



**Abdel Rahim Mohamad Abdel Salam Suleiman**

**VANTAGENS E LIMITAÇÕES DA CIRURGIA DE IMPLANTES COM GUIAS  
CIRÚRGICOS CAD / CAM**

Santa Maria, RS

2021

**Abdel Rahim Mohamad Abdel Salam Suleiman**

**VANTAGENS E LIMITAÇÕES DA CIRURGIA DE IMPLANTES COM GUIAS  
CIRÚRGICOS CAD / CAM**

Trabalho final de graduação apresentado ao Curso de Odontologia - Área de Ciências da Saúde, da Universidade Franciscana - UFN, como requisito parcial para obtenção do grau de Cirurgião- Dentista.

Orientador: Eduardo Bortolas de Carvalho

Santa Maria, RS

2021

Abdel Rahim Mohamad Abdel Salam Suleiman

**VANTAGENS E LIMITAÇÕES DA CIRURGIA DE IMPLANTES COM GUIAS  
CIRÚRGICOS CAD / CAM**

Trabalho final de graduação apresentado ao Curso de Odontologia - Área de Ciências da Saúde, da Universidade Franciscana - UFN, como requisito parcial para obtenção do grau de Cirurgião- Dentista.

---

Prof. Me. Eduardo Bortolas de Carvalho – Orientador (UFN)

---

Prof. Caroline Bortolas de Carvalho (UFN)

---

Prof. Me. Heitor Boeira Pansard (UFN)

Aprovado em ..... de ..... de 2021.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a ALLAH, por me agraciar com saúde, energia e determinação para realizar esse trabalho, principalmente no momento pandêmico que estamos vivendo.

Aos meus pais, Mohamad e Rowaida, por todo amor, carinho e apoio durante toda minha vida, pelos incentivos em momentos difíceis e por todos os sacrifícios necessários para que eu pudesse receber uma educação de qualidade, vocês foram essências na minha jornada.

Aos meus irmãos, Aiman, Lubna, Nariman, e Shaima, e ao meu sobrinho, Omar, por estarem sempre ao meu lado fornecendo todo apoio, incentivo e carinho durante estes anos em que estive na faculdade.

Às minhas amigas de graduação, Amanda, Ana e Isadora, que sempre estiveram ao meu lado durante toda a graduação, por todos os bons e maus momentos que vivemos, pelo companheirismo. À Larissa, por estar sempre ao meu lado, apoiando, encorajando, pelo companheirismo, apoio e incentivo na minha jornada. Aos meus bixos, Gustavo, Victor, Porto e Matheus. Ao Edson, por todas risadas, treinos e bate-papos sempre.

Ao Cherrer e Yusf por todo companheirismo, papos, jogatinas, pizzas e conselhos ao nesses anos.

Ao Bernardo, meu amigo de longa data, que esteve presente comigo nesta jornada, pelos conselhos, todo apoio, companheirismo e amizade.

Aos meus colegas da turma 23, com que tive o prazer de conviver ao longo desses anos, pela troca de experiências que me permitiram crescer tanto pessoal como profissionalmente.

Ao meu orientador, Me. Eduardo, por sempre estar disposto com muita dedicação a sanar toda e qualquer dúvida e por todo apoio que foi sem dúvidas essencial para a conclusão do trabalho.

Aos professores do curso, pelos conselhos, ajuda, paciência e por todos os ensinamentos compartilhados que me permitiram chegar até aqui.

A Universidade Franciscana, pelo ensino de qualidade, pela dedicação e por todo auxílio fornecido neste período.

Por fim, por todos aqueles que apoiaram ou contribuíram, direta ou indiretamente, a conclusão deste trabalho e com meu processo de formação profissional.

## **RESUMO**

O objetivo desse estudo é verificar na literatura odontológica as vantagens e limitações da cirurgia de implante guiada com guias cirúrgicos CAD / CAM. As buscas foram realizadas nas bases de dados NCBI/PubMed e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde). Os descritores utilizados foram: “CAD-CAM”, “Surgical Guides” e “Dental Implants”, combinados pelos operadores booleanos “AND/OR”. A partir de 58 estudos potencialmente elegíveis, 15 artigos foram selecionados para leitura de texto completo e 14 foram inseridos na revisão de literatura. Apesar das expectativas entusiastas deste método, a literatura identifica riscos de erros e complicações que os cirurgiões-dentistas podem enfrentar desde o planejamento digital até o momento da cirurgia. Os autores relataram certo nível de desvios comparado ao que foi planejado digitalmente em relação a posição real do implante em boca. Portanto é vital enfatizar que dentistas novatos devem obter treinamento adequado para utilização desse método. Por último, mesmo operadores experientes, precisam estabelecer uma zona segura entre implantes e estruturas anatômicas críticas durante a cirurgia.

**Palavras-chaves:** Implantes dentários. Planejamento reverso. Guias cirúrgicos. CAD / CAM.

## **ABSTRACT**

The aim of this study is to verify in the dental literature the advantages and limitations of implant surgery guided with CAD / CAM surgical guides. Searches were performed in the NCBI/PubMed and BVS (Virtual Health Library) databases. The descriptors used were: “CAD-CAM”, “Surgical Guides” and “Dental Implants”, combined by the Boolean operators “AND/OR”. From 58 potentially eligible studies, 15 articles were selected for full-text reading and 14 were included in the literature review. Despite the enthusiastic expectations of this method, the literature identifies risks of errors and complications that dentists may face from digital planning to the moment of surgery. The authors reported a certain level of deviation compared to what was digitally planned in relation to the actual position of the implant in the mouth. It is therefore vital to emphasize that novice dentists must obtain adequate training in using this method. Lastly, even experienced operators need to establish a safe zone between implants and critical anatomical structures during surgery.

**Key words:** Dental implants. Reverse planning. Surgical guides. CAD / CAM.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
3 METODOLOGIA.....	12
4 RESULTADOS.....	13
5 DISCUSSÃO.....	19
6 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

## 1 INTRODUÇÃO

Os problemas bucais, especificamente as perdas dentárias, estão entre as cem condições que mais afetaram o mundo nas últimas décadas (MARCENES *et al.*, 2013). Condição essa que afeta todo o sistema estomatognático, acarreta em perdas ósseas, deslocamento de dentes e oclusão, além da diminuição da força mastigatória (SCHIMMEL *et al.*, 2017; TURKYILMAZ *et al.*, 2012). Como forma de reabilitar dentes perdidos, a implantodontia possibilitou reparar em níveis elevados a saúde e função dos indivíduos. (SOTO-PENALOZA *et al.*, 2017; TURKYILMAZ *et al.*, 2018). A reabilitação convencional com implantes é feita a partir de um planejamento criterioso da seleção da área e implante ideal de acordo com a posição do dente perdido, o que se denomina planejamento reverso, que utiliza para tal uma montagem de dentes de estoque ou enceramento diagnóstico em modelos, desde perdas individuais a arcos totais. Um guia cirúrgico e/ou radiográfico pode também ser criado a partir deste planejamento (NEVES; BARBOSA; BERNARDES, 2016).

Os planejamentos levam em consideração os fatores biomecânicos dos locais onde os implantes serão instalados. Os maxilares apresentam qualidades ósseas diferentes, com distintas quantidades de tecido cortical, com lamínulas ósseas fortemente unidas, e medular, com lamínulas mais espaçadas (ROHEN, YOKOCHI, 1993). De acordo com a densidade óssea, Lekholm e Zarb (1985) classificaram os ossos maxilares em 4 tipos de osso, do mais cortical ao osso mais trabecular respectivamente (tipo I, II, III e IV), os quais apresentam diferentes propriedades mecânicas cada. A mandíbula apresenta um osso mais cortical e denso, enquanto a maxila tende a apresentar um osso mais medular, o qual é um osso pobre, porém rico em vascularização, com padrão de reabsorção vestibulo-palatal, que resulta em uma instalação de implantes com falta de paralelismo, de maneira geral, esta área pode exigir mais conhecimento do cirurgião (PADOVAN *et al.*, 2008).

Ao longo dos anos, a superfície (microestrutura) e o desenho (macroestrutura) dos implantes foram melhoradas, resultando em maior facilidade para obtenção da estabilidade primária e secundária nos diversos tipos ósseos, com redução do trauma e tempo cirúrgico (PADOVAN *et al.*, 2008). Assim, existem implantes osseointegráveis com características específicas para facilitar a formação da rosca em leitos ósseos tipo I e II, que evitam a osseocompressão e aquecimento do tecido fisiológicos. Para estes tipos ósseos, os implantes indicados são os cilíndricos, de rosca simples piramidais, além de poder apresentar câmaras de corte. Da mesma maneira que existem implantes com macroestrutura e microestrutura que favorecem a estabilidade primária em ossos do tipo III e IV, com pouca cortical óssea. Os

implantes indicados para estas regiões são os implantes cônicos, de rosca dupla trapezoidal e que apresentam microestrutura elaborada, com tratamentos de superfícies que aumentam a interface entre osso e implante, além de aumentar a atividade celular, o que facilita a osseointegração. Todavia, atualmente existem implantes híbridos, que mesclam as macro e microestruturas e podem ser utilizados em qualquer tipo de osso (MEZZOMO; SUZUKI, 2006).

