

ANÁLISE DOS AVANÇOS TECNOLÓGICOS DO IMPLANTE ZIGOMÁTICO NAS REABILITAÇÕES EM MAXILA ATRÓFICA- REVISÃO DA LITERATURA

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL ADVANCES IN ZYGOMATIC IMPLANTS FOR THE REHABILITATION OF ATROPHIC MAXILLA - A LITERATURE REVIEW

Samuel Coutinho Lima de Oliveira¹

João Victor Ferreira Viana²

Marcelya Chrystian Moura Rocha³

Elesbão Ferreira Viana Júnior⁴

Caio Cesar Silva França⁵

Matheus Araújo Brito Santos Lopes⁶

RESUMO: **Introdução:** As técnicas de enxertia óssea são tradicionais para implantes porém elas elevam a morbidade e o tempo de tratamento. Nesse cenário, os implantes zigomáticos surgem como uma solução robusta, aproveitando a densidade do osso zigomático para ancoragem e estabilidade primária. A evolução das técnicas, da abordagem intra-sinusal para a extra-maxilar, aliada à transição para a odontologia digital, transformou a previsibilidade dessa modalidade cirúrgica, permitindo protocolos de carga imediata mesmo em condições ósseas críticas. **Objetivo:** É revisar e analisar os avanços tecnológicos e técnicos na evolução dos implantes zigomáticos, identificando inovações em materiais, desenhos de implantes e fluxos digitais. Busca-se avaliar como essas melhorias impactam a eficácia, a longevidade e a segurança dos tratamentos em pacientes com atrofia maxilar severa, além de comparar seus benefícios em relação a alternativas reabilitadoras. **Metodologia** Caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, orientada pela estratégia PICO. A coleta de dados foi realizada nas bases PubMed e BVS (LILACS e MEDLINE) entre agosto e setembro de 2024, utilizando descritores como "implante zigomático", "atrofia maxilar" e "planejamento digital". Foram incluídos artigos experimentais e revisões em português e inglês publicados entre 2020 e 2026, submetidos a uma análise qualitativa para sintetizar as evidências sobre o sucesso clínico e as inovações tecnológicas. **Resultados:** Evidenciam que os implantes zigomáticos apresentam altas taxas de sobrevivência (entre 95% e 98%), superando as limitações dos enxertos ósseos em termos de tempo e conforto. A implementação do fluxo digital completo, incluindo tomografia de feixe cônico, escaneamento intraoral e guias cirúrgicos personalizados, reduziu drasticamente os erros de posicionamento e os riscos de danos a estruturas nobres, como a órbita e o nervo infraorbital. **Discussão:** O debate acadêmico ressalta que a técnica extra-maxilar otimiza a emergência protética e reduz complicações sinusais. Apesar do alto custo e da curva de aprendizado acentuada, a cirurgia guiada e a navegação digital democratizaram a segurança do procedimento, promovendo uma melhora significativa na qualidade de vida e na autoestima dos pacientes reabilitados. **Conclusão:** Os implantes zigomáticos evoluíram de uma solução de nicho para uma alternativa altamente previsível. O refinamento das superfícies dos implantes e a precisão do planejamento virtual garantem resultados estéticos e funcionais

¹ UNINOVAFAPI - AFYA.

² UNINOVAFAPI - AFYA.

³ Mestre.

⁴ Mestre.

⁵ Mestre.

⁶ Doutor.

superiores. Conclui-se que a integração tecnológica é indispensável para a odontologia contemporânea, permitindo reabilitações de alta performance que devolvem a função mastigatória e a harmonia facial de forma rápida e segura.

Palavras chave: Implante zigomático. Atrofia maxilar. Reabilitação oral. Odontologia digital. Cirurgia guiada por computador.

ABSTRACT: Introduction: Despite bone grafting techniques are traditional, they increase morbidity and treatment time. In this scenario, zygomatic implants emerge as a robust solution, leveraging the density of the zygomatic bone for anchorage and primary stability. The evolution of techniques, from the intra-sinus to the extra-maxillary approach, combined with the transition to digital dentistry, has transformed the predictability of this surgical modality, allowing for immediate loading protocols even in critical bone conditions. **Objective:** To review and analyze the technological and technical advances in the evolution of zygomatic implants, identifying innovations in materials, implant designs, and digital workflows. It seeks to evaluate how these improvements impact the efficacy, longevity, and safety of treatments in patients with severe maxillary atrophy, in addition to comparing their benefits against other rehabilitative alternatives. **Methodology:** This is characterized as an integrative literature review, guided by the PICO strategy. Data collection was performed in the PubMed and VHL (LILACS and MEDLINE) databases between August and September 2024, using descriptors such as "zygomatic implant", "maxillary atrophy", and "digital planning". Experimental articles and reviews in Portuguese and English published between 2020 and 2026 were included and subjected to a qualitative analysis to synthesize evidence on clinical success and technological innovations. **Results:** The evidence shows that zygomatic implants have high survival rates (between 95% and 98%), overcoming the limitations of bone grafts in terms of time and comfort. The implementation of a full digital workflow, including cone-beam computed tomography, intraoral scanning, and personalized surgical guides, has drastically reduced positioning errors and the risk of damage to vital structures, such as the orbit and the infraorbital nerve. **Discussion:** The academic debate emphasizes that the extra-maxillary technique optimizes prosthetic emergence and reduces sinus complications. Despite the high cost and steep learning curve, guided surgery and digital navigation have democratized the safety of the procedure, promoting a significant improvement in the quality of life and self-esteem of rehabilitated patients. **Conclusion:** Zygomatic implants have evolved from a niche solution to a highly predictable alternative. The refinement of implant surfaces and the precision of virtual planning ensure superior aesthetic and functional results. It is concluded that technological integration is indispensable for contemporary dentistry, allowing high-performance rehabilitations that restore masticatory function and facial harmony quickly and safely.

Keywords: Zygomatic implants. Maxillary atrophy. Mouth rehabilitation. Digital dentistry. Computer-aided surgery.

INTRODUÇÃO

O edentulismo permanece como um desafio crítico de saúde pública global, impactando a qualidade de vida de milhões de indivíduos. O processo de perda dentária desencadeia uma cascata biomecânica complexa que culmina na reabsorção óssea progressiva e na atrofia irreversível da maxila. Clinicamente, esse cenário se traduz em cristas alveolares severamente reabsorvidas, frequentemente acompanhadas pela pneumatização do seio maxilar e

adelgamento do osso remanescente, o que limita severamente a instalação de implantes convencionais (De Souza et al., 2023).

Diante de maxilas atroficas, a implantodontia tradicional frequentemente recorre a procedimentos de enxertia óssea, como o levantamento do assoalho do seio maxilar ou blocos autógenos. Contudo, tais técnicas elevam a morbidade, o custo e o tempo de tratamento. Como alternativa menos invasiva e mais ágil, surgem os protocolos de carga imediata sem enxerto, que visam a restauração funcional e estética em menor tempo (Fritsch et al., 2023).

Neste contexto, o implante zigomático destaca-se como uma solução robusta para a reabilitação de maxilas severamente atroficas ou com defeitos decorrentes de ressecções tumorais e traumas (NIAKAN et al., 2024). Ancorado no corpo do osso zigomático que é uma estrutura anatômica densa que preserva o contorno facial e a proteção orbital (Sahovaler et al., 2021). Este método permite a estabilidade primária necessária para protocolos de carga imediata, mesmo na ausência de osso alveolar. Originalmente desenvolvida por Brånemark, a técnica evoluiu da abordagem intra-sinusal para variações extra-maxilares, que otimizam o perfil de emergência protética e minimizam complicações sinusais (Al-nawas et al., 2023; Hoyos et al., 2022).

A transição da técnica analógica para a Odontologia Digital representa o avanço tecnológico mais significativo nesta área. Atualmente, o uso de escaneamento intraoral e planejamento virtual substitui com maior precisão as moldagens convencionais (Albanchez-Gonzalez et al., 2022). A integração de tomografias computadorizadas e softwares de segmentação multiorgânica permite uma compreensão sem precedentes do contexto anatômico do paciente (Lewis et al., 2023). Mais recentemente, a precisão na instalação desses implantes foi potencializada pelo uso de guias customizados prototipados e, em fronteiras mais avançadas, pela cirurgia robótica autônoma, garantindo segurança em relação a estruturas vitais como o nervo infraorbital (Gallo et al., 2023; Li et al., 2023).

Estudos longitudinais recentes confirmam a previsibilidade desta técnica, relatando altas taxas de sobrevivência que competem com os implantes convencionais em acompanhamentos superiores a cinco anos (Moraschini et al., 2023; Mancini et al., 2025). Apesar da alta sensibilidade técnica, a adoção de fluxos totalmente guiados (in-house fully guided approach) tem democratizado a segurança do procedimento, reduzindo erros posicionais (Hernández-Alfaro et al., 2023).

Considerando a transformação digital na educação e prática odontológica (Khurshid,

2023), torna-se imperativo analisar como essas inovações impactam o sucesso clínico. Assim, o objetivo deste estudo é compreender e discutir as indicações, as complicações e a previsibilidade dos implantes zigomáticos, com foco nos avanços tecnológicos recentes que fundamentam a reabilitação da maxila atrófica.

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo geral revisar e analisar os avanços tecnológicos e técnicos na evolução dos implantes zigomáticos, evidenciando suas contribuições para a prática odontológica e para a reabilitação oral de pacientes com atrofia maxilar severa. De forma específica, busca-se identificar as principais inovações tecnológicas desde a introdução dessa modalidade terapêutica até os dias atuais, avaliando as melhorias nos materiais e nos desenhos dos implantes e seus impactos na eficácia e longevidade dos tratamentos. Além disso, pretende-se analisar as modificações nos procedimentos cirúrgicos e nas técnicas de instalação ao longo do tempo, comparando diferentes abordagens, bem como investigar os benefícios clínicos e funcionais dos implantes zigomáticos em relação a outras alternativas reabilitadoras, considerando também desafios e limitações atuais, como possíveis complicações, custos e acessibilidade às tecnologias mais recentes.

4

REFERENCIAL TEÓRICO

HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DOS IMPLANTES ZIGOMÁTICOS

Apesar do fato de que implantes endósseos padrão foram usados para o tratamento de edentulismo total e parcial devido à descoberta do fenômeno de osseointegração, restrições surgiram devido à falta de osso em certas situações clínicas, existem muitas técnicas atualmente, elas são confiáveis e cientificamente documentadas (Albanchez-Gonzalez et al., 2022). No entanto, elas consomem tempo, não são econômicas e na maioria precisa de cirurgia invasiva com uma possível morbidade (Silva et al., 2022). Além disso, o tempo de tratamento é prolongado e pode causar desconforto aos pacientes que não conseguem usar próteses removíveis durante o período de cicatrização, necessitando passar por mais de uma cirurgia (Al-Nawas et al., 2023).

Pensando nisso, na década de 1980, Per-Ingvar Brånemark desenvolveu implantes de zigoma para pacientes com reabsorção maxilar posterior avançada e atrofia pré-maxilar moderada. O método da fixação zigomática buscava um tipo de fixação que possibilitasse uma

ancoragem intraóssea competente, possibilitando a reabilitação com próteses completamente fixas (Venkatachalan *et al.*, 2024).

Inicialmente eram usados apenas em casos especiais onde os pacientes em questão, eram vítimas de abscessos ou procedimentos de remoção tumoral onde ocorria a eliminação de grande parte dos maxilares (De Souza *et al.*, 2023). Com o passar do tempo, os implantes zigomáticos começaram a ser usados nas reabilitações das maxilas atroficas, para diminuir a necessidade de enxertia óssea, proporcionando ao paciente um menor período de tratamento, a incidência de doenças no pós operatório e custos no tratamento, tendo benefícios semelhante aos implantes convencionais (Niakan *et al.*, 2024).

No princípio, a utilização desses implantes envolvia a fixação no osso zigomático, oferecendo uma alternativa à enxertia óssea (Fritsch *et al.*, 2023). Com o tempo, surgiram novas abordagens, como a técnica guiada pela anatomia zigomática, que melhorou a precisão cirúrgica e minimizou complicações. O desenvolvimento de tecnologias, como guias cirúrgicos e carga imediata fez com que acelerasse a aceitação desses implantes como solução para reabilitação oral complexa em pacientes com atrofia maxilar severa (Gallo *et al.*, 2023).

TRABALHO DIGITAL EM TERAPIA DE IMPLANTE ZIGOMÁTICO

Com a descoberta da osseointegração, a odontologia avançou significativamente, possibilitando que a reabilitação de maxilares edêntulos com próteses fixas se tornasse um resultado promissor (Shchepanskyi *et al.*, 2023). As inovações nos implantes odontológicos abrangem desde o uso de tecnologia digital até a reconstrução de tecidos moles e duros, próteses e questões estéticas (Salviano *et al.*, 2023). O implante zigomático, traz novos desafios e possibilidades protéticas. Embora seja uma técnica de difícil domínio, a tecnologia digital pode ampliar sua aplicação e beneficiar os pacientes (Gallo *et al.*, 2023).

A tecnologia digital está revolucionando a odontologia, entretanto, essa curva de aprendizado é acentuada, e requer do cirurgião dentista que seus conhecimentos sejam além dos métodos convencionais. O desenvolvimento de softwares pode ser exaustivo, e as empresas de produtos odontológicos geralmente restringem o uso de seus programas apenas aos seus próprios equipamentos (Hernández-Alfaro *et al.*, 2023).

Ademais, o rápido avanço da tecnologia digital encurta sua vida útil de utilização, impactando diretamente os custos operacionais das clínicas odontológicas. Embora a intenção da tecnologia digital seja aumentar a eficiência, a precisão e diminuir a invasão cirúrgica, nem

todos os seus aspectos oferecem as mesmas vantagens (Khurshid *et al.*, 2023).

Quando se fala em tecnologia odontológica, na implantodontia, a tomografia computadorizada de feixe cônico desempenha um papel essencial na digitalização geométrica, gerando representações digitais da anatomia que são relevantes para o tratamento odontológico, como cirurgias de implante (Hoyos *et al.*, 2022). A captação da imagem é realizada para isolar as estruturas anatômicas importantes, sendo que o osso é geralmente mais simples de segmentar do que as estruturas de tecido mole (Lewis *et al.*, 2023). Além disso, a tomografia serve como fundamento para o planejamento digital, facilitando o diagnóstico e a elaboração de estratégias de tratamento diversos tratamentos, não só no planejamento de implantes (Khurshid, 2023).

Na atualidade vem aparecendo cada vez mais alternativas de facilitar e melhorar o atendimento odontológico e o tratamento reabilitador, entre elas estão os scanners, guias cirúrgicos e tomografia computadorizada que vem aperfeiçoando cada vez mais o tratamento com implantes zigomáticos em maxila atrófica (Varghese *et al.*, 2023). Nesse sentido, os scanners intraorais e faciais fornecem imagens bem detalhadas que permite o planejamento digital, mais rápido e auxilia para identificar onde posicionar os implantes (Hernández-Alfaro *et al.*, 2023).

De suma, a tomografia computadorizada apresenta imagens tridimensionais com alta resolução sendo essencial para identificar e avaliar o volume e a qualidade do osso, bem como para identificar estruturas importantes, como seio maxilar, o que aumenta assim a segurança da cirurgia (Varghese *et al.*, 2023). Depois de obter essas informações é confeccionado o guia cirúrgico personalizado pro próprio paciente que auxiliam na inserção exata dos implantes aumentando a chance de bons resultados. Ao juntar essas inovações o tratamento reabilitador se torna mais seguro e eficiente, que o resultado é uma reabilitação funcional e estética confiável para os pacientes (Lewis *et al.*, 2023).

Vários softwares são desenvolvidos para auxiliar no planejamento da cirurgia de implante e na criação de guias cirúrgicos, que são utilizados para transferir o planejamento digital para a prática cirúrgica real (Li *et al.*, 2023). Além disso, as impressões digitais têm se tornado cada vez mais populares, especialmente para pacientes que apresentam reflexos de vômito ou dentes móveis devido a doenças periodontais. A impressão 3D também se mostra útil na criação de modelos dentários e na produção de guias cirúrgicos, contribuindo para a precisão e a eficácia dos tratamentos (Moraschini *et al.*, 2023).

Dessa maneira scanners intraorais e guias cirúrgicos digitais influencia diretamente no

planejamento de implantes zigomáticos, e essas tecnologias vem aprimorando cada vez mais a precisão e a segurança no procedimento realizado. O scanner intraoral permite com que seja capturado uma imagem tridimensional bem detalhada das estruturas bucais do paciente, o que acaba facilitando a criação de um modelo digital preciso para o planejamento cirúrgico, sem a necessidade de moldagens tradicionais com alginato ou gesso. Com essas imagens da boca do paciente, os guias cirúrgicos são personalizados seguindo a anatomia própria do paciente, são desenvolvidos para orientar o posicionamento exato do implante, reduzindo o risco de erros e danos a estruturas anatômicas próximas, como o seio maxilar. Esse planejamento digital minimiza as possíveis falhas na aplicação do implante, promovendo resultados mais previsíveis (Albanchez-González *et al.*, 2022).

Grande parte dos estudos que atualmente abordam a eficácia dos implantes zigomáticos apresentam altas taxas de sucesso entre 95 e 98% mesmo após longos períodos de acompanhamento (Pérez *et al.*, 2022). Este método tem eficácia significativa, sendo eficaz em pacientes com reabsorção óssea extensa. Somado a isso, representam uma opção viável para aqueles que buscam evitar as tentativas mais invasivas de outros tratamentos de enxerto ósseo (Niakan *et al.*, 2024).

Ainda, os implantes zigomáticos são realizados quando a maxila não tem o suficiente para receber implantes regulares. Em muitos casos, eles têm sido usados em conjunto com implantações regulares para adicionar suporte e estabilidade protéticos adicionais (Gallo *et al.*, 2023). Um dos poucos relatórios que continuam sendo desafios são apresentar perda óssea marginal. Assim, não apenas fornecem benefícios funcionais, mas também estéticos, permitindo que os pacientes desfrutem de mastigação, fala e uma melhor qualidade de vida (Rodrigues *et al.*, 2024).

VANTAGENS E DESVANTAGENS

Os implantes zigomáticos oferecem diversas vantagens em comparação com as técnicas tradicionais de enxerto ósseo. Um dos principais benefícios é a menor morbidade no pós-operatório, resultando em uma recuperação mais tranquila para os pacientes. Além disso, esses procedimentos podem ser realizados em consultórios odontológicos utilizando sedação consciente, o que aumenta o conforto do paciente (Moraschini *et al.*, 2023; Rodrigues *et al.*, 2024; Alnawas *et al.*, 2023; Venkatachalam *et al.*, 2024; Rodrigues *et al.*, 2024).

A reabilitação é facilitada por meio de próteses fixas, que permitem um restabelecimento

eficaz das funções de mastigação (Moraschini et al., 2023; Rodrigues et al., 2024; Alnawas et al., 2023; Venkatachalam et al., 2024; Salviano et al., 2023). Economicamente, o custo da fase laboratorial é comparável ao das fixações tradicionais, com a possibilidade de redução de custos em relação aos métodos de reconstrução da maxila atrófica com enxertos. Outro ponto positivo é a redução no tempo total do tratamento, permitindo que os pacientes sejam reabilitados sem a necessidade de enxertos ósseos (Moraschini et al., 2023; Rodrigues et al., 2024; Alnawas et al., 2023; Venkatachalam et al., 2024; Rebelo et al., 2025). Essas características tornam os implantes zigomáticos uma opção atraente e eficiente na reabilitação oral.

A utilização de implantes zigomáticos apresenta alguns desafios e limitações que podem impactar o sucesso e a aceitação do tratamento. Entre os principais pontos negativos está a possibilidade de ocorrerem fenestrações durante a instalação, o que pode prejudicar a saúde dos tecidos ao redor do implante (Mancini et al., 2025; Moraschini et al., 2023).

Em comparação com implantes convencionais, os resultados estéticos também podem ser comprometidos, e há uma exigência maior de treinamento especializado e de kits cirúrgicos específicos para a realização do procedimento. Outros problemas relatados incluem irritação gengival e dificuldades na manutenção da higiene oral, o que pode afetar o conforto e a durabilidade da reabilitação (Mancini et al., 2025).

Além disso, há limitações na reabilitação protética e riscos de sinusite maxilar após a cirurgia, além de possíveis problemas iniciais de fala, que podem exigir adaptações e acompanhamento contínuo do paciente (Mancini et al., 2025; Rodrigues et al., 2024).

QUALIDADE DE VIDA E SATISFAÇÃO DOS PACIENTES

Muitas vezes o paciente não deseja passar por procedimentos de enxertia óssea prévia por receio de uma possível perda do enxerto, além do tempo de espera para instalação dos implantes (Niakan *et al.*, 2024). Em suma, ele passar por duas ou mais cirurgias gera um maior estresse no paciente devido ao tempo. (Rodrigues et al., 2024).

De acordo com Fernandez Ruiz (2021) os implantes zigomáticos proporcionaram uma melhora significativa na percepção dos pacientes, comparados aos tratamentos tradicionais, no estudo mostrou que os pacientes relataram melhorar a saúde bucal (Fernández-Ruiz *et al.*, 2021). Entre os fatores que contribuíram para esses resultados positivos estão a menor incidência de complicações, como fraturas protéticas e acúmulo de alimentos sob as próteses, fatores que impactam diretamente o conforto e a funcionalidade das próteses fixas (Rodrigues et al., 2024).

Malevez (2020) relatou menor desconforto psicológico e físico, melhorando a autoimagem e as interações sociais dos pacientes (Malevez *et al.* 2020). Além disso, o estudo mostrou que a reabilitação com implantes zigomáticos melhora não apenas a capacidade mastigatória, mas também o bem-estar emocional dos pacientes, levando a uma maior autoestima e satisfação com os resultados (Polido *et al.*, 2023).

METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura integrativa, a qual é um método que se caracteriza pela inclusão das evidências na prática clínica com finalidade de reunir e sintetizar resultados de pesquisa sobre um determinado tema ou questão. Esse tipo de estudo tem como pretensão realizar uma análise sobre o conhecimento já construído em pesquisas anteriores sobre o assunto, de modo a possibilitar um panorama geral sobre a temática (Mendes *et al.*, 2008).

A coleta de dados ocorreu pela busca da melhor evidencia da literatura existente, que incluiu na pesquisa de artigos originais em periódicos e dentro das bases de dados confiáveis, com o objetivo de encontrar referência que condizem com o tema abordado mediante a formulação do problema (Bertolozzi, 2011). Como forma de orientar nossa pesquisa foi realizado uma pergunta norteadora: Quais são os principais avanços tecnológicos recentes nos implantes zigomáticos para maxilas atroficas? Como o implante zigomático contribui para a reabilitação de pacientes com maxila atrofica?

O levantamento de dados foi realizado em bancos de dados online entre os meses de agosto a setembro de 2026: PublicMedline (PubMed) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando-se as seguintes combinações de Descritores em Ciências da Saúde (DECS): *Implante zigomático; atrofia maxilar; técnicas cirúrgicas; reabilitação oral*. Os seguintes operadores foram aplicados: (“OR”, “AND” e “NOT”). A análise dos artigos incluídos na revisão sistemática integrativa foi determinadas conforme a metodologia PICO (Picos Strategy), que tem início com um cenário de caso, a partir do qual é construída uma pergunta central e relevante ao caso, e formulada de forma a viabilizar a busca de uma resposta (Santos *et al.*, 2007). Os dados utilizados no estudo foram demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados utilizados na revisão de literatura com aplicação do modelo PICO.

<i>Population</i>	Pacientes com maxila atrófica, o foco está em indivíduos que apresentam perda óssea significativa na maxila, dificultando ou impedindo o uso de implantes convencionais.
<i>Intervention</i>	Implante zigomático. Esse tipo de implante é uma intervenção específica para reabilitação em casos de maxila atrófica, fixado no osso zigomático para oferecer maior suporte e estabilidade.
<i>Comparison or comparison</i>	Técnicas alternativas de reabilitação para maxila atrófica.
<i>Outcome</i>	Melhora na estabilidade e funcionalidade protética, redução de complicações em comparação com outras técnicas, satisfação do paciente e qualidade de vida após a reabilitação.

Fonte: Autoria própria.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram artigos de pesquisa experimental e revisão de literatura, disponibilizados de forma integral e na língua portuguesa e inglesa, correspondente ao tema proposto. Foram excluídos resumos, anais de eventos, dissertações, monografias, teses e livros cujos temas não se apresentaram na íntegra ou que não estivessem de acordo com os objetivos propostos. A tabela 2 resume todos os critérios de inclusão e exclusão.

10

Tabela 2. Dados utilizados na revisão de literatura com aplicação do modelo PICO.

Critérios de exclusão	Critérios de inclusão
Resumos, anais de eventos, dissertações, monografias, teses e livros cujos temas não são relevantes.	Trabalhos experimentais, revisão de literatura e caso clínico.
Outras línguas	Texto em português ou inglês

Fonte: Autoria própria.

Após a coleta dos estudos, foi feita a identificação dos mesmos a partir de seus títulos e/ou resumos, registrando os artigos encontrados nas bases de dados de acordo com os descritores em saúde e a estratégia de busca. Para a elegibilidade dos artigos, os textos foram lidos na íntegra analisando os seguintes aspectos: ano de publicação, objeto de estudo, a natureza do estudo, resumo de cada estudo, contemplação do tema e objetivos da revisão. Os dados foram expressos em tabela e esquema, para melhor visualização e apresentação das informações coletadas. Por meio da organização de dados, foi possível comparar todos os estudos

selecionados, e identificar padrões e diferenças como parte da discussão geral e conclusão do estudo, a partir das fontes primárias.

A submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Uninovafapi não foi necessária por não se tratar de pesquisa que envolva seres-humanos ou se utilize de dados secundários de sistemas de informação, sendo integralmente composto por abordagem metodológica.

RESULTADOS

A tabela apresenta uma síntese de dezoito estudos científicos publicados entre 2021 e 2026 que abordam diferentes aspectos relacionados à implantodontia, com ênfase nos implantes zigomáticos, no planejamento digital e nas tecnologias aplicadas à reabilitação oral. Os artigos analisam temas como a precisão de técnicas digitais na implantodontia, indicações clínicas dos implantes zigomáticos, avaliação de diferentes abordagens cirúrgicas, resultados clínicos em longo prazo e complicações associadas a esses tratamentos.

Além disso, alguns estudos discutem o impacto das tecnologias digitais, da cirurgia guiada e até de sistemas robóticos na melhoria da precisão e previsibilidade dos procedimentos odontológicos. De modo geral, as pesquisas destacam a eficácia dos implantes zigomáticos como alternativa terapêutica para reabilitação de maxilas severamente atroficas, bem como a importância do planejamento digital e da inovação tecnológica para otimizar os resultados funcionais, estéticos e a segurança dos tratamentos implantológicos.

Tabela 3. Síntese dos estudos selecionados sobre implantes zigomáticos, planejamento digital e tecnologias aplicadas à reabilitação oral (2021–2026).

Autor (ano)	Título do artigo	Objetivo	Conclusão
Albánchez-González et al., 2022	Accuracy of digital dental implants impression taking with intraoral scanners compared with conventional impression techniques	Avaliar a precisão das moldagens digitais com scanners intraorais em comparação com técnicas convencionais para implantes dentários.	Os scanners intraorais demonstraram alta precisão, sendo uma alternativa confiável às técnicas convencionais em estudos in vitro.
Al-Nawas et al., 2023	ITI consensus report on zygomatic implants: indications, evaluation of surgical techniques	Estabelecer consenso sobre indicações, técnicas cirúrgicas e resultados a longo prazo dos implantes zigomáticos.	Implantes zigomáticos são uma opção eficaz para reabilitação de maxilas severamente atroficas quando indicados corretamente.

	and long-term treatment outcomes		
De Souza et al., 2023	Effect of dental implant therapy on the preservation of orofacial tissues	Avaliar o impacto da terapia com implantes na preservação dos tecidos orofaciais.	Implantes dentários contribuem para manutenção óssea e estabilidade funcional das estruturas orofaciais.
Fritsch et al., 2023	Implante zigomático nas reabilitações com protocolos de carga imediata em maxilas atroficas	Analisar o uso de implantes zigomáticos em protocolos de carga imediata em maxilas atroficas.	A técnica mostrou bons resultados funcionais e estéticos, reduzindo tempo de tratamento em pacientes com atrofia severa.
Gallo et al., 2023	Accuracy of Zygomatic Implant Placement Using a Full Digital Planning and Custom-Made Bone-Supported Guide	Avaliar a precisão da colocação de implantes zigomáticos utilizando planejamento digital completo e guia cirúrgico personalizado.	O planejamento digital com guias personalizados aumentou significativamente a precisão cirúrgica.
Hernández-Alfaro et al., 2023	Three-Dimensional Evaluation of the Accuracy of Zygomatic Implant Placement Through an In-House Fully Guided Approach	Avaliar tridimensionalmente a precisão da colocação de implantes zigomáticos com cirurgia totalmente guiada.	A cirurgia guiada demonstrou alta precisão e previsibilidade no posicionamento dos implantes.
Hoyos et al., 2022	Zygomatic implants in intra-sinus versus extra-maxillary approaches for prosthetic rehabilitation	Comparar abordagens intra-sinusal e extra-maxilar em implantes zigomáticos por meio de análise de elementos finitos.	Ambas as técnicas são viáveis, porém apresentam diferenças biomecânicas que podem influenciar a distribuição de tensões.
Khurshid, 2023	Digital dentistry: transformation of oral health and dental education with technology	Discutir o impacto das tecnologias digitais na odontologia clínica e na educação odontológica.	A odontologia digital melhora diagnóstico, planejamento e ensino, promovendo maior precisão e eficiência clínica.
Lewis et al., 2023	The role of anatomical context in soft-tissue multi-organ segmentation of cadaveric CT	Investigar o papel do contexto anatômico na segmentação automática de tecidos em tomografias computadorizadas.	O contexto anatômico melhora a precisão da segmentação de órgãos em imagens médicas.

Li et al., 2023	Autonomous robotic surgery for zygomatic implant placement	Avaliar a viabilidade do uso de cirurgia robótica autônoma para colocação de implantes zigomáticos.	A tecnologia robótica demonstrou potencial para aumentar precisão e segurança em procedimentos implantológicos.
Mancini et al., 2025	Zygomatic Implants in Severe Maxillary Atrophy: 5.5-Year Retrospective Analysis of 262 Cases	Avaliar resultados clínicos de implantes zigomáticos em pacientes com atrofia maxilar severa.	Os implantes apresentaram alta taxa de sucesso e estabilidade ao longo do acompanhamento clínico.
Moraschini et al., 2023	Survival and complications of zygomatic implants compared to conventional implants	Comparar taxa de sobrevivência e complicações de implantes zigomáticos e convencionais em estudos longitudinais.	Implantes zigomáticos apresentam altas taxas de sobrevivência, comparáveis aos implantes convencionais.
Niakan et al., 2024	Severe Maxillectomy Defect Rehabilitation with an Implant-Retained Obturator Prosthesis	Relatar a reabilitação de defeito maxilar severo utilizando prótese obturadora retida por implante.	A técnica restaurou função mastigatória, estética e qualidade de vida do paciente.
Polido et al., 2023	Indications for zygomatic implants: a systematic review	Identificar as principais indicações clínicas para implantes zigomáticos.	Implantes zigomáticos são indicados principalmente em casos de atrofia maxilar severa e falha de enxertos ósseos.
Rebelo et al., 2025	Effectiveness of zygomatic implants using the externalized technique	Avaliar a eficácia da técnica externalizada para implantes zigomáticos na reabilitação de maxilas atróficas.	A técnica apresentou bons resultados clínicos e elevada taxa de sucesso.
Rodrigues et al., 2024	Effectiveness of zygomatic-implant fixed rehabilitation for the atrophic edentulous maxilla	Descrever protocolo para revisão sistemática sobre reabilitação fixa com implantes zigomáticos.	O estudo propõe metodologia para avaliar comparativamente diferentes técnicas de reabilitação.
Sahovaler et al., 2021	Objective evaluation of orbito-zygomatic reconstruction with scapular tip free flaps	Avaliar reconstruções orbito-zygomáticas com retalhos livres da escápula.	A técnica restaurou adequadamente projeção facial e volume orbital.

Salviano et al., 2023	Digital Planning for Immediate Implants in Anterior Esthetic Area	Relatar resultados clínicos do planejamento digital para implantes imediatos na região estética anterior.	O planejamento digital possibilitou bons resultados estéticos e funcionais em longo prazo.
WANG et al., 2026	Clinical validation of an automated zygomatic implant planning system: An international multicenter study	Avaliar clinicamente a precisão e a aplicabilidade de um sistema automatizado de planejamento para implantes zigomáticos em diferentes centros internacionais.	O sistema automatizado demonstra alta precisão e confiabilidade no planejamento de implantes zigomáticos, contribuindo para maior previsibilidade e padronização dos procedimentos clínicos.

Fonte: Autoria própria.

DISCUSSÃO

As implicações clínicas da reabilitação com implantes zigomáticos sofreram uma mudança de paradigma com o advento da odontologia digital. Enquanto a técnica original apresentava desafios anatômicos severos e dependia exclusivamente da habilidade manual, as descobertas recentes apontam para uma previsibilidade superior quando associada a fluxos de trabalho tecnológicos (Khurshid, 2023). Uma das maiores evidências discutidas na literatura atual é a precisão dos fluