

## Fluxos digitais da ancoragem de implantes no osso zigomático

Digital workflows for anchoring implants in the zygomatic bone

Flujos digitales para la anclaje de implantes en el hueso cigomático

Recebido: 16/10/2024 | Revisado: 29/10/2024 | Aceitado: 31/10/2024 | Publicado: 03/11/2024

**Cibele Maria Barbosa Almeida Melo**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1884-2162>  
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil  
E-mail: [cibele.almeida2@hotmail.com](mailto:cibele.almeida2@hotmail.com)

**Laila Cibelle Bezerra Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9204-5248>  
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil  
E-mail: [lailacibelle@hotmail.com](mailto:lailacibelle@hotmail.com)

**Erik Neiva Ribeiro de Carvalho Reis**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5175-8469>  
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil  
E-mail: [erik.reis@uninovafapi.edu.br](mailto:erik.reis@uninovafapi.edu.br)

**Elesbão Ferreira Viana Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3510-9837>  
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil  
E-mail: [elesbao.junior@uninovafapi.edu.br](mailto:elesbao.junior@uninovafapi.edu.br)

**Sérgio Antônio Pereira Freitas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4141-0394>  
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil  
E-mail: [sergio.freitas@uninovafapi.edu.br](mailto:sergio.freitas@uninovafapi.edu.br)

**Giselle Maria Ferreira Lima Verde**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8636-286X>  
Centro Universitário Uninovafapi, Brasil  
E-mail: [giselle.verde@uninovafapi.edu.br](mailto:giselle.verde@uninovafapi.edu.br)

### Resumo

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os fluxos digitais na ancoragem de implantes no osso zigomático, com foco no planejamento digital, e evidenciar como essas tecnologias influenciam o aumento da segurança e previsibilidade do procedimento. Realizou-se um levantamento bibliográfico na base de dados PubMed, utilizando os descritores em inglês: “dental implants” AND “zygoma” AND “bone resorption” AND “digital health”. O uso dos fluxos digitais no planejamento da ancoragem de implantes zigomáticos possibilita melhor análise do complexo maxilar zigomático, além da escolha ideal do tamanho do implante e inclinação de inserção, mas depende da curva de aprendizado do profissional. O estudo conclui que a aplicação de fluxos digitais no planejamento da reabilitação oral com implantes zigomáticos oferece melhorias significativas em segurança e precisão. Contudo, a eficácia dessas tecnologias não exclui a necessidade da experiência e habilidades do cirurgião.

**Palavras-chave:** Implantes dentários; Zigoma; Reabsorção óssea; Saúde digital.

### Abstract

This study aims to conduct a literature review on digital workflows in the anchoring of implants in the zygomatic bone, focusing on digital planning, and to demonstrate how these technologies influence the increase in safety and predictability of the procedure. A bibliographic survey was conducted in the PubMed database, using the following descriptors in English: “dental implants” AND “zygoma” AND “bone resorption” AND “digital health”. The inclusion criteria were studies with a relevant approach to the proposed theme; while the exclusion criteria were course completion papers, articles on animals, literature reviews and articles that were not in line with the theme addressed. The study concludes that the application of digital workflows in the planning of oral rehabilitation with zygomatic implants offers significant improvements in safety and accuracy. However, the effectiveness of these technologies depends on the professional's learning curve, without excluding the importance of the surgeon's experience and skills.

**Keywords:** Dental implants; Zygoma; Bone resorption; Digital health.

### Resumen

Este trabajo tiene como objetivo realizar una revisión de la literatura sobre los flujos digitales en el anclaje de implantes en el hueso cigomático, con foco en la planificación digital, y resaltar cómo estas tecnologías influyen en el

aumento de la seguridad y previsibilidad del procedimiento. Se realizó un levantamiento bibliográfico en la base de datos PubMed, utilizando los descriptores en inglés: “dental implants” AND “zygoma” AND “bone resorption” AND “digital health”. Los criterios de inclusión fueron estudios con abordaje relevante al tema propuesto; mientras que se excluyeron trabajos de finalización de cursos, artículos sobre animales, revisiones de literatura y artículos que no correspondieran al tema tratado. El estudio concluye que la aplicación de flujos digitales en la planificación de la rehabilitación oral con implantes cigomáticos ofrece mejoras significativas en seguridad y precisión. Sin embargo, la efectividad de estas tecnologías depende de la curva de aprendizaje del profesional, sin excluir la importancia de la experiencia y habilidades del cirujano.