Um planejamento completo deve ser baseado também no volume ósseo de cada paciente, para selecionar o comprimento e diâmetro adequados a situação clínica individual, baseado na tomografia computadorizada, de modo a instalar o implante na posição ideal (MAZZONETTO *et al.*, 2009). Existem alguns tipos de planejamento reverso que são usados para planejar os implantes, atentando a todos os princípios necessários. São eles: o planejamento reverso convencional, o planejamento reverso digital e o planejamento reverso digital CAD / CAM. Este estudo pretende verificar na literatura odontológica as vantagens e limitações da cirurgia de implante guiada com guias cirúrgicos CAD / CAM.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na implantodontia, o planejamento é um passo crucial para alcançar o sucesso. Nesse quesito, ocorreram muitas inovações tecnológicas na área, que mostraram resultados promissores, dentre eles, o CAD/CAM, que trata-se da realização de um projeto em um software de desenho, que é o CAD (Computer-aided Design), para posterior materialização por meio de máquinas próprias, como impressoras 3D ou fresadoras, que seria o CAM (Computer-aided Manufacturing) (NEVES; BARBOSA; BERNARDES, 2016). Essa tecnologia surgiu afim de evitar alguns erros da técnica convencional guiada, tanto em desajustes das estruturas protéticas na fabricação das próteses, quanto no fluxo de trabalho, pois possibilita determiná-los previamente a cirurgia (ALIKHASI; ALSHARBATY; MOHARRAMI, 2017; JANSEN; CONRADS; RICHTER, 1997).

O planejamento reverso digital, utiliza este sistema e varia de acordo com cada fabricante, mas sua estrutura se baseia em realizar o escaneamento oral, que geram arquivos do tipo STL, e uma tomografia computadorizada os quais geram arquivos DICOM (TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019). Com o auxílio de um software, juntam-se estes dois arquivos. A partir deste modelo digital planeja-se o melhor local de instalação e deste planejamento é fabricado um guia cirúrgico CAD/CAM. (UNSAI; TURKYILMAZ; LAKHIA, 2020; OZAN *et al.*, 2009). O guia, por sua vez, reproduz a posição ideal planejada do implante, em termos de ângulo e profundidade (TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019).

As impressões digitais intraorais abstraem a necessidade de tirar impressões convencionais, em casos parciais, o que as torna mais convenientes e fáceis que as técnicas convencionais, para evitar possíveis erros humanos nestas técnicas, como erros nas moldagens e na troca de informações com o laboratório (ALIKHASI; ALSHARBATY; MOHARRAMI, 2017; TING-SHU; JIAN, 2015; VAN DER MEER *et al.*, 2012). É possível também escolher previamente a cirurgia a forma do abutment, o perfil da coroa e a escolha dos materiais (JODA *et al.*, 2017; GUICHET, 2019). Além disso, ela possibilitou realizar cirurgias *flapless*, ou seja, sem rebatimento de retalho, com maior precisão, devido a menor taxa de erros (WOOD *et al.*, 1972; MAIER, 2016).

A digitalização das terapias de reabilitação complexas as deixa mais previsíveis, em relação a cirurgia tradicional guiada, o que permite buscar durante o planejamento todos os parâmetros para alcançar o sucesso, visto que no método guiado tradicional o planejamento e diagnóstico das estruturas anatômicas e os padrões de reabsorção óssea são baseados no exame clínico, modelos de estudo, exames radiográficos (periapicais e panorâmica) e

tomográficos. A guia multifuncional e/ou cirúrgica utilizada nestes planejamentos podem expor os operadores mais experientes a erros devido a fatores anatômicos, como nervos, seio maxilar e espessura óssea, além de humanos (BALDI *et al.*, 2020).

A cirurgia guiada surgiu para tornar mais seguro os procedimentos *flapless* (WOOD *et al.*, 1972; MAIER, 2016). Dentre as principais vantagens estão diminuir o tempo do procedimento odontológico, conseqüente menor estresse e trauma cirúrgico. Desta forma a técnica cirúrgica é mais previsível, pois as dificuldades do caso são analisadas com antecedência, minimizando as potenciais complicações do procedimento como lesar estruturas anatômicas importantes (seios da face, nervos, vasos, dentes), e assim permitir a utilização máxima da área disponível e evitar muitas vezes técnicas de enxerto. Os implantes devem ser instalados de maneira ideal para a futura reabilitação, visto o planejamento reverso convencional (LAVERTY; BUGLASS; PATEL, 2018; AZARI; NIKZAD, 2008; TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019).

Os benefícios do planejamento reverso convencional para cirurgia guiada (por duplo escaneamento tomográfico) são inúmeros, esse planejamento ocorre através de um software para arquivos DICOM, onde é possível planejar a posição específica dos implantes na dimensão óssea do local com implante ideal. A cirurgia guiada começa pelo planejamento reverso e posterior pela técnica do duplo escaneamento tomográfico, onde o paciente é submetido a sequência tradicional até a montagem de dentes, e a partir desta montagem um guia multifuncional. No momento da tomografia são feitos 2 escaneamentos, um com a guia radiográfica/multifuncional e registro de mordida em boca e outro apenas do guia. Os dois arquivos DICOM são unidos no software, onde podemos planejar o caso, para posteriormente encaminhar esses dados de planejamento virtual para um equipamento CAM. Como em todo tratamento, existem limitações, como erros devido a métodos de moldagem convencionais e instalações das guias (UNSAI; TURKYILMAZ; LAKHIA, 2020; ALIKHASI; ALSHARBATY; MOHARRAMI, 2017) e isto pode gerar também erros na posição final do implante.

