurgia guiada sem retalho foi indicada se houvesse quantidade adequada de gengiva inserida, largura óssea alveolar suficiente e osso residual para as principais estruturas anatômicas como seio maxilar e canal alveolar. A abordagem com retalho foi realizada nos casos em que a dimensão óssea era insuficiente, e o enxerto ósseo seria necessário. O diâmetro do implante foi escolhido a partir do planejamento pré-operatório, mas o comprimento variou ligeiramente dependendo das circunstâncias clínicas. Embora os planejamentos tenham sido realizados com base em tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) pré-operatórias, alguns implantes não puderam ser colocados com precisão seguindo o guia fabricado ou foram deslocados em comparação a posição planejada, principalmente devido à má qualidade óssea e volume ósseo insuficiente. Estes foram denominados grupo Drop-out. Comparando-se os grupos guiados tanto a média dos desvios lineares cervicais (medido em mm), como dos desvios angulares (medido em graus) dos implantes foram maiores no grupo 1 em relação ao grupo 2 (0,89 a 3,18mm e 0,88 a 2,22mm) e (2,71° a 6,82° e 2,30° a 4,27°) respectivamente. Levando-se em consideração o grupo Drop-out a média dos desvios lineares cervicais e dos desvios angulares dos implantes foram significativamente maiores em relação ao grupo guiado (6,64 a 14,53mm e 1,00 a 2,69 mm) e (4,39° a 11,75° e 2,80° a 5,52) respectivamente. Após 17,3 meses em média de avaliação todos os implantes integraram sem falhas. Tendo em média 0,5mm de perda óssea marginal. Não houve diferença significativa quanto à idade e sexo. A cirurgia de implante guiado sem retalho mostrou-se mais precisa em relação a cirurgia guiada por retalho em guias suportadas por dente. No entanto, no caso do osso receptor se desfavorável a abordagem com retalho tem sido necessária para avaliação intraoperatória afim de evitar algumas complicações, como deiscência óssea e perda de estabilidade do implante. A cirurgia guiada por computador não pode fornecer reprodutibilidade suficiente para todos os pacientes com implantes, especialmente para aqueles que têm má qualidade óssea com cristas alveolares irregulares.

## 2.2 Cirurgia Guiada Dinâmica

MAO *et al.* (2017) avaliaram a precisão do sistema de navegação de implantes dentários. Foram utilizados modelos dentários Nissin de maxila e mandíbula para se obter as condições desdentadas desejadas. Cada modelo dentário foi usado para perfurar 3 posições de dentes ausentes (maxila regiões: 11, 17 e 26 e mandíbula regiões: 31, 36 e 47). Os testes de perfuração foram realizados através de um sistema de navegação dental (AQNavi), e o mesmo dentista realizou 5 testes para conjuntos de modelos dentários em sequência. Um total de 150 posições de implantes foram combinadas com o planejamento pré-operatório in vitro. Foram avaliados: Erro total - o erro bidimensional entre os vetores do implante planejado em relação ao executado. Erro Longitudinal - a diferença da distância entre o longo do eixo dos implantes e Erro Angular – angulação entre o longo eixo dos implantes. Os desvios médios dos erros totais, longitudinais e angulares foram respectivamente 0,56 a 1,36mm, 0,99 a 1,66mm e 1,28° a 3,68° no primeiro teste; 0,52 a 1,12mm, 0,81 a 0,98mm e 1,37° a 3,08° no segundo teste; 0,45 a 1,26mm, 0,53 a 1,14mm e 1,08° a 3,05° no terceiro teste; e 0,41 a 1,33mm, 0,75 a 0,84mm e 1,05° a 2,77° no quarto teste; 0,55 a 1,29mm, 0,63 a 0,77mm e 1,26° a 2,67° no quinto teste. As diferenças nas diferentes posições implantadas revelaram que o desvio médio dos erros total, longitudinal e angular foram respectivamente 0,43 a 1,33mm - 0,68 a 0,87mm e 1,21° a 3,18° na maxila e 0,56 a 1,21mm, 0,88 a 1,29mm e 1,28° a 2,92° na mandíbula.

Considerando que o edêntulo é dividido nas seguintes 6 regiões: dentes anteriores superiores, dentes posteriores superiores esquerdos, dentes posteriores superiores direitos, dentes anteriores mandibulares, dentes posteriores esquerdos mandibulares e dentes posteriores direitos mandibulares. Os desvios médios dos erros total, longitudinal e angular foram respectivamente 0,37 a 1,55mm, 0,36 a 0,47mm e 0,92° a 3,65° nos dentes anteriores superiores; 0,37 a 1,13mm, 0,68 a 1,39mm e 1,25° a 2,88° nos dentes posteriores superiores esquerdos; 0,46 a 1,31mm, 0,61 a 0,74mm e 0,33° a 3,01° nos dentes posteriores superiores direitos; 0,58 a 1,47mm, 0,75 a 0,87mm e 1,15° a 3,41° nos dentes posterior esquerdo da mandíbula; 0,43 a 0,83mm, 0,59 a 1,73mm e 1,35° a 2,51° nos dentes anteriores da mandíbula e 0,45 a 1,33mm, 1,03 a 1,27mm e 2,34° a 3,36° nos dentes posterior direito da mandíbula. Observou-se que o aumento da frequência do

uso do sistema de navegação dental esteve relacionado ao aumento de sua precisão e desempenho. Não foi possível observar diferenças significativas entre os resultados maxilares e mandibulares obtidos usando o sistema de navegação. No entanto, estudos indicam que a colocação de implantes dentários na região posterior da mandíbula é mais difícil entre os fatores estão o espaço interoclusal e a capacidade de abertura de boca do paciente.

KALAIVANI *et al.* (2020) analisaram a expectativa versus a realidade de cirurgias guiadas de implante utilizando sistema de navegação estática e dinâmica por computador. Um total de 809 artigos foram relacionados com a colocação de implantes guiados por computador. Os protocolos de cirurgia guiada de implantes podem ser divididos em dois tipos: (1) abordagem estática e (2) abordagem guiada dinâmica. O primeiro sistema utiliza uma guia cirúrgica, obtida a partir de imagens tomográficas computadorizadas. No entanto, a posição do implante não pode ser alterada durante a cirurgia. A segunda abordagem utiliza também o posicionamento virtual do implante a partir das imagens tomográficas computadorizadas, porém fornece um efeito real para o posicionamento do implante no momento cirúrgico. A cirurgia de implante guiada fornece colocação de implante eficaz e eficiente em comparação com a cirurgia de implante à mão livre. A principal vantagem da abordagem dinâmica é a capacidade de ajustar o posicionamento planejado do implante durante o momento cirúrgico. Quando se comparou a precisão da cirurgia estática a maior imprecisão ocorreu com guias cirúrgicos suportados por osso e a mais alta precisão usando mini-implantes atuaram como referência para a tomografia computadorizada. Poucos estudos relataram diferenças significativas entre a precisão de instalação de implantes na maxila e mandíbula. Erros podem ocorrer durante o planejamento e/ou procedimentos cirúrgicos. Estudos observaram desvios na porção cervical e apical dos implantes e ligeira mudança na angulação. Em um dos estudos observou-se um desvio linear na região apical do implante variando de 0,6 –1,5mm e na região cervical a variação foi de 0,6–1,27mm. Em outro observou-se desvio de 1,4mm e 1,6mm na região cervical e apical dos implantes e variação de desvio angular de 3,0°–8,86°. O desvio entre o planejamento virtual do implante e a sua posição real ocorre devido à curva de aprendizado cirúrgico e aos erros acumulados que podem ocorrer ao longo das várias etapas do fluxo de trabalho digital. A confiabilidade da cirurgia guiada por



computador não justifica uma execução cega. A curva de aprendizado é inegável. Apesar dos resultados inconsistentes quando comparados à cirurgia tradicional, a cirurgia assistida por computador ainda mantém a superioridade em termos de posicionamento adequado do implante, levando em consideração os resultados protéticos usando guias cirúrgicos. Ainda assim, é necessário um estudo de longo prazo para apoiar os critérios de sucesso usando a colocação de implantes com base em guia. No entanto, no futuro, esses resultados podem ser muito benéficos e eficazes no uso de software e identidades de hardware desenvolvidos mais recentemente, levando à colocação de implantes bem-sucedida e excelente equipamento protético em odontologia.

SPILE *et al.* (2021) avaliaram *in vitro* a precisão do sistema de navegação de implantes em dois fluxos de trabalho digitais diferentes, cirurgia navegada versus cirurgia guiada por broca piloto. O estudo avalia a precisão da colocação dos implantes em modelos sob instrução do Sistema Denacam da empresa Mininavident AG (Liestal, Schweiz). Denacam é um sistema cirúrgico dinâmico assistido por computador e usa os princípios de câmeras ópticas. Como um sistema de navegação em tempo real, o Denacam usa um pequeno marcador intraoral pré-fabricado para coordenar a posição planejada do implante e a posição em tempo real da broca durante a operação. O profissional reconhece durante a operação os desvios no ponto de entrada, o ápice e o ângulo em uma tela. Desta forma, a posição atual da broca e a inserção planejada do implante podem ser coordenadas. O guia cirúrgico foi posicionado adequadamente durante todo o procedimento de perfuração. Após a perfuração com broca piloto, o guia cirúrgico foi retirado e as brocas helicoidais foram guiadas por pinos paralelos. O marcador a laser na broca foi usado para guiar a profundidade. Um total de 144 implantes foram instalados em 18 mandíbulas pré fabricadas de plástico duro e não deformado, semelhantes a mandíbulas edêntulas. O grupo de cirurgia navegada apresentou menores desvios angulares médios em relação ao grupo com broca piloto ( $1,35^\circ$  a  $2,22^\circ$ ) e ( $1,58^\circ$  a  $2,67^\circ$ ) respectivamente. Em relação ao desvio linear cervical do implante os valores encontrados foram (0,44 a 1,0mm) para o grupo navegado e (0,41 a 1,0mm) para o grupo com broca piloto. Para o desvio linear apical do implante os valores encontrados foram (0,38 a 10, mm) para o grupo navegado e (0,38 a 1,0mm) para o grupo com broca piloto. Não houve diferença significativa

entre os grupos em relação aos desvios lineares e angulares. A grande vantagem dos sistemas de navegação é a visualização. A possibilidade de visualização das pontas das brocas permite a correção em tempo real. Desta forma, visualizar as estruturas anatômicas críticas (assoalho do seio, canal mandibular, forame mentoniano, etc.) reduz a possibilidade de complicações cirúrgicas graves. Além disso, os sistemas de navegação possuem indicações mais extensas em relação aos sistemas de guias cirúrgicos. O implante guiado por navegação também pode ser mais adequado para pacientes com abertura bucal limitada ou espaço interdental apertado. Apesar de suas vantagens em precisão, deve-se ter em mente que a peça de mão utilizada pelos sistemas de navegação deve ser ocupada por uma câmera e seu peso pode influenciar na manipulação. Além disso, o marcador como meio adicional intraoral também pode influenciar negativamente o ângulo visual. Além disso, a colocação do marcador de registro por pacientes edêntulos ainda é um problema clínico a ser resolvido pelos fabricantes.

### **2.3 Guiados x Mão Livre / Sucesso x Insucesso.**

COLOMBO *et al.* (2017) compararam a colocação do implante com planejamento 3D e guia digital versus colocação à mão livre (convencional). Dois ensaios clínicos randomizados (ECRs) foram selecionados. Ambos avaliaram a taxa de sucesso (falha da prótese, falha do implante, complicações biológicas ou protéticas). Avaliou-se também a duração do tratamento, o progresso pós-cirúrgico, os custos adicionais do tratamento e a satisfação do paciente, além de uma eventual melhora da qualidade de vida do paciente. Em um dos ECR 24 pacientes submeteram-se a cirurgia com guia de suporte ósseo e outros 24 pacientes com guia de suporte em mucosa, sendo que, 12 pacientes para navegação a mão livre e os outros 12 com guia apenas para a broca piloto. A taxa de sucesso em 1 ano a partir do carregamento final foi semelhante em todos os grupos sem perda de implante e sem diferença significativa. No outro ECR 26 pacientes foram tratados com protocolo convencional e 25 com técnicas guiadas. Em ambos os grupos, sempre que possível, foram realizadas cirurgias sem retalho. O grupo guiado por computador foram tratados mais implantes pós-extrativos, casos mais complexos e maxilas totalmente edêntulas em comparação com o grupo de cirurgia convencional.

Um ano após a colocação da prótese definitiva, os autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para o número de pacientes que tiveram falhas de implante (1/26 no convencional versus 0/25 no guiado por computador), para o número de pacientes com complicações (4/26 versus 5/25). A perda óssea peri-implantar variou entre (0,29 a 0,80mm para o grupo convencional versus 0,25 a 0,71mm para guiado). A duração total do tratamento em dias (desde a realização do exame tomográfico até a entrega da prótese provisória) foi semelhante para os dois grupos. Tanto o tempo cirúrgico com a avaliação de dor e edema pós cirúrgico foram semelhantes nos dois grupos, mas devemos ter em mente que os casos mais complexos foram tratados com cirurgia guiada. A satisfação, estética e função do paciente 1 ano após a colocação da prótese foram as mesmas para os dois grupos. Segundo os autores não houve diferença estatisticamente significativa entre os procedimentos de colocação de implantes convencionais e guiados por computador, tanto para os resultados do paciente quanto para a taxa de sucesso do implante. A redução da dor e edema pós-operatório, os custos extras devido ao protocolo e o tempo cirúrgico foram discutidos. Os autores acreditam que a pesquisa científica deve se concentrar mais em identificar quais situações clínicas podem obter maiores benefícios da cirurgia guiada por implante.