**Palabras clave:** Implantes dentales; Cigoma; Resorción ósea; Salud digital.

## 1. Introdução

A reabilitação oral de pacientes total ou parcialmente edêntulos com implantes tornou-se um tratamento comum devido à alta taxa de sucesso a longo prazo. Entretanto, o alvéolo passa por um processo fisiológico de reabsorção após a perda dentária que, somada à pneumatização do seio maxilar, pode resultar em atrofia maxilar severa, dificultando a inserção de implantes dentários convencionais (Schirotli et al., 2011).

Uma nova abordagem desenvolvida por Per-Ingvar Branemark têm se destacado na implantodontia como solução valiosa para a reabilitação de pacientes com volume ósseo insuficiente: implantes fixados no osso zigomático. Essa técnica dispensa a necessidade de enxertia óssea, reduzindo o tempo de tratamento e as complicações relacionadas a esse procedimento. Além disso, o osso zigomático possui densidade óssea de 98%, característica que oferece suporte ósseo adequado para garantir estabilidade primária a protocolos de carga imediata, resultando em um tratamento com número de sessões clínicas reduzido e com maior conforto para o paciente (Migliorança et al., 2012; Schirotli et al., 2011).

Apesar do sucesso do protocolo proposto por Branemark, existem desvantagens associadas à técnica como a visibilidade intraoperatória limitada e às complexidades anatômicas da maxila e osso zigomático. Como o sucesso do resultado do tratamento depende de fatores como posição e angulação do implante, o conhecimento teórico, a experiência e habilidade clínica do cirurgião dentista são fundamentais. No entanto, com os avanços dos fluxos digitais na Odontologia, foram desenvolvidos métodos que proporcionaram ao clínico a capacidade de melhorar a previsibilidade da cirurgia de implantes (Ngamprasertkit et al., 2021; Chow, 2016).

Atualmente, com o uso dos fluxos digitais como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), design auxiliado por computador (CAD) e tecnologia de fabricação assistida por computador (CAM) e software de planejamento de implantes tridimensional, melhorando a precisão do posicionamento do implante (Oh et al., 2017). Essas tecnologias permitem a fabricação de guias cirúrgicos por impressora 3D, os quais são usados para a ancoragem de implantes zigomáticos, possibilitando validar o procedimento cirúrgico antes da intervenção no paciente de forma a otimizar a colocação do implante zigomático e reduzir os riscos de complicações intraoperatórias (Wang et al., 2021).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os fluxos digitais na ancoragem de implantes no osso zigomático, com foco no planejamento digital, e evidenciar como essas tecnologias influenciam o aumento da segurança e previsibilidade do procedimento.

## 2. Metodologia

Este trabalho trata-se de uma revisão de literatura integrativa (Mattos, 2015; Crossetti, 2012), de natureza exploratória com caráter qualitativo (Pereira et al., 2018), seguindo as etapas: elaboração da questão norteadora, definição dos critérios de inclusão e exclusão de artigos, busca na base de dados e seleção dos estudos para análise. A questão norteadora, a qual se pretende responder é: “Os fluxos digitais realmente oferecem maior segurança e previsibilidade à cirurgia de ancoragem do implante zigomático?”.

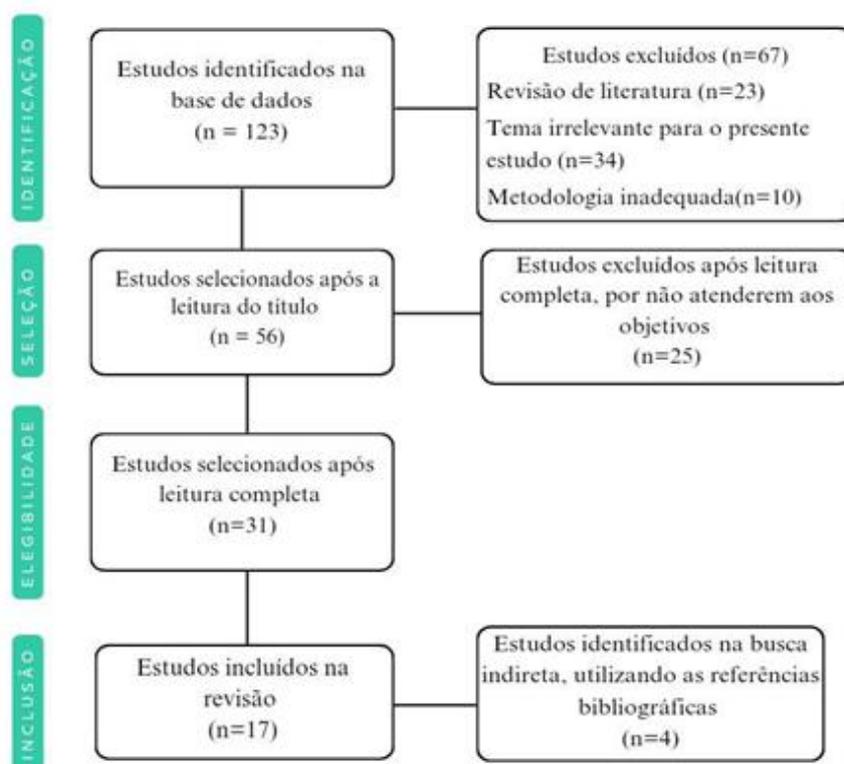
A base de dados utilizadas foi o *National Library of Medicine* (PubMed). A busca pelos artigos foi realizada por meio dos seguintes Descritores de Ciências da Saúde (DeCS): “*dental implants*” and “*zygoma*” and “*bone resorption*” and “*digital health*”, com chaves de busca na língua inglesa.