Existem 3 designs de guias cirúrgicos, quanto a sua superfície de suporte: o guia dentossuportado, ancorados em dentes remanescentes; mucossuportado, apoiado diretamente em mucosa, muito utilizado em pacientes totalmente edentados; e o osseosuportado, colocado em osso após o rebatimento do retalho mucoperiosteal (D'HAESE *et al.*, 2017).

O fluxo de trabalho da cirurgia guiada por computador inclui algumas etapas, como diagnóstico clínico, configuração de diagnóstico do dente, fabricação de guia radiográfico, digitalização da tomografia computadorizada, diagnóstico 3D, planejamento do tratamento,

fabricação do guia cirúrgico e a operação propriamente dita. A quantidade total de imprecisão de posicionamento é determinada pela soma de erros ocorridos nessas etapas (ORENTLICHER; ABBOUD, 2011; SOARDI; BRAMANTI; CICCIOU, 2014).

### 3 METODOLOGIA

O tipo de delineamento deste estudo é uma revisão de literatura, que buscou abordar as vantagens e limitações do guia cirúrgico CAD / CAM na colocação de implantes. A busca de estudos sobre o tema foi realizada nas bases de dados NCBI/PubMed e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) de março a outubro de 2021.

Os descritores utilizados serão: “CAD-CAM”, “Surgical Guides” e “Dental Implants”. A busca foi feita utilizando os operadores booleanos “AND / OR”, junto com a adição de sinônimos das palavras chaves. Ela se configurou da seguinte maneira: (("CAD/CAM" OR "CAD CAM" OR "Computer assisted design") AND ("surgical guides" OR "guides" OR "surgical template")) AND ("Dental Implants" OR "Implant").

Para serem incluídos os artigos atenderam aos critérios de inclusão e exclusão conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
1. Estudos in vitro ou in vivo, revisão de literatura, revisão sistemática e meta-análise, estudo clínico	1. Opinião de especialistas
2. Títulos relacionados a questão de pesquisa	2. Estudos baseados em gráficos e questionários apenas
3. Estudos caso-controle	3. Estudos em animais
4. Resultados quantitativos fornecidos	4. Não resposta do autor para esclarecimento de dados
5. Artigos devem estar em inglês	

## 4 RESULTADOS

A partir de 58 estudos potencialmente elegíveis, 14 artigos foram selecionados para análise de texto completo e 10 foram incluídos na revisão de literatura. Todos os estudos estavam escritos na língua inglesa. Em relação aos tipos de estudos, dos 10 artigos incluídos, 4 foram estudos *in vitro*, 2 foram ensaios clínicos, 1 foi uma revisão de literatura, 1 foi uma revisão sistemática com meta-análise, 1 foi um coorte prospectivo e 1 foi um ensaio clínico randomizado. Os artigos selecionados foram publicados entre os anos de 2016 e 2021.

Os artigos incluídos foram descritos na tabela 2.

Tabela 2. Artigos Incluídos

<b>Autor</b>	<b>Tipo de estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Conclusão</b>
Abduo; Lau, 2020	In vitro	Comparar a precisão dos protocolos de colocação de implantes assistida por computador totalmente guiada (FG), guiada por piloto (PG) com o protocolo convencional a mão livre (FH). Todos colocados por cirurgiões novatos.	Protocolo FG foi mais preciso no desvio Horizontal no colo, ápice e angular, mas sem desvio vertical estatisticamente diferente. O protocolo PG foi semelhante ao FH. A precisão não variou em relação a área no protocolo FG, mas no PG e FH a precisão foi maior para implantes anteriores.	O protocolo FG foi o mais preciso e sem influência da posição dos implantes. Já o PG e o FH tiveram precisão inferior em implantes posteriores em relação aos anteriores.
Unsal; Turkyilmaz ; Lakhia, 2020	Revisão de literatura	Revisar na literatura as vantagens e desvantagens da cirurgia de implante guiada CAD/CAM.	Foram selecionados 9 artigos para realização da revisão. Estudos clínicos indicaram um desvio angular médio de 5,01-0,2°, desvio linear de 2,05mm-0,74mm e um desvio apical de 2,28-0,27mm.	Não há tanta precisão na cirurgia guiada CAD/CAM. Os profissionais devem estar cientes dos desvios angulares e lineares de 5° e 2,3mm. Portanto, é indicado que dentistas novatos obtenham um treinamento prévio e que todos os operadores estabeleçam uma zona de segurança.
Alzoubi; Massoomi; Nattestad, 2016	Ensaio clínico	Avaliar a precisão de implantes colocados imediatamente usando guias cirúrgicos CAD/CAM Anatomage-Invivo5 e compará-los com o protocolo convencional de	Os desvios médios gerais medidos na crista, ápice e ângulo foram de 0,86 mm, 1,25 mm e 3,79°, respectivamente. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa na	Guias cirúrgicas CAD/CAM podem ser ferramentas confiáveis para colocar implantes com precisão imediatamente e / ou de forma tardia. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos tardios e

		colocação de implante tardia.	crista e no ângulo, porém houve diferença entre o grupo imediato e o tardio no ápice, com o grupo imediato apresentando posicionamentos mais precisos no ponto apical do que o grupo tardio.	imediate na crista e ângulo, porém a posição apical foi mais precisa no grupo imediato.
Apostolakis ; Kourakis, 2018	In vitro	Fornecer as equações relevantes e as tabelas de referência necessárias para calcular os erros máximos no posicionamento do implante atribuídos às propriedades das partes mecânicas de qualquer guia cirúrgico de implante CAD/CAM, especialmente as fabricadas em consultório.	O erro máximo no ápice do implante foi calculado em 2,8 mm, o desvio máximo do eixo do implante em 5,9 ° e o erro máximo no colo (entrada) do implante foi estimado em 1,5 mm. O erro vertical entre a posição planejada e real do implante pode ser considerado insignificante (<0,1 mm).	Diante dos dados apresentados se pode calcular os erros máximos esperados durante a cirurgia. A partir disso, o cirurgia com impressora 3D no consultório pode decidir sobre as dimensões da anilha de metal, a folga da broca de osteotomia e o desenho da guia afim de encontrar a melhor combinação com base nas anilhas disponíveis no mercado, nas brocas que ele já possui e na situação clínica.
Herschdorfer <i>et al.</i> , 2020	In vitro	Avaliar a precisão de diversas impressoras 3D na fabricação de guias cirúrgicos e seu efeito na posição definitiva do implante em relação a planejada.	Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada no desvio angular, deslocamento do ponto de entrada e no vértice.	Os diferentes tipos de tecnologia de impressão 3D usados neste estudo não parecem ter um efeito significativo na precisão da cirurgia de implante guiada.
Derksen <i>et al.</i> , 2019	Corte prospectivo	Avaliar a cirurgia de	O desvio angular médio foi de 2,72	A cirurgia guiada com guias de brocas

		implante guiada por computador com guias cirúrgicos dentossuportados com base em TCCB e escaneamento intraoral.	<p>° <math>\pm 1,42</math>. O desvio tridimensional médio no ponto de entrada do implante foi de <math>0,75 \text{ mm} \pm 0,34</math>. No ápice do implante, a média foi <math>1,06 \text{ mm} \pm 0,44</math>. A quantidade de dentes não restaurados (<math>p = 0,02</math> e <math>p = 0,03</math>), a localização do implante (<math>p &lt; 0,001</math>), o comprimento do implante (<math>p = 0,004</math>), e interferência cortical (<math>p = 0,033</math>) teve uma influência significativa na precisão do posicionamento.</p>	apoiados em dentes feitos em um fluxo de trabalho digital é uma opção de tratamento viável. No entanto, ocorrem desvios e o comprimento do implante, localização, interferência cortical e a quantidade de dentes não restaurados têm uma influência significativa na precisão.
Lin <i>et al.</i> , 2020	Ensaio clínico	Investigar a precisão clínica da cirurgia de implantes guiada com um fluxo de trabalho de planejamento totalmente digital.	Para todos os 43 implantes totalmente guiados, os desvios globais médios na plataforma / ápice do implante foram $0,78 \pm 0,39 / 1,28 \pm 0,72 \text{ mm}$ . Os desvios laterais médios na plataforma / ápice do implante foram $0,57 \pm 0,33 / 1,14 \pm 0,72 \text{ mm}$ . A profundidade média e os desvios angulares foram de $0,46 \pm$	A precisão da cirurgia guiada foi semelhante ao fluxo de trabalho tradicional, com acurácia satisfatória, de forma que pode ser confiável para pacientes parcialmente dentados.

			0,36 mm e $4,30 \pm 2,87^\circ$ , respectivamente.	
Song <i>et al.</i> , 2021	In vitro	Comparar o Guia VARO®(VG) ao guia cirúrgico fabricado por CAD / CAM (Guia NAVI®(NG)) em termos de precisão e eficácia da cirurgia de implante realizada em manequim.	Todos os desvios dimensionais foram semelhantes, embora menores na cirurgia NG, entre os dois grupos ( $p > 0,05$ ), e não houve diferença significativa entre os grupos de especialistas e iniciantes, independentemente do sistema de guia.	Independentemente da experiência, tanto a cirurgia VG quanto a NG mostraram precisão posicional confiável; entretanto, o tempo total do procedimento e o tempo de preparação foram muito mais curtos na cirurgia VG em comparação com a cirurgia NG.
Tallarico <i>et al.</i> , 2019	Ensaio clínico Randomizado	Comparar a precisão do planejamento virtual de novas técnicas de colocação de implantes baseadas em guias assistidas por computador, que fazem uso de guias cirúrgicos estereolitográficos CAD/CAM com ou sem anilhas metálicas e ainda qual melhor tipo de anilha.	Houve uma diferença estatisticamente significativa no ângulo ( $p = 0,0212$ ) e no plano vertical ( $p = 0,0073$ ) com valores mais baixos para implantes colocados com guias cirúrgica sem anilha metálica. No grupo de teste, as anilhas fechadas foram mais precisas em comparação com as anilhas abertas em ângulo ( $p = 0,0268$ ) e no plano horizontal ( $p = 0,0477$ ).	As guias cirúrgicas sem anilhas metálicas foram mais acuradas no plano e ângulo vertical em comparação com a guia convencional com anilhas metálicas. Anilhas abertas devem ser usadas com cuidado na região molar apenas em caso de espaço reduzido. Mais pesquisas são necessárias para confirmar esses resultados preliminares.
Putra <i>et al.</i> , 2020	Revisão sistemática com meta-análise	Revisar os estudos clínicos atuais sobre a precisão da cirurgia de	A cirurgia totalmente guiada apresentou precisão	O tipo de espaço edêntulo, o procedimento de fabricação do guia cirúrgico e o