ABDELHAY *et al.* (2021) avaliaram as taxas de falha de implantes associadas as técnicas de colocação de implantes guiadas e à mão livre. Um total de 3.403 títulos e resumos potencialmente relevantes foram encontrados na literatura. Após critérios de exclusão (pacientes imunocomprometidos, <18 anos de idade, grávidas ou com doença sistêmica, estudos sem revisões ou que não relatassem resultados de falhas, além de relatos de casos) oito estudos foram incluídos sendo quatro deles incluídos na meta-análise. Os tipos de estudo incluídos foram: ensaios clínicos randomizados (RCTs), ensaios clínicos controlados (CCTs) e estudos clínicos prospectivos/retrospectivos. Para a meta-análise, os estudos incluídos foram RCTs e CCTs. Cinco estudos identificaram a falha do implante por estar relacionada à colocação guiada ou à mão livre. Um estudo investigou o mau posicionamento de implantes colocados usando guias suportados por mucosa ou osso e colocação à mão livre. Um estudo comparou a colocação de implantes à mão livre com exame tomográfico pré-operatória e radiografia periapical pós-operatória. E

outro estudo comparou a colocação de implantes à mão livre e guiada por protesistas e dentistas bucomaxilofaciais. Três estudos apresentaram dados insuficientes sobre o número de falhas; portanto, a meta-análise incorporou apenas cinco estudos. De acordo com os resultados, a incidência de falha do implante em cirurgia guiada versus não guiada é de 2,25% e 6,42%, respectivamente. A incidência de falha do implante na cirurgia à mão livre foi quase três vezes maior do que no protocolo guiado. Além da redução da morbidade pós-operatória em termos de edema, dor e sangramento com a colocação guiada do implante em comparação com a abordagem à mão livre. Uma limitação que pode ser observada nos estudos incluídos foram as diferenças na experiência clínica e no conjunto de habilidades dos operadores. Outra limitação foi o baixo número de estudos de qualidade comparando implantes guiados e à mão livre. Essas observações exigem a necessidade de ensaios clínicos randomizados (ECRs) mais padronizados para estabelecer as evidências.

## **2.4 Fatores Biológicos e Mecânicos**

PUTRA *et al.* (2020) avaliaram a influência da condição óssea da mandíbula, ou seja, densidade óssea, largura óssea e espessura óssea cortical em relação a precisão da colocação do implante com cirurgia guiada por computador (CGS) utilizando o sistema guiado apenas para a broca piloto. Um total de 47 implantes foram realizados em 25 pacientes, sendo 8 pacientes do sexo masculino e 17 do sexo feminino. Com um retalho minimamente invasivo. O guia cirúrgico suportado pelo dente foi usado durante os procedimentos iniciais de perfuração, enquanto os implantes foram inseridos diretamente sem o guia. A densidade óssea, a largura do osso e a espessura do osso cortical na área de colocação do implante foram medidas usando o Simplant® Pro 16. A medição foi realizada baseando-se nas imagens da tomografia computadorizada multislice (TCM) pré-operatória. Quando cada uma das condições acima foi analisada individualmente como um único fator da precisão da colocação do implante Os resultados mostraram que apenas a densidade óssea teve uma correlação negativa significativa na precisão da colocação do implante com a cirurgia guiada por computador (CGS). O que significa que o maior desvio do implante foi observado na condição de baixa densidade

óssea. No entanto, quando foram consideradas todas as variáveis, a densidade óssea, a largura do osso e a espessura do osso cortical influenciaram significativamente a precisão na colocação do implante com CGS. Todas as condições ósseas tiveram uma correlação negativa para a precisão da colocação do implante. O que pode-se concluir que a má condição óssea, como baixa densidade óssea, largura óssea estreita e/ou espessura óssea cortical fina, tem um risco maior de causar algum desvio na colocação do implante. Quando todos os parâmetros da condição óssea foram considerados, a precisão da colocação do implante foi significativamente influenciada pela densidade óssea ao redor do local planejado para a colocação do implante. O maior desvio foi encontrado nos casos em que a densidade óssea foi inferior a 500 Hounsfield (HU). É importante ressaltar que o procedimento cirúrgico seguido não foi uma cirurgia de implante totalmente guiada. No caso de baixa densidade óssea, a trajetória de perfuração pode desviar-se para a parte mais macia do osso após o segundo procedimento de perfuração. Além disso, se a largura do osso for estreita na crista óssea, o ponto de perfuração inicial também pode ter se desviado da área inicialmente planejada, resultando em um desvio maior durante a colocação do implante

## **2.5 Fluxo de Trabalho Digital**

DOLCINI *et al.* (2016) avaliaram um método totalmente digital para reabilitação oral com próteses fixas implanto suportadas na região posterior da maxila. Desde o seu planejamento cirúrgico, confecção de provisório até a entrega da prótese definitiva. Após a colocação de alguns marcadores radiopacos (pelo menos 3) nos dentes adjacentes à região edêntula, os pacientes foram submetidos a um escaneamento óptico intraoral de ambos os arcos, incluindo o escaneamento da mordida. Ainda com os marcadores no local, os pacientes realizaram Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC). Os arquivos gerados pelo escaneamento intraoral Standar Tessellation Language (STL) e os arquivos de Imagem Digital e Comunicação em Medicina (DICOM) gerados pelo exame tomográfico foram sobrepostos para o planejamento virtual da reabilitação. Os modelos sobrepostos virtuais foram então usados para projetar guias cirúrgicas suportadas por dentes, assim como as próteses provisórias. Um total de 30

implantes foram colocados em 15 pacientes (10 homens e 5 mulheres, com idade entre 26 e 70 anos) utilizando o método de cirurgia guiada estática (sGIS) e imediatamente carregados com provisórios de polimetilmetacrilato (PMMA). Essas próteses foram facilmente ajustadas em pilares temporários de titânio, que foram aparafusados e permaneceram *in situ* por um período total de três meses. Passado o período de provisório um segundo escaneamento intrabucal foi realizado; removendo as restaurações provisórias e posicionando os transferentes digitais, (scanbodies) estes fabricados em poliéter-éter-cetona (PEEK), pois não refletem a luz como os metais. Esses dispositivos permitiram que a localização exata dos implantes fosse transmitida para o plano virtual, para possibilitar o desenho assistido por computador (CAD) das estruturas protéticas. As estruturas foram fresadas a partir de zircônia, e os modelos de resina impressos em 3D foram fabricados. As estruturas foram consideradas suficientemente precisas em um teste intraoral e foram devolvidas ao técnico para revestimento cerâmico e finalização estética. Após 1 semana, as próteses foram entregues ao paciente e cimentadas nos pilares permanentes de titânio. Em uma verificação de acompanhamento 6 meses depois, nenhum paciente relatou ter tido problemas ou complicações biológicas ou funcionais decorrentes das restaurações implanto suportadas. Este estudo mostrou que é possível planejar e instalar próteses suportadas por implantes com processo totalmente digital, utilizando planejamento cirúrgico. Isso permite a colocação ideal de implantes, reduzindo o tempo necessário. O desconforto pós-operatório para o paciente é bastante reduzido usando o método sem retalho. O processo totalmente digital também permite economia de tempo significativa para o paciente e o profissional.

SIQUEIRA *et al.* (2020) analisaram até que ponto um fluxo de trabalho totalmente digital melhora a precisão da cirurgia de implante guiado estático. Um total de 13 estudos foram incluídos nessa pesquisa, sendo que 6 deles relataram abordagem cirúrgica sem retalho, 3 estudos relataram uma abordagem cirúrgica com retalho aberto e os outros 4 estudos relataram ambas as abordagens. Em todos os estudos foram avaliadas cirurgias guiadas por computador de forma estática em pacientes parcialmente desdentados, todos os implantes foram virtualmente planejados a partir de informações de um exame tomográfico computadorizado de feixe cônico (TCFC). Nove estudos relataram fluxos parcialmente digitais. Em

relação ao desvio na região cervical dos implantes o grupo de fluxo totalmente digital apresentou um desvio de médio de 0,89mm enquanto o parcialmente digital desvio médio foi de 1,14mm. Em relação a região apical dos implantes os desvios médios foram de 1,20mm para o grupo de fluxo totalmente digital e 1,42mm para o fluxo parcialmente digital. O desvio angular foi relatado em 12 dos 13 estudos, sendo que o desvio médio para o grupo totalmente digital foi de 2,59° e para o parcialmente digital 2,76°. Seis estudos relataram desvio de profundidade, o desvio médio considerando todos os artigos foi de 0,59mm. Sendo 0,55mm para o grupo totalmente digital e 0,62mm para o grupo parcialmente digital. Não se observou diferenças significativas em relação ao planejamento e confecção de guias cirúrgicos em fluxos de trabalho parcial ou totalmente digital no que diz respeito a precisão cirúrgica. Deste modo a decisão de se utilizar um fluxo de trabalho parcial ou totalmente digital para pacientes parcialmente desdentados deve considerar a preferência do operador.

DE ANGELIS *et al.* (2020) analisaram reabilitações sobre implantes com fluxo de trabalho totalmente digital e compararam esta abordagem com uma convencional. Um total de 122 pacientes foram incluídos no estudo. Todos os pacientes eram parcialmente desdentados. Desses, 64 pacientes foram tratados com uma abordagem totalmente digital, incluindo uma impressão digital e 58 pacientes tiveram uma abordagem convencional. Todos os implantes instalados pertenciam a um mesmo sistema de implante e todas as reabilitações protéticas foram realizadas pelo mesmo técnico de laboratório usando um protocolo padronizado. No grupo digital, 41 (64%) pacientes receberam uma prótese unitária, enquanto 23 (36%) pacientes tiveram uma prótese fixa de três elementos. No grupo convencional, 33 (57%) pacientes receberam uma prótese unitária, enquanto 25 (43%) pacientes tiveram uma prótese fixa de três elementos. Foram analisados o tempo de tratamento, nível de conveniência subjetiva dos pacientes, ansiedade, mau gosto oral, sensação de náusea, possível sensação de dor e dificuldades respiratórias durante a tomada de impressão. No grupo totalmente digital, após um período de osteointegração de 3 meses foi realizado um escaneamento intraoral o que forneceu a imagem 3D do registro do implante. Foram utilizados pilares pré-fabricados. Próteses de resina acrílica de contorno total foram feitas primeiro e testadas de acordo com a situação clínica. Coroas monolíticas de dissilicato de lítio

(e.max) CAD/CAM e próteses fixas monolíticas CAD/CAM de zircônia de três unidades foram cimentadas às subestruturas metálicas pré-fabricadas usando um compósito de cimentação adesiva para criar uma restauração de peça única aparafusada e finalmente polida. Os orifícios de acesso aos parafusos foram preenchidos com fita de politetrafluoretileno e resina composta. No grupo convencional, após um período de osteointegração de três meses, foi realizada uma moldagem convencionalmente com material de moldagem de alginato e moldeiras de estoque. Uma moldeira personalizada foi confeccionada para a moldagem final e a técnica de moldeira aberta utilizando transferentes e material de moldagem de poliéter. A partir de um modelo convencional, foram realizados procedimentos de escaneamento para obter com protocolo adequado o mesmo tipo de restaurações utilizadas no grupo digital completo. Próteses de resina acrílica de contorno total foram feitas primeiro e testadas intraoralmente de acordo com a situação clínica. Coroas monolíticas de dissilicato de lítio (e,max) CAD/CAM, e próteses fixas monolíticas CAD/CAM de zircônia de três unidades foram cimentadas às subestruturas metálicas pré-fabricadas usando um compósito de cimentação adesiva para criar uma restauração de peça única aparafusada e finalmente polida. Os orifícios de acesso aos parafusos foram preenchidos com fita de politetrafluoretileno e resina composta. Houve diferença estatisticamente significativa entre os dois protocolos em relação à opinião dos pacientes sobre o protocolo de tratamento, o operador e a prática odontológica, mostrando uma preferência pela abordagem digital. Não foram observadas associações estatisticamente significativas entre cada questão aplicada e as variáveis, sexo e idade. A aceitação do tratamento foi maior no fluxo de trabalho digital, e as opiniões dos pacientes em relação aos operadores e à prática odontológica em geral foram positivas com o uso de tecnologias digitais. Com base nesses resultados, pacientes submetidos à reabilitação protética com protocolo digital podem se beneficiar de mais conforto e relatar uma experiência mais agradável. Houve uma redução no tempo de tratamento (de 4 para 3 consultas) com o fluxo de trabalho digital em relação ao convencional. Além disso, o operador percebeu uma melhor resposta do paciente quando as tecnologias digitais foram aplicadas na explicação e no tratamento. As preferências dos pacientes e operadores foram pela abordagem digital. No entanto, o estudo apresenta limitações, em particular a natureza retrospectiva, a amostra pequena e rigorosamente selecionada e o seguimento de curto prazo. outros



aspectos precisam de mais investigações para entender completamente os efeitos de cada protocolo, bem como a viabilidade para um operador não experiente.

CRISTACHE *et al.* (2021) compararam a precisão da colocação de implantes dentários sem retalho com uso de guia cirúrgico estático, sendo este obtido por meio de um fluxo de trabalho parcialmente digital e um fluxo de trabalho totalmente digital. O fluxo de trabalho parcialmente digital (PDW) inclui uma ou mais etapas laboratoriais convencionais durante a fase de planejamento do implante, como a impressão convencional de arcadas dentárias seguida de digitalização de modelos de gesso. Já o fluxo de trabalho totalmente digital (FDW), a impressão convencional é substituída pela digitalização intraoral das estruturas anatômicas. Um total de 111 implantes foram inseridos em 49 pacientes. Todas as cirurgias foram totalmente guiadas (o guia forneceu orientação física até a inserção do implante) e sem retalho. A posição dos implantes planejados e colocados foram comparados avaliando quatro parâmetros de desvio: erro 3D no ponto de entrada, erro 3D no ápice, desvio angular e desvio vertical no ponto de entrada. O erro médio no ponto de entrada foi de 0,44mm (FDW) e 0,85 (PDW) ; no ápice do implante, 1,03 (FDW) e 1,48 (PDW); o desvio angular médio, 2,12° (FDW) e 2,48° (PDW), e o desvio médio da profundidade, 0,45mm (FDW) e 0,68mm. Apesar das diferenças estatísticas entre os grupos, tanto o fluxo de trabalho digital completo quanto o fluxo de trabalho parcialmente digital são métodos previsíveis para a inserção precisa de implantes guiados por próteses.

CAPPARÉ *et al.* (2021) compararam o fluxo de trabalho digital versus convencional para carga imediata em coroas unitárias em região estética. Um total de 50 coroas unitárias foram executadas em 50 pacientes, com um período máximo de acompanhamento de 12 meses após a colocação do implante. Vinte e cinco pacientes foram designados para o protocolo de carga imediata usando o fluxo de trabalho digital (grupo teste – GT) e vinte e cinco pacientes foram designados para o fluxo de trabalho convencional (grupo controle - GC). Foi padronizado como margem coronal do implante 0.5mm intra ósseo da crista óssea vestibular e apical 4mm além do ápice da raiz do dente extraído. Nos casos onde o gap entre as superfícies do implante e as paredes do alvéolo excedeu 2mm, enxerto autógeno foi realizado. Todos os implantes foram inseridos com um torque mínimo de inserção de 35 N/cm. Os dois grupos apresentaram boa manutenção dos níveis ósseos, com perda óssea

média em 12 meses variando de 0,12 a 0,66mm para o grupo teste (GT) e 0,15 a 0,54mm para o grupo controle (GC). Não houve diferenças na satisfação com os resultados estéticos e funcionais. Os resultados clínicos e radiográficos deste ensaio clínico randomizado, com um ano de acompanhamento e cinquenta implantes inseridos, não revelaram diferenças estatisticamente significativas entre o protocolo de fluxo de trabalho digital versus analógico seguido em restaurações protéticas de implante unitário de carga imediata.

DERKSEN *et al.* (2021) compararam o tempo necessário de ajustes clínicos de coroas sobre implante aparafusadas em pilares de base ti com base em varredura óptica intraoral (IOS) ou impressões convencionais. Um total de 45 coroas sobre implantes foram realizadas sendo, 23 delas incluídas no grupo teste, obtidas a partir de um escaneamento intraoral (IOS) e 22 no grupo controle (convencional). Um “encaixe adequado” – sem nenhum ajuste – ocorreu em nove das 23 (39,1%) coroas do grupo teste e quatro das 22 (18,2%) coroas no grupo controle, respectivamente. Quatorze coroas no grupo de teste (60,9%) necessitaram de ajuste antes da colocação contra dezoito coroas no grupo controle (81,8%). Quatro das coroas do grupo teste precisaram de ajuste oclusal (17,4%), doze tiveram um contato mesial muito apertado (52,2%) e sete (das dezoito coroas que tinham dente vizinho distal) precisaram de correção de contato distal (38,9%). Dez coroas do grupo controle precisaram de ajuste oclusal (45,5%). Doze coroas tiveram um contato mesial muito apertado (54,5%) e das dezoito coroas que tinham dente vizinho distal neste grupo, nove (50%) tiveram um contato muito apertado e uma coroa demonstrou um contato distal um pouco frouxo (5,6%). De todas as coroas incluídas no estudo, nenhum “encaixe inaceitável” foi relatado e, portanto, todos os implantes foram restaurados conforme planejado. O tempo médio de ajuste foi significativamente menor no grupo IOS (teste) com 3,35 min se comparado aos 6,09 min no grupo de moldagem convencional (controle). A produção e o processamento de modelos dentários são propensos a um acúmulo de erros. O material de moldagem usado, o tempo necessário para o processamento e a decisão de colocar ou não os análogos diretamente nos copings podem desempenhar um papel na precisão do modelo de trabalho. Com base nos resultados deste estudo, a aplicação de restaurações unitárias aparafusadas em pilares de base de ti parece ser uma opção de tratamento adequada na área posterior. No entanto, este estudo não se

concentrou em fatores biológicos e estabilidade óssea ao redor dos implantes restaurados.

MICHELINAKIS *et al.* (2021) analisaram a aplicabilidade do escaneamento intraoral (IOS) em reabilitação protética sobre implantes unitário e múltiplos. Um total de 72 estudos foram incluídos nesta revisão. Sendo um deles in vivo. Para os locais de implante único e curto, a precisão do IOS foi alta e os desvios na posição do implante virtual ficaram dentro dos limites clínicos aceitáveis. No arco edêntulo completo com múltiplos implantes, não foi identificado consenso quanto à superioridade do procedimento de moldagem convencional, esplintado e personalizado em comparação ao escaneamento intraoral (IOS). No entanto, o escaneamento intraoral (IOS) de arco completo se mostrou mais preciso do que as moldagens convencionais, sem index, com moldeira aberta ou fechada. O estudo in vivo relatou que o procedimento convencional de impressão e produção de gesso exibiu maior precisão posicional (11 a 32 $\mu$ m de desvio padrão) do análogo do implante em comparação com IOS e produção de modelo digital (32 a 57 $\mu$ m de desvio padrão), independentemente da scanner e o processo de prototipagem rápida utilizado para a fabricação do modelo plástico. Scanbodies (All-PEEK) de uma peça, com formato cilíndrico, superfícies lisas e comprimento adequado foram preferidos. A angulação do implante não influenciou a precisão do escaneamento intraoral (IOS). As tolerâncias de fabricação do scanbody e a congruência entre a malha do escaneamento intraoral (IOS) do scanbody e o arquivo CAD demonstraram influenciar a veracidade e a precisão da digitalização. Não foi relatado que a profundidade de colocação do implante desempenha um papel prejudicial na precisão do escaneamento intraoral (IOS). Sendo assim, a parte visível do scanbody fornece ponto de referência adequado para o registro do escaneamento intraoral. Portanto, é imprescindível o uso de scanbodies de comprimento adequado para a precisão de varredura intraoral. A precisão do escaneamento digital de arco parcial mostrou que quando o alcance do escaneamento e a distância interimplantar aumentam, a precisão do escaneamento diminuiu. O principal problema com o escaneamento de múltiplos implantes em arcos totalmente edêntulos continua sendo a dificuldade no escaneamento previsível do tecido mole entre os próprios implantes. Evidências sugerem que o tipo e a geração do scanner pode influenciar a precisão do escaneamento, pois alguns

dispositivos do scanner exibiram maior precisão (baixo desvio padrão) em comparação com outros. No entanto, a maioria dos scanners de nova geração produz valores de precisão de arco completo inferiores ao limite máximo de 150µm, atualmente aceito na prática clínica.

SIQUEIRA *et al.* (2021) avaliaram a capacidade do escaneamento intraoral (IOS) em reduzir o tempo de trabalho e melhorar os resultados protéticos em comparação com as técnicas convencionais de impressão (CI). Um total 17 estudos foram selecionados. Desses 17 estudos, nove eram ensaios clínicos randomizados (ECRs) e oito eram estudos clínicos prospectivos. Os 17 estudos incluídos forneceram dados de 430 moldagens digitais e 370 convencionais. Um total de 7 sistemas IOS diferentes e suas várias versões atualizadas foram usados para moldagens digitais. Para restaurações implantossuportadas, o tempo médio de trabalho para procedimentos de moldagem foi maior para moldagens convencionais em comparação com as digitais (5,24 a 16,74 min e 4,52 a 12,06 min) respectivamente. Para o escaneamento intraoral (IOS) não foi observada uma influência do tamanho da área digitalizada no tempo de trabalho. Em relação aos relatos do paciente, 11 estudos revelaram uma preferência geral do paciente por moldagens digitais em comparação com moldagens convencionais. Os parâmetros mais relatados que favoreceram as moldagens digitais foram: sabor percebido negativamente resultante de moldagens convencionais, falta de ar e sensação de náusea, ansiedade, as atividades preparatórias envolvidas, medo de ter que repetir e conforto geral. Em relação a prótese, qualidade dos resultados protéticos estavam disponíveis em sete dos estudos incluídos com base na avaliação indireta durante a entrega da coroa e na avaliação direta do ajuste da coroa. Dois desses estudos demonstraram taxas de sucesso comparáveis entre fluxos de trabalho digitais e convencionais para reabilitações protéticas unitárias e resultados semelhantes para contatos oclusais e interproximais. Um estudo não encontrou diferença significativa no tempo de consultório clínico durante a entrega de coroas entre fluxos de trabalho usando moldagens digitais (25,7 min) ou convencionais (23,2 min), bem como números semelhantes de coroas que não puderam ser entregues devido ao mau ajuste entre digital (seis coroas) e grupos convencionais (cinco coroas). Um total de 12 coroas do grupo convencional não necessitaram de ajuste na entrega em comparação com quatro no grupo digital. Quinze coroas convencionais exigiram

ajustes proximais em comparação com 28 coroas digitais. Uma grande vantagem do escaneamento intraoral (IOS) em relação às impressões convencionais é a capacidade de redigitalizar áreas perdidas e pré-visualizar áreas permitindo feedback em tempo real. Para moldagens convencionais, um erro geralmente só é detectável após a configuração completa do material de moldagem ou vazamento de um modelo de gesso e consequente repetição total do processo. No geral, os resultados demonstraram que o IOS foi geralmente mais rápido e preferido por pacientes com resultados protéticos comparáveis às moldagens convencionais. A maioria dos estudos relatou resultados protéticos semelhantes para fluxos de trabalho que implementam técnicas de impressão convencionais e digitais. O IOS como parte de um fluxo de trabalho digital é capaz de fornecer resultados protéticos confiáveis.

### 3. DISCUSSÃO

A vantagem da cirurgia guiada esta relacionada ao planejamento virtual dos implantes onde a sua posição é definida previamente. Sendo uma instalação segura e previsível do implante, com menor desconforto e melhor cicatrização. No entanto existem limitações que não podem ser deixadas de lado, como abertura bucal dos pacientes, densidade óssea, suporte de guia, distância para regiões anatômicas importantes, assim como os dentes adjacentes.

Apesar da difícil comparação entre a cirurgia de mão livre e a cirurgia guiada no que diz respeito ao planejamento realizado versus o executado. A técnica totalmente guiada apresentou vantagens de precisão na colocação do implante quando comparado á técnica á mão livre (KU *et al.*, 2022); (SUN *et al.*, 2020); (SHARMA *et al.*, 2019) e (ABDELHAYAT *et al.*, 2021).

A acurácia da cirurgia guiada estática tem sido amplamente investigada. Os estudos demostraram que não há 100% de precisão na abordagem cirúrgica guiada por computador (UNSAL *et al.*, 2022); (TAHMASEB *et al.*, 2018); (KU *et al.*, 2022); (MARLIERE *et al.*, 2018); (LIN *et al.*, 2020); (VINCI *et al.*, 2020);(SHARMA *et al.*, 2019) e (RAMOS *et al.*, 2018), mesmo comparando-se diferentes abordagens cirúrgicas.

Não houve diferença significativa em relação aos desvios lineares e angulares quando se comparou a cirurgia guiada estática com a cirurgia guiada dinâmica, a grande vantagem dessa última esta na possibilidade de visualização, o que permite a correção em tempo real, além de ser adequada para pacientes com pouca abertura bucal (SIPILLE *et al.*, 2021).

Em geral os desvios lineares na região apical foram maiores do que na região cervical dos implantes (LIN *et al.*, 2020); (VINCI *et al.*, 2020); (TAHMASEB *et al.*, 2018) e (RAMOS *et al.*, 2018).

Para entender por que ocorrem erros de posicionamento na instalação de implantes usando uma abordagem cirúrgica guiada estática, o profissional deve reconhecer e entender as limitações dentro de cada etapa da sequência de trabalho

digital, desde o seu início. A aquisição de dados volumétricos de TC e TCFC é a primeira fonte potencial de erro. Acredita-se que a menor dose de radiação e o custo para a TCFC em comparação a TC superam as desvantagens do baixo contraste de tecidos moles em TCFC (SHARMA *et al.*, 2020). Apesar das medidas lineares nas imagens tomográficas parecerem precisas, diferentes parâmetros podem influenciar nos resultados finais. A presença de artefatos metálicos nas imagens diminuem consideravelmente a qualidade do exame e sua correta avaliação (TAHMASEB *et al.*, 2018) e (LIN *et al.*, 2020).

O uso de imagens tomográficas pós tratamento para localizar com precisão da posição do implante pode também representar uma fonte de erro na análise final.

Uma outra fonte possível de erro pode estar relacionada ao alinhamento dos conjuntos de dados obtidos com o exame tomográfico (Dicon) e com o dispositivo IOS (STL) feitos a partir de softwares de planejamento. O desalinhamento dos conjuntos pode ocorrer quando não se tem números suficientes de marcados inidentificáveis. Quando se utilizou marcados fundiciais ao invés de protocolo de superfície para o planejamento cirúrgico observou-se desvios lineares menores (LIN *et al.*, 2020). Embora os dispositivos IOS sejam relatados como clinicamente eficientes e hoje serem altamente aceitos, sua precisão diminui com o aumento da distância entre as estruturas anatômicas ou corpos de varredura (scan boby) o que não ocorre com os scanners de laboratório de mesa.

A estabilidade do guia cirúrgico pode ser considerada outro fator em potencial de erro visto que resultados mais precisos foram encontrados em guias suportados por dente ao invés de guias suportadas por mucosa (KU *et al.*, 2022); (TAHMASEB, 2018) e (NAEINI *et al.*, 2020). Também observou-se que abordagens guiadas sem retalho resultaram em menores desvios em comparação á abordagens com retalho. (NAEINI *et al.*, 2022).

A condição óssea do paciente influenciou significativamente na precisão da cirurgia guiada (PUTRA *et al.*, 2020). Os maiores desvios foram encontrados onde a densidade óssea apresentava valores inferiores a 500 HU. Para (KU *et al.*,

2020) e (VINCI *et al.*, 2020) a presença de osso desfavorável, má qualidade óssea ou volume insuficiente sugerem uma abordagem com retalho.

Com relação á osteointegração dos implantes e os resultados finais das reabilitações protéticas não foram encontradas diferenças significativas entre as técnicas cirúrgicas guiada e convencional, nem mesmo quando se utilizou diferentes tipos de suporte dos guias (COLOMBO *et al.*, 2017)

Tanto o fluxo de trabalho totalmente digital como o fluxo de trabalho parcialmente digitais podem ser considerados previsíveis para a confecção dos guias cirúrgicos (CRISTACHE *et al.*, 2021) e (SIQUEIRA *et al.*, 2020). No entanto os dispositivos IOS não capturam bem o tecido mole móvel. Grandes locais edêntulos ou totalmente edêntulos ainda podem exigir a técnica convencional (MICHELINAKIS *et al.*, 2021).

Quando se avaliaram as reabilitações protéticas o escaneamento óptico intraoral (IOS) resultou em tempos de ajuste clínicos mais curtos na prova de coroas sobre implantes aparafusadas CAD/CAM quando comparado ao uso de moldagens convencionais para o mesmo tipo de reabilitação (DERSEN *et al.*, 2021). Observou-se também uma redução no número de sessões para as reabilitações protéticas realizadas com fluxo de trabalho totalmente digital (De Angelis *et al.*, 2020); (DOLCINI *et al.*, 2016); (DERKSEN *et al.*, 2021) e (SIQUEIRA 2021).

Não houve diferença significativa nos resultados estéticos e funcionais nas reabilitações protéticas realizadas através de fluxos de trabalho totalmente digital, parcialmente digital e convencional. A grande vantagem do dispositivo IOS esta em poder redigitalizar áreas além de pré visualizá-las em tempo real, o que possibilita correções imediatas (CAPPARÉ *et al.*, 2021) e (SIQUEIRA *et al.*, 2021).

Considerando a natureza altamente dinâmica da odontologia digital, é possível especular que as tecnologias disponíveis atualmente serão afetadas pela rápida obsolescência e substituídas por sistemas e aplicações ainda mais de ponta. Consequentemente, atualizações constantes tanto das ferramentas clínicas quanto das técnicas, bem como dos dados científicos experimentais e clínicos, serão necessárias para entender adequadamente o potencial de desenvolvimento da odontologia digital nas próximas décadas.



A cirurgia guiada digital tornou-se muito reprodutível. Em 2018, o International Team for Implantology apresentou um documento de consenso para a meta-análise da precisão das cirurgias guiadas de implantes, onde mostrou um erro médio total de 1,2mm (1,0–1,4mm) no ponto de entrada e desvio de 3,5° (3,0°–4,0°). É então sugerido considerar uma margem de segurança de 2mm para estruturas adjacentes importantes.

#### 4. CONCLUSÃO

A cirurgia de implante guiada fornece uma colocação de implante eficaz, eficiente e mais precisa se comparada a cirurgia à mão livre.

O planejamento virtual dos implantes propicia ao profissional reabilitações mais previsíveis.

A colocação de implantes virtualmente guiados permitem cirurgias menos invasivas.

Abordagens cirúrgicas sem retalho apresentaram maior acurácia se comparadas com abordagem com retalho, assim como guias suportados por dentes obtiveram melhores resultados se comparados com guias suportados em mucosa e osso.

A cirurgia guiada não pode fornecer reprodutividade suficiente para todos os pacientes, a técnica ainda é muito sensível a erros cumulativos.

A anatomia do paciente, a condição óssea e a experiência do profissional devem ser levados em consideração para a correta escolha do tipo de abordagem cirúrgica a ser escolhida.

Uma revisão sistemática mostrou um desvio médio de 1,2mm na região cervical do implante e 1,4mm na região apical do implante.

Cabe ao profissional entender e reconhecer as limitações dentro de cada etapa do processo de cirurgia guiada.

O IOS como parte do fluxo de trabalho digital é capaz de fornecer resultados protéticos confiáveis.

Podemos concluir que é possível utilizar um fluxo de trabalho digital completo desde a pré-visualização de possíveis resultados cirúrgicos e restauradores até a entrega de restaurações biocompatíveis, precisas e altamente estéticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELHAY, N.; PRASAD, S.; GIBSON, M. Failure rates associated with guided versus non-guided dental implant placement: a systematic review and meta-analysis. **BDJ Open**, v. 7, n. 1, p. 31, Aug 2021.

ANGELIS, P.; MANICONE, P.; ANGELIS, S.; GRIPPAUDO C.; GASPARINE G.; LIGUORI M.; CAMODECA F.; PICCIRILLO G.; DESANTIS V.; DÁMATO G.; DÁDDONA A. Patient and Operator Centered Outcomes in Implant Dentistry: Comparison between Fully Digital and Conventional Workflow for Single Crown and Three-Unit Fixed-Bridge. **Materials (Basel)**, v. 13, n. 12, p. 2781, Jun 2020.

CAPPARÉ, P.; FERRINI, F.; RUSCICA, C.; PANTALEO, G.; TETE, G.; GHERLONE, E. Digital versus Traditional Workflow for Immediate Loading in Single-Implant Restoration: A Randomized Clinical Trial. **Biology (Basel)**, v. 10, n. 12, p. 1281, Dec 2021.

COLOMBO, M.; MANGANO, C.; MIJIRITSKY, E.; KREBS, M.; HAUSCHILD, U.; FORTIN, T. Clinical applications and effectiveness of guided implant surgery: a critical review based on randomized controlled trials. **BMC Oral Health**, v. 17, n. 1, p. 150, Dec 2017.

CRISTACHE, C.; BURLIBAS, M.; TUDOR, I.; TOTU, E.; FRANCESCO, F.; MORARU, L. Accuracy, Labor-Time and Patient-Reported Outcomes with Partially versus Fully Digital Workflow for Flapless Guided Dental Implants Insertion-A Randomized Clinical Trial with One-Year Follow-Up. **J Clin Med**, v. 10, n. 5, p. 1102, Mar 2021.

DEKSEN, W.; TAHMASEB, A.; WISMEIJER, D. Randomized Clinical Trial comparing clinical adjustment times of CAD/CAM screw-retained posterior crowns on ti-base abutments created with digital or conventional impressions. One-year follow-up. **Clin Oral Implants Res**, v. 32, n. 8, p. 962-970, Aug 2021.

DOLCINI, G.; COLOMBO, M.; MANGANO, C. From Guided Surgery to Final Prosthesis with a Fully Digital Procedure: A Prospective Clinical Study on 15 Partially Edentulous Patients. **Int J Dent**, 2016:7358423, 2016.

KALAIVANI, G.; BALAJI, V.; MANIKANDAN, D.; ROHINI, G. Expectation and reality of guided implant surgery protocol using computer-assisted static and dynamic navigation system at present scenario: Evidence-based literature review. **J Indian Soc Periodontol.**, v. 24, n. 5, p. 398-408, Sep-Oct 2020.

KU, J.; LEE, J.; LEE, H.; YUN, P.; KIM, Y. Accuracy of dental implant placement with computer-guided surgery: a retrospective cohort study. **BMC Oral Health**, v. 22, n. 1, p. 8, Jan 2022.

LIN, C.; WU, C.; HUANG, M.; HUANG, C.; CHENG, H.; WANG, D. Fully Digital Workflow for Planning Static Guided Implant Surgery: A Prospective Accuracy Study. **J Clin Med**, v. 9, n. 4, p. 980, Apr 2020.

MAO, S.; LEE, H.; LAN, T. Comparing Accuracy of Implant Installation with a Navigation System (NS), a Laboratory Guide (LG), NS with LG, and Freehand Drilling. **Int J Environ Res Public Health**, v. 17, n. 6, p. 2107, Mar 2020.

MARLIÈRE, D.; DEMÈTRIO, M.; PICININI, L.; OLIVEIRA, R.; CHAVES NETTO, H. Accuracy of computer-guided surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A systematic review. **Eur J Dent**, v. 12, n. 1, p. 153-160, Jan-Mar 2018.

MICHELINAKIS, G.; APOSTOLAKIS, D.; KAMPOSITORA, P.; CANZCAN, M. The direct digital workflow in fixed implant prosthodontics: a narrative review. **BMC Oral Health**, v. 21, n. 1, p. 37, Jan 2021.

NAEINI, E.; ATASHKADEH, M.; BRUYN, H.; D'HAESE, J. Narrative review regarding the applicability, accuracy, and clinical outcome of flapless implant surgery with or without computer guidance. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 22, n. 4, p. 454-467, Aug 2020.

PUTRA, R.; YODA, N.; LIKUBO, M.; KATAOKA, Y.; YAMAUCHI, K.; KOYAMA, S.; COORAY, U.; ASTUTI, E.; TAKAHASHI, T.; SASAKI, K. Influence of bone condition on implant placement accuracy with computer-guided surgery. **Int J Implant Dent.**, v. 6, n. 1, p. 62, Sep 2020.

RAMOS, F.; ALMUNIA, J.; BALLESTER, J.; DIAGO, M.; MIRA, B. Accuracy of Implant Placement with Computer-Guided Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cadaver, Clinical, and In Vitro Studies. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 33, n. 1, p. 101–115, Jan-Feb 2018.

SIQUEIRA, R.; GALLI, M.; CHEN, Z.; MENDONÇA, G.; MEIRELLES, L.; WANG, H.; CHAN, H. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. **Clin Oral Investig**, v. 25, n. 12, p. 6517-6531, Dec 2021.

SIQUEIRA, R.; CHEN, Z.; GALLI, M.; SALEH, I.; WANG, H.; CHAN, H. Does a fully digital workflow improve the accuracy of computer-assisted implant surgery in partially edentulous patients? A systematic review of clinical trials. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 22, n. 6, p. 660-671, Dec 2020.

SHARNA, A.; AGARWAL, S.; PARKASH, H.; NAGPAL, A. An *in vitro* comparative evaluation between virtually planned implant positions on interactive implant software versus actual implant positions achieved using sterolithographic open guide system. **Indian J Dent Res**, v. 30, n. 2, p. 254-260, Mar-Apr 2019.

SPILE, J.; JIN, F.; BEHRENS, E.; AÇIL, Y.; LICHTENSTEIN, J.; NAUJOKAT, H.; GULSES, A.; FLORKE, C.; WILTFANG, J. Comparison of implant placement accuracy in two different preoperative digital workflows: navigated vs. pilot-drill-guided surgery. **Int J Implant Dent.**, v. 7, n. 1, p. 45, Apr 2021.

SUN, T.; LAN, T.; PAN, C.; LEE, H. Dental implant navigation system guide the surgery future. **Kaohsiung J Med Sci**, v. 34, n. 1, p. 56-64, Jan 2018.

TAHMASEB, A.; WU, V.; WISMEIJER, D.; COUCKE, W.; EVANS, C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. **Clin Oral Implants Res**, v. 29, Suppl 16:416-435, Oct 2018.

UNSAL, G.; TURKYILMAZ, I.; LAKHIA, S. Advantages and limitations of implant surgery with CAD/CAM surgical guides: A literature review. **J Clin Exp Dent**, v. 12, n. 4, p. e409-e417, Apr 2020.

VINCI, R.; MANACORDA, M.; ABUNDO, R.; LUCCHINA, A.; SCARANO, A.; CROCETTA, C.; MUZIO, L.; GHERLONE, E.; MASTRANGELO, F. Accuracy of Edentulous Computer-Aided Implant Surgery as Compared to Virtual Planning: A Retrospective Multicenter Study **J Clin Med.**, v. 9, n. 3, p. 774, Mar 2020.