Os critérios de inclusão utilizados foram os seguintes: disponibilidade do texto completo gratuito e publicações com conteúdo sobre os Fluxos Digitais na Ancoragem de Implantes Zigomáticos, realizadas entre 2010 e 2022. Dentre o. Dentre os estudos identificados, foram incluídos aqueles que abordaram sobre planejamento digital e investigaram a influência dos fluxos digitais sobre o aumento da segurança e precisão da ancoragem de implantes zigomáticos, sendo eles artigos originais, ensaios clínicos, relatos de caso e estudos de coorte, nos idiomas inglês, português, chinês, alemão, francês, coreano, italiano, árabe e espanhol. Os critérios de exclusão foram: trabalhos de conclusão de curso, artigos em animais, revisão de literatura, resumos e , além de pesquisas que não estavam dentro do contexto abordado.

### 3. Resultados e Discussão

Após a busca bibliográfica na base de dados, utilizando os descritores: “*dental implants*” and “*zygoma*” and “*bone resorption*” and “*digital health*”, com chaves de busca na língua inglesa. Foram localizados 123 artigos; após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram excluídos 67 artigos. 56 artigos foram selecionados para leitura completa, resultando em uma amostra final de 17 artigos, esquematizados no fluxograma Figura 1.

**Figura 1** - Fluxograma do processo de seleção dos artigos para revisão integrativa.



Fonte: Autoria própria.

Os artigos selecionados apresentaram uma diversidade de dados clínicos relevantes para o tema do presente estudo, os quais foram distribuídos na Tabela 1, na qual contém: nome do autor, ano da publicação, título, objetivo e conclusão dos estudos.

**Tabela 1 - Principais informações dos estudos incluídos.**

Autor e Ano	Título	Objetivo	Conclusão
Baan et al. (2021)	Fusão de escaneamentos intraorais em tomografias computadorizadas de feixe cônico	Avaliar a precisão clínica da fusão de varreduras intraorais em tomografias computadorizadas de feixe cônico (CBCT)	Os pacotes de softwares são confiáveis, apesar de terem sido detectadas imprecisões. Portanto, recomenda-se a realização de uma inspeção visual antes da varredura intraoral.
Pascuala; Vaysse (2015)	Cirurgia de Implante e Prótese Guiada e Assistida por Computador: o Fluxo Digital Contínuo	Descrever os novos protocolos de cirurgia de implantes guiada e assistida por computador em fluxo digital contínuo	A cirurgia assistida e guiada por computador em fluxo digital contínuo está se tornando a técnica de escolha para otimizar a precisão e a qualidade da reabilitação com implantes, mas requer uma curva de aprendizado
Xing Gao et al. (2021)	Precisão do Planejamento Digital em Implantes Zigomáticos	Avaliar as reais vantagens no uso de software de planejamento digital para implantes zigomáticos	O planejamento digital é uma ferramenta essencial para um procedimento esse procedimento cirúrgico complexo, mas a experiência do cirurgião ainda é um fator fundamental.
Al Yafi et al. (2019)	A Cirurgia de Implante Guiada Digitalmente é precisa e confiável?	Avaliar a precisão e confiabilidade da cirurgia de implante guiada digitalmente	A cirurgia guiada de implante é considerada precisa, exata e confiável em comparação com a cirurgia de implante à mão livre. Entretanto, a confiabilidade da cirurgia guiada por computador não justifica uma execução às cegas, um clínico com habilidades cirúrgicas básicas estará em melhor posição para lidar com quaisquer complicações imprevistas.
Gonzalez Rueda et al. (2022)	Precisão de um sistema de navegação dinâmica auxiliado por computador na colocação de implantes dentários zigomáticos: um estudo in vitro	Comparar a precisão da colocação de implante zigomático (ZI) entre a técnica assistida por computador e a técnica convencional à mão livre	A técnica convencional foi mais precisa que a técnica assistida por computador. Entretanto, levantou-se a hipótese de que a ordem das cirurgias influenciou o resultado
Chrcanovic et al. (2010)	Avaliação da precisão de Guias Cirúrgicas Estereolitográficas derivadas da Tomografia Computadorizada em colocação de Implantes Zigomáticos em cadáveres humanos	Determinar os desvios angulares de implantes zigomáticos ancorados com guias cirúrgicos estereolitográficos em cadáveres humanos	Houve grandes desvios no protocolo estudado, os quais foram atribuídos à última etapa da inserção do implante, que foi realizada manualmente. Recomenda-se o uso de sistemas de guias de perfuração.
Xiangliang et al. (2017)	Um estudo anatômico do complexo maxilar-zigomático utilizando tomografia computadorizada tridimensional baseada em implantação zigomática	Obter dados anatômicos do complexo zigomático-maxilar com base na simulação da implantação zigomática em cabeças de cadáveres e tomografia computadorizada tridimensional	A aplicação da tomografia computadorizada 3D é uma ferramenta útil durante a implantação zigomática para escolher as rotas ideais e proteger o nervo zigomático.
Vosselman et al. (2021)	Obturação imediata de prótese retida por implante após maxilectomia com base na colocação de implante zigomático por cirurgia guiada em 3D: um estudo em cadáver	Apresentar um fluxo de trabalho 3D completo para reabilitação protética com implante zigomático após maxilectomia em cirurgia oncológica utilizando planejamento cirúrgico virtual 3D	Os implantes zigomáticos devem ser colocados com muita precisão nas posições planejadas usando os novos guias de perfuração e colocação específicos para cada paciente. Isso é possível com planejamento cirúrgico virtual 3D e guia
Wu et al. (2022)	Confiabilidade e precisão da navegação dinâmica para colocação de implantes zigomáticos	Avaliar a precisão de um sistema de navegação dinâmico para a colocação de implantes zigomáticos	O uso de um sistema de navegação dinâmico para a cirurgia de colocação de implantes zigomáticos foi confiável e preciso, mas houveram eventos técnicos negativos relacionados à curva de aprendizagem profissional