		<p>implantes guiada por computador em pacientes parcialmente edêntulos e investigar os fatores de influência potenciais.</p>	<p>estatisticamente maior em desvio angular (<math>P &lt; 0,001</math>), coronal (<math>P &lt; 0,001</math>) e apical (<math>P &lt; 0,05</math>) em comparação com a cirurgia guiada por broca piloto. Uma diferença estatisticamente significativa (<math>P &lt; 0,001</math>) também foi observada no desvio coronal entre os espaços edêntulos limitados (BES) e os espaços de extensão distal (DES). Um desvio angular significativamente menor (<math>P &lt; 0,001</math>) foi encontrado em implantes colocados usando o design/fabricação auxiliada por computador (CAD/CAM) em comparação com as guias cirúrgicas convencionais.</p>	<p>protocolo de cirurgia guiada podem influenciar a precisão da cirurgia guiada por computador em pacientes parcialmente edêntulos. Maior acurácia foi encontrada quando os implantes foram colocados em BES, com guias cirúrgicas fabricadas em CAD/CAM, utilizando um protocolo de cirurgia totalmente guiada.</p>
--	--	--	--	--

## 5 DISCUSSÃO

Nesta revisão de literatura foi possível observar que apesar das expectativas entusiastas acerca do método de colocação de implantes dentários com guias cirúrgicos CAD / CAM, os estudos relataram risco de erros e complicações que o cirurgião dentista pode encontrar ao longo do fluxo de trabalho. Este método pode causar uma impressão errônea em cirurgiões novatos de que os guias cirúrgicos CAD / CAM tem precisão absoluta, porém não existe cirurgia de implantes guiada por CAD / CAM perfeita no dia-a-dia clínico. UNSAL et al. (2020) e LIN et al. (2020) relataram certo nível de desvios, em relação a posição planejada digitalmente do implante e sua posição real.

Visto os possíveis erros da técnica guiada CAD / CAM, Apostolakis e Kourakis (2018) buscaram fornecer uma tabela de referência para erros máximos no posicionamento do implante. Os erros máximos calculados no ápice foram de 2,8mm, no desvio angular do implante foram de 5,9° e o desvio máximo no colo do implante foi estimado em 1,5mm. O erro vertical entre a posição real e a planejada não foi significativa. Devido a faixa de erros máximos estabelecidos, se faz necessário tomar cautela quanto ao planejamento, tendo em vista principalmente situações limítrofes, onde devem ser respeitados os limites da técnica, afim de não ocorrerem complicações na cirurgia.

Além dos desvios gerais, é importante salientar a influência da experiência nos desvios. Cushen e Turkyilmaz (2013) investigaram o efeito da experiência do operador na precisão da colocação do implante com guias cirúrgicos estereolitográficos. Em seu estudo foram colocados 100 implantes em 20 mandíbulas de resina por 4 operadores, sendo 2 experientes e 2 inexperientes. Os desvios foram medidos com a ajuda de tomografias computadorizadas pré e pós-operatórias. Eles observaram que o desvio angular médio foi de  $2,6 \pm 1,2$  graus, os desvios lineares horizontais na plataforma e no ápice foram de  $0,63 \pm 0,3$  mm e  $0,34 \pm 0,1$  mm para os operadores experientes. Os valores correspondentes foram  $3,96 \pm 1,6$  graus, e  $0,77 \pm 0,3$  mm e  $0,42 \pm 0,2$  mm para o grupo inexperiente. Por fim, concluíram que o nível de experiência do operador contribui para a precisão da colocação do implante, com os operadores mais experientes colocando implantes com maior precisão.

É importante frisar também sobre o efeito do tipo de impressora 3D utilizada na fabricação das guias cirúrgicas. Herschdorfer et al. (2020) buscou avaliar a precisão das impressoras 3D na fabricação das guias e sua influência na precisão final dos implantes. Neste trabalho as diferentes tecnologias de impressão tridimensional utilizadas não influenciaram significativamente a precisão da cirurgia de implante guiada.

É de extrema importância salientar, que este método, assim como outros métodos inovadores necessitam de uma curva de aprendizado. Os profissionais que desejarem realizar este procedimento devem adquirir um treinamento abrangente, caso contrário, poderão ocorrer complicações cirúrgicas e restauradoras. Algumas dessas complicações causadas por operadores inexperientes ou não treinados podem ser graves, tais como danos as estruturas vitais, como nervos e seios maxilares por exemplo (CUSHEN; TURKYILMAZ, 2013; TURBUSH; TURKYILMAZ, 2012).

Cirurgia guiada CAD / CAM possibilita cirurgias flapless, que são cirurgias livres de retalhos, as quais podem reduzir a reabsorção óssea associada ao rebatimento do retalho, além de manter melhor o perfil do tecido mole. As evidências mostram que a passagem do implante pela gengiva não interfere na osseointegração, no nível ósseo e nem nos resultados estéticos (MAIER, 2016).

Segundo Song et al. (2021), ao comparar guias cirúrgicos convencionais (Guia VARO®) aos guias CAD / CAM (Guia NAVI®) demonstraram, para ambas técnicas, eficácia confiável para cirurgia de implante guiada, o que demonstra que ainda não há um consenso entre os autores a cirurgia guiada CAD / CAM ser mais precisa. No entanto, em relação ao tempo total do procedimento e tempo de preparação, a cirurgia guiada CAD / CAM leva um tempo consideravelmente maior do que a guiada tradicional. Além também, de os guias CAD / CAM tem um custo consideravelmente maior que o convencional.

São algumas vantagens da cirurgia guiada CAD / CAM: a facilidade de trocar informações entre todas as partes envolvidas no fluxo de trabalho, no consultório e fora dele; auxiliar o maior aproveitamento da largura e altura óssea máxima disponível, podendo evitar enxertos, como levantamentos de seio maxilar, os quais estão potencialmente associados a morbidade do tratamento. Vale ainda citar que esta técnica também reduz o tempo de cirurgia e minimiza a chance de lesão as estruturas críticas durante a colocação do implante (TATAKIS; CHIEN; PARASHIS, 2019).

Putra et al. (2020) investigou acerca da precisão da cirurgia guiada CAD / CAM em relação a diferentes áreas edêntulas, seus potenciais fatores de influência e ao tipo de guias utilizado. Foi constatado que o tipo de guia cirúrgico e o tipo de espaço edêntulo podem influenciar na precisão deste tipo de cirurgia. O maior nível de precisão foi encontrado quando os implantes foram colocados em espaços edêntulos limitados por dentes e com guias cirúrgicos CAD / CAM.

O presente estudo analisou as vantagens e limitações do método de cirurgia guiada CAD / CAM através de uma revisão de literatura, pois assim como na própria literatura, ainda

não é de consenso a técnica ser extremamente precisa, sendo que é dependente da indicação do caso (paciente) e operador (dentista).

## **6 CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados desse trabalho pode-se concluir que mesmo com os guias cirúrgicos CAD / CAM, não existe uma cirurgia de implantes com precisão absoluta durante a clínica, mesmo dentistas experientes devem se atentar e estabelecer uma zona de segurança no planejamento, considerando os possíveis desvios angulares e apicais afim de evitar danos a estruturas anatômicas críticas. Por último, é de vital importância que dentistas novatos obtenham treinamento prévio abrangente e supervisionado antes de utilizarem essa nova tecnologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUO, J., LAU, D. Accuracy of static computer-assisted implant placement in anterior and posterior sites by clinicians new to implant dentistry: in vitro comparison of fully guided, pilot-guided, and freehand protocols. **International Journal of Implant Dentistry**, v. 6(1), 2020.

ALIKHASI, M., ALSHARBATY, M.H.M., MOHARRAMI, M. Digital Implant Impression Technique Accuracy. **Implant Dentistry**, v. 26(6), p. 929–935, 2017.

ALZOUBI, F., MASSOOMI, N., NATTESTAD, A. Accuracy Assessment of Immediate and Delayed Implant Placements Using CAD/CAM Surgical Guides. **Journal of Oral Implantology**, v. 42(5), p. 391–398, 2016.

AMERICAN ACADEMY OF PERIODONTOLOGY. Periodontal diseases of children and adolescents. **Reference Manual**, v. 25, p. 156-163, 2003-2004.

APOSTOLAKIS, D., KOURAKIS, G. CAD/CAM implant surgical guides: maximum errors in implant positioning attributable to the properties of the metal sleeve/osteotomy drill combination. **International Journal of Implant Dentistry**, v. 4(1), 2018.

ARMITAGE, G.C. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. **Annals Periodontology**, v.4, n.1, p.1–6, 1999.

AZARI, A., NIKZAD, S. Flapless implant surgery: review of the literature and report of 2 cases with computer-guided surgical approach. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 66, p. 1015–1021, 2008.

BALDI, D et al. Digital vs. Freehand Anterior Single-Tooth Implant Restoration. **BioMed Research International**, p. 1–6, 2020.

CUSHEN, S.E., TURKYILMAZ, I. Impact of operator experience on the accuracy of implant placement with stereolithographic surgical templates: An in vitro study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 109(4), p. 248–254, 2013.

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.

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

GUICHET, D.L. Digital workflows in the management of the esthetically discriminating patient. **Dental Clinics of North America**, v. 63(2), p. 331–344, 2019.

HERSCHDORFER, L *et al.* Comparison of the accuracy of implants placed with CAD-CAM surgical templates manufactured with various 3D printers: An in vitro study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2020.

JANSEN, V.K., CONRADS, G., RICHTER, E.J. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v.12, p. 1–23, 1997.

JODA, T *et al.* Digital technology in fixed implant prosthodontics. **Periodontology** **2000**, v. 73(1), p. 178–192, 2017.

LAVERTY, D.P., BUGLASS, J., PATEL, A. Flapless dental implant surgery and use of cone beam computer tomography guided surgery. **Br Dent J**, v. 224, p. 601–611, 2018.

LIN, C *et al.* Fully Digital Workflow for Planning Static Guided Implant Surgery: A Prospective Accuracy Study. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9(4, 980), 2020.

MAIER, F.M. Initial crestal bone loss after implant placement with flapped or flapless surgery-a prospective cohort study. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 31(4) p. 876-883, 2016.

MARCENES, W *et al.* Global Burden of Oral Conditions in 1990-2010. **Journal of Dental Research**, v. 92(7), p. 592–597, 2013.

MEZZOMO, E., SUZUKI, R.M. **Reabilitação oral contemporânea**. São Paulo, SP: Santos, 2006.

NEVES, F.D., BARBOSA, G.A.S., BERNARDES, S.R. **Fundamentos da prótese sobre implantes**. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ORENTLICHER, G., ABBOUD, M. Guided surgery for implant therapy. **Oral Maxillofac Surg Clin North Am**, v. 23, p. 239–256, 2011.

OZAN, O *et al.* Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 67, p. 394–401, 2009.

PUTRA, R.H *et al.* The accuracy of implant placement with computer-guided surgery in partially edentulous patients and possible influencing factors: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 65, 2021.

SCHIMMEL, M *et al.* Masticatory Performance and Maximum Bite and Lip Force Depend on the Type of Prosthesis. **Int J Prosthodont**, v. 30: p. 565–572, 2017.

SOARDI, C.M., BRAMANTI, E., CICCIOU, M. Clinical and radiological 12-year follow-up of full arch maxilla prosthetic restoration supported by dental implants positioned through guide flapless surgery. **Minerva Stomatol**, v. 63, p. 85–94, 2014.

SONG, Y.W *et al.* Accuracy of Dental Implant Placement by a Novel In-House Model-Free and Zero-Setup Fully Guided Surgical Template Made of a Light-Cured Composite Resin (VARO Guide®): A Comparative In Vitro Study. **Materials**, v. 14(4023), 2021.

SOTO-PENALOZA, D *et al.* The all-on-four treatment concept: Systematic review. **J Clin Exp Dent**, v. 9 p. 474–488, 2017.

TALLARICO, M *et al.* Accuracy of Computer-Assisted Template-Based Implant Placement Using Two Different Surgical Templates Designed with or without Metallic Sleeves: A Randomized Controlled Trial. **Dentistry Journal**, v. 7(2, 41), 2019.

TATAKIS, D.N., CHIEN, H., PARASHIS, A.O. Guided implant surgery risk and their prevention. **Periodontology 2000**, v. 81(1), p. 194-208, 2019.

TING-SHU, S., JIAN, S. Intraoral digital impression technique: A review. **J Prosthodont**, v. 24, p. 313–321, 2015.

TURBUSH, S.K., TURKYILMAZ, I. Accuracy of three different types of stereolithographic surgical guide in implant placement: an in vitro study. **J Prosthet Dent**, v. 108, p.181-188, 2012.

TURKYILMAZ, I *et al.* Seven-year follow-up results of TiUnite implants supporting mandibular overdentures: early versus delayed loading. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 14, p. 83–90, 2012.

TURKYILMAZ, I., HARIRI, N.H. Four-year outcomes of full-arch fixed dental prostheses using CAD/CAM frameworks: A retrospective review of 15 cases. **J Clin Exp Dent**, v. 10, p.1045–1048, 2018.

UNSAI, 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(4), p. 409-417, 2020.

VAN DER MEER, W.J *et al.* Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. **PLoS One**, v. 7, p. 1–8, 2012.

VERHAMME, L. M *et al.* An accuracy study of computer-planned implant placement in the augmented maxilla using osteosynthesis screws. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 46(4), p. 511–517, 2017.

WOOD, D.L *et al.* Alveolar crest reduction following full and partial thickness flaps. **J Periodontol**, v. 43(3), p. 141-144, 1972.