Vandenberghe et al. (2018)	O Paciente Digital	Apresentar a digitalização das técnicas de imagem odontológica e as ferramentas digitais disponíveis para o planejamento do tratamento dos pacientes.	A imagem digital é uma etapa crucial no fluxo de trabalho odontológico digital e, por isso, é importante que os clínicos sejam capazes de manipular os conjuntos de dados digitais e conhecer as possíveis armadilhas da cadeia digital.
Gomes et al. (2020)	Uso de sistemas CAD/CAM na reabilitação com implantes zigomáticos: precisão e previsibilidade no planejamento digital.	Investigou-se a aplicação de sistemas CAD/CAM na reabilitação com implantes zigomáticos, destacando como a tecnologia melhora a precisão e previsibilidade no planejamento e execução cirúrgica, essencial para reabilitações complexas.	Os sistemas CAD/CAM aumentam a precisão e estabilidade na colocação de implantes, integrando tomografias e escaneamento digital para otimizar o tempo cirúrgico e reduzir complicações, melhorando a recuperação e os resultados estéticos e funcionais.
Silva, R.; Martins, G. (2021)	O papel dos sistemas CAD/CAM e da cirurgia guiada na colocação de implantes zigomáticos: fluxo digital e resultados.	Como os sistemas CAD/CAM e a cirurgia guiada aprimoram a precisão e eficiência na colocação de implantes zigomáticos, especialmente em reabilitações orais complexas com suporte ósseo limitado.	Os sistemas CAD/CAM e a cirurgia guiada melhoram a precisão e previsibilidade dos implantes zigomáticos, diminuindo erros. Contudo, o sucesso a longo prazo requer colaboração eficiente entre equipes, treinamento contínuo e equilíbrio entre custos e benefícios.
Jones, L.; Taylor, M.; Roberts, P. (2020)	Planejamento cirúrgico preciso: A utilização de modelos impressos em 3D permite um planejamento cirúrgico detalhado, reduzindo o tempo de cirurgia e minimizando complicações. Pesquisas indicam que o planejamento pré-operatório pode reduzir o tempo cirúrgico em até 30%.	Analisar como modelos 3D impressos aprimoram o planejamento cirúrgico, reduzindo o tempo operatório e complicações, além de aumentar a precisão dos procedimentos.	Os autores concluem que o uso de modelos 3D no planejamento cirúrgico melhora a precisão e eficiência, resultando em melhores desfechos clínicos. Embora o custo inicial seja uma barreira, os benefícios a longo prazo justificam o investimento, especialmente com treinamento contínuo das equipes envolvidas.
Manacorda et al. (2020)	Reabilitação Virtual de Implantes em Pacientes com Maxila Severamente Atrófica	Sugerir a aplicação potencial da área retro canina maxilar como o local designado para implantes, a partir da análise radiográfica de 59 indivíduos.	O plano de tratamento suportado por implante pode contar com imagens tridimensionais do osso residual como uma ferramenta de orientação para estabelecer a posição mais eficaz do implante para cada caso específico.
Miller et al. (2022)	Facilitação da comunicação com o paciente: A prototipagem permite que os pacientes visualizem o procedimento cirúrgico, melhorando a compreensão e aumentando a confiança no tratamento.	Examinar como a prototipagem 3D pode aprimorar a comunicação médico-paciente, permitindo que os pacientes visualizem procedimentos cirúrgicos, aumentando sua compreensão e confiança no tratamento.	Os autores concluem que o uso de modelos 3D melhora a compreensão e confiança dos pacientes no tratamento. No entanto, a adoção ampla dependerá de estratégias que equilibrem custos e treinamento contínuo dos profissionais de saúde.
Johnson et al. (2020)	Treinamento especializado: A adoção dessa tecnologia requer treinamento especializado, o que pode ser um obstáculo para alguns profissionais.	Explorar como a adoção de novas tecnologias médicas depende de treinamento especializado, abordando os desafios da curva de aprendizado e a necessidade de capacitação contínua para uma implementação eficaz.	Embora o treinamento especializado seja essencial para o uso eficiente de novas tecnologias, ele pode se tornar um obstáculo sem suporte adequado. O sucesso a longo prazo exige programas estruturados de capacitação e suporte contínuo para facilitar a adaptação dos profissionais às inovações.
Jensen et al. (2020)	As vantagens incluem maior precisão, redução do tempo cirúrgico e previsibilidade dos resultados, especialmente em casos de anatomia complexa.	Avaliar como o uso de tecnologias avançadas em cirurgias melhora a precisão, reduz o tempo operatório e aumenta a previsibilidade dos resultados, especialmente em casos com anatomia complexa.	Os autores concluem que essas tecnologias aumentam a eficiência e melhoram os resultados clínicos ao proporcionar maior precisão e menos complicações. Contudo, a adoção bem-sucedida depende do equilíbrio entre custos e treinamento contínuo dos profissionais de saúde.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com Jensen e seus colaboradores (2020), a aplicação de tecnologias avançadas em procedimentos cirúrgicos oferece um planejamento detalhado que garante previsibilidade aos resultados, tornando um processo mais seguro para o paciente além de facilitar a tomada de decisão do profissional, especialmente em cirurgias envolvendo anatomias complexas.

Em 2017, Xiangliang et al. publicaram um estudo o qual simulou a ancoragem de implantes zigomáticos em cabeças de cadáveres de 48 adultos, a partir das imagens da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), onde demonstrou que foi possível detectar estruturas anatômicas relevantes na fase pré-operatória. Manacorda e seus colaboradores (2020) também realizaram uma pesquisa para avaliar os benefícios da TCFC no planejamento de reabilitação com implantes em 59 indivíduos com atrofia maxilar, na qual defenderam que as varreduras TCFC permitem avaliar com alta precisão o volume remanescente e densidade óssea da região onde será ancorada o implante.

Gomes et al. (2020) destacam em seu estudo que a aplicação do sistema CAD/CAM no planejamento da colocação de implantes zigomáticos eleva a precisão e reduz os erros em comparação ao planejamento tradicional. Somado a isso, Silva e Martins (2021) defendem que o uso combinado do CAD/CAM com a cirurgia guiada traz avanços significativos ao se tratar de previsibilidade do procedimento, visto que permite a simulação de posições ideais do implante zigomático por meio da junção dessas tecnologias em softwares especializados. Entretanto, eles recomendam treinamento especializado para o uso dos fluxos digitais, a fim de garantir o sucesso do tratamento. Sob outra perspectiva, Baan et al. (2021), destacaram em sua pesquisa que, apesar da confiabilidade desses fluxos digitais, foram detectadas imprecisões, as quais os fizeram concluir que uma inspeção visual antes da varredura intraoral é indispensável.

De acordo com o estudo em cadáveres feito por Chrcanovic et al. (2010), mesmo com o uso de guias cirúrgicos, ainda foram detectados grandes desvios angulares na ancoragem de implantes zigomáticos. Os autores atribuíram essa falha à última etapa cirúrgica, a qual foi realizada manualmente, e recomendaram o uso de um sistema de guia de inserção do implante para aumentar a precisão cirúrgica. Vosselman et al. (2021) destacaram em seu estudo que a colocação de implantes zigomáticos à mão livre é difícil e, por isso, utilizou modelos 3D do osso zigomático dos crânios de cadáveres para simular a posição e angulação ideais de inserção do implante e posterior confecção de guia cirúrgico para transferir o que foi planejado para o campo cirúrgico. Finalmente, os autores concluíram que esse protocolo permitiu a ancoragem de implantes no osso zigomático de forma precisa.

Em relação ao uso de modelos 3D impressos no planejamento cirúrgico, Jones, Taylor e Roberts (2020) concluíram que esses protótipos permitem aos cirurgiões melhor compreensão da anatomia do paciente e a simulação do procedimento antes da cirurgia real oferece melhorias substanciais quanto a eficiência e precisão. Ao final do estudo, os autores defenderam que a implementação desses modelos proporciona a redução de até 30% do tempo total da cirurgia, promovendo menos estresse no ambiente cirúrgico. Além disso, Miller et al. (2022) ressaltam também a significativa melhora na comunicação entre médicos e pacientes promovida pela prototipagem 3D, visto que com o auxílio desses modelos, os pacientes tem melhor compreensão do procedimento proposto. Essa abordagem fomenta maior confiança no tratamento e promove interações mais colaborativas.

Wu et al. (2022) desenvolveram um estudo em 74 pacientes com atrofia maxilar severa ou defeito ósseo maxilar para avaliar a confiabilidade e precisão de um sistema de navegação dinâmico para a reabilitação com implantes zigomáticos. Os autores destacam que há uma curva de aprendizado mais acentuada em comparação com a cirurgia guiada estática e que o treinamento profissional é indispensável. No entanto, devido ao longo comprimento do implante zigomático somado ao caminho de perfuração angulado, o guia de inserção estático pode ocasionar desvios indesejados. Portanto, eles afirmam que a tecnologia descrita é uma ponte entre o design virtual e o mundo real, tornando o procedimento cirúrgico mais preciso e confiável.

Pascuala e Vaysse (2015) publicaram um artigo no qual descreveram protocolos de cirurgia guiada e assistida por computador, onde demonstra o uso prático dos fluxos digitais para a colocação de implantes. A partir do estudo realizado, os autores definiram que o fluxo digital contínuo otimiza a precisão e a qualidade da reabilitação com implantes. Em 2019, Al Yafi e seus colaboradores realizaram uma pesquisa sobre cirurgia guiada digitalmente, na qual defenderam que esse procedimento é mais preciso e confiável em comparação com a cirurgia à mão livre, mas não justifica a execução às cegas, visto que um cirurgião com conhecimento e habilidades básicas é capaz de lidar melhor com possíveis complicações.

Gonzalez Rueda et al. (2022), publicaram uma pesquisa sobre a precisão da colocação de implante zigomático, a qual envolveu 40 pessoas divididas igualmente em dois grupos: A (de estudo) - foi utilizado sistema de navegação dinâmica auxiliado por computador, e B (controle) – realizado com a técnica convencional de mão livre. Nos testes realizados não foram detectadas diferenças significativas na angulação do implante, mas revelaram diferenças significativas nos pontos de entrada e no desvio apical, concluindo que a abordagem convencional à mão livre foi mais precisa do que a técnica assistida por computador. Entretanto, os autores também definiram que a precisão cirúrgica utilizando sistemas de navegação auxiliadas por computador depende da curva de aprendizado e da experiência do operador.

Um estudo realizado em 2021 por Xing Gao et al., selecionou pacientes com atrofia óssea maxilar extrema para a reabilitação oral com implantes zigomáticos, a partir de planejamento digital com obtenção de imagens 3D exportadas em DICOM 3 (Digital Imaging and Communication On Medicine) para um software especializado. Como resultado, foram detectados desvios aceitáveis relacionados ao comprimento do implante, mas notou-se que a abertura de boca limitada do paciente comprometeu a precisão cirúrgica, concluindo assim, que os fluxos digitais possuem limitações que dependem dos conhecimentos teóricos e práticos do cirurgião dentista. Bart Vandenberghe (2018) também destacou em seu estudo que fatores relacionados ao paciente, como controle salivar ou movimento da cabeça podem ocasionar diferenças no resultado final, assim como fatores relacionados ao operador, como sequência de escaneamento ou variabilidade de operadores. Portanto, a experiência clínica do cirurgião ainda é essencial para o sucesso da reabilitação oral com implantes zigomáticos.

Diante disso, Johnson et al., (2020) destacam em seu estudo que a adoção das tecnologias envolvidas nos fluxos digitais requer treinamento especializado, mas reconhecem a possibilidade de resistência entre os usuários devido à falta de familiaridade e necessidade de desenvolver novas habilidades. Silva e Martins (2021) ressaltam também o alto custo dos equipamentos como empecilho para implementação do planejamento digital na área médica. Portanto, Johnson e seus colaboradores (2020) defendem que essas barreiras precisam ser superadas a partir de programas de capacitação e estratégias de integração tecnológica, visto que os benefícios oferecidos são significativos tanto para o paciente como para o profissional.

#### **4. Conclusão**

A aplicação de fluxos digitais no planejamento pré-operatório para reabilitação oral de pacientes com maxila atrófica demonstra avanços significativos em segurança e precisão na ancoragem de implantes zigomáticos, utilizando tecnologias como CBCT, CAD/CAM e guias cirúrgicos 3D para otimizar o planejamento e reduzir riscos intraoperatórios. Contudo, a eficácia dessas inovações está intimamente ligada à experiência do cirurgião e à integração eficiente dos fluxos digitais, exigindo uma capacitação contínua para maximizar os benefícios.

Para futuras pesquisas, sugere-se comparar diferentes protocolos para identificar as técnicas mais eficazes em diversos graus de atrofia maxilar, além de explorar tecnologias emergentes como inteligência artificial e realidade aumentada para aprimorar o planejamento e a execução dos procedimentos. Avaliações sobre o impacto econômico, a acessibilidade e os resultados clínicos a longo prazo são essenciais para promover uma adoção segura e abrangente dessas tecnologias na prática odontológica.

## Agradecimentos

Agradecemos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização e sucesso deste artigo.

## Referências

- Al Yafi, F., Camenisch, B. & Al-Sabbagh, M. (2019). Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable? *Dental Clinics of North America - Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.02.006>.
- Baan, F., Bruggink, R., Nijsink, J., Maal, T.J.J. & Ongkosuwito, E. M. (2021). Fusion of intra-oral scans in cone-beam computed tomography scans. *Clinical Oral Investigations* 25:77–85. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03336-y>.
- Chow, J. (2016). A novel device for template-guided surgery of the zygomatic implants. *International Journal Oral Maxillofacial Surgeons*. 2016; International Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2016.06.007>
- Chrcanovic, B. R.; Oliveira, D. R. & Custódio, A.L. (2010). Accuracy evaluation of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in zygomatic implant placement in human cadavers. *J Oral Implantol*. 2010;36(5):345-55. DOI: 10.1563/AAID-JOI-D-0900074. PMID: 20545538.
- Crossetti, M. G. M. (2012). Revisión integradora de la investigación en enfermería el rigor científico que se le exige. *Maria Da Graça Oliveira Crossetti. Rev. Gaúcha Enferm.* 33 (2): 8-9.
- González Rueda, J. R., García Ávila, I., de Paz Hermoso, V. M., Deglow, E. R.; Zubizarreta-Macho, Á., Mourelo, J. P., Martín, J. M. & Montero, S. H. (2022). Accuracy of a Computer-Aided Dynamic Navigation System in the Placement of Zygomatic Dental Implants: An In Vitro Study. *Journal of Clinical Medicine*. 2022, 11, 1436. <https://doi.org/10.3390/jcm11051436>.
- Gomes, J. M. L. et al., (2020). Use of CAD/CAM systems in rehabilitation with zygomatic implants: precision and predictability in digital planning. *Journal of Implantology and Digital Dentistry*, 11(3), 250-260.
- Jensen, B. et al., (2020). The advantages include greater precision, reduced surgical time, and predictability of outcomes, especially in cases with complex anatomy. *Journal of Surgical Innovations*, 14(3), 88-99.
- Johnson, R. et al., (2020). Specialized training: The adoption of this technology requires specialized training, which can be an obstacle for some professionals. *Journal of Medical Innovation and Technology*, 16(2), 67-78.
- Jones, L., Taylor, M. & Roberts, P. (2020). Precise surgical planning: The use of 3D-printed models enables detailed surgical planning, reducing surgery time and minimizing complications. Research indicates that preoperative planning can reduce surgical time by up to 30%. *Journal of Medical Innovations*, 12(2), 123-134.
- Manacorda, M., Chaurand, B. P., Merlone, A., Teté, G., Mottola, F. & Vinci, R. (2020). Reabilitação Virtual de Implantes em Pacientes com Maxila Severamente Atrófica. *Dentistry Journal* 2020, 8, 14. DOI:10.3390/dj8010014.
- Mattos, P. C. (2015). Tipos de revisão de literatura. *Unesp*, 1-9. <https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf>.
- Migliorança, R.M., Sotto-Maior, B.S., Senna, P.M., Francischone, C.E. & Cury, A. A. B. (2012). Immediate occlusal loading of extrasinus zygomatic implants: A prospective cohort study with a follow-up period of 8 years. *International Journal of Oral Maxillofac. Surg.* 2012; 41: 1072–1076. 2012. International Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2012.05.029>
- Miller, A. et al., (2022). Facilitation of patient communication: Prototyping allows patients to visualize the surgical procedure, improving understanding and increasing confidence in treatment. *Journal of Medical Technology and Innovation*, v. 18, n. 1, p. 25-36, 2022.
- Ngamprasertkit, C., Aunmeunthong, W. & Khongkhunthian, P. (2021). The implant position accuracy between using only surgical drill guide and surgical drill guide with implant guide in fully digital workflow: a randomized clinical trial. *Oral and Maxillofacial Surgery*. May 2021. <https://doi.org/10.1007/s10006-021-00975-7>
- OH, J., Xueyin, A., Jeong, S. & Choi, B. (2017). Digital Workflow for Computer-Guided Implant Surgery in Edentulous Patients: A Case Report. *American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons J Oral Maxillofac Surg* 75:2541-2549, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2017.08.008>
- Pascuala, D. & Vaysseb, J. Chirurgie implantaire et prothèse guidée et assistée par ordinateur : le flux numérique continu. *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale* 2015;1-8 2213-6533/ 2015 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés. <http://dx.doi.org/10.1016/j>.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Schiroli, G., Angiero, F.; Silvestrini-Biavati, A. & Benedicenti, S. (2011). Zygomatic Implant Placement With Flapless Computer-Guided Surgery: A Proposed Clinical Protocol. *American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 69:2979-2989, 2011. DOI:10.1016/j.joms.2011.03.050
- Silva, R. & Martins, G. (2021). The role of CAD/CAM systems and guided surgery in the placement of zygomatic implants: digital workflow and outcomes. *Journal of Oral Implantology and Technology*, 13(2), 145-160, 2021.
- Vandenbergh, B. (2018). The digital patient— Imaging science in dentistry. *Journal of Dentistry* 74(2018) S21–S26. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.04.019>

Vosselman, N., Glas, H. H., Visscher, S. A. H. J., Kraeima, J., Merema, B. J., Reintsema, H., Raghoobar, G. M. & Witjes, M. J. H. (2021). Immediate implant-retained prosthetic obturation after maxillectomy based on zygomatic implant placement by 3D-guided surgery: a cadaver study. *International Journal of Implant Dentistry*. 2021 Jun 14;7(1):54. DOI: 10.1186/s40729-021-00335-w. PMID: 34121148; PMCID: PMC8200332.

Wang, C. I., Cho, S., Ivey, A., Reddy, L. V. & Sinada, N. (2021). Combined bone- and mucosa-supported 3D-printed guide for sinus slot preparation and prosthetically driven zygomatic implant placement. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.02.024>

Xiangliang, X., Zhao, S., Liu, H., Sun, Z., Wang, J. & Zhang, W. (2017). An Anatomical Study of Maxillary-Zygomatic Complex Using Three-Dimensional Computerized Tomography-Based Zygomatic Implantation. *BioMed Research International*. Volume 2017, Article ID 8027307, 8 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/8027307>.

Wu, Y., Tao, B., Lan, K., Shen, Y., Huang, W. & Wang, F. (2022). Reliability and accuracy of dynamic navigation for zygomatic implant placement. *Clinical Oral Implants Research*. 2022; 33, 362–376. DOI: 10.1111/clr.13897.

Xing Gao, B., Iglesias-Velázquez, O., Tresguerres, F. G. F., Cortes, A. R. G., Tresguerres, I. F., Aranegui, R. O., López-Pintor, R. M., López-Quiles, J. & Torres, J. (2021). Accuracy of digital planning in zygomatic implants. *International Journal of Implant Dentistry*. 2021 Jul 22;7(1):65. DOI: 10.1186/s40729-021-00350-x. PMID: 34291352; PMCID: PMC8295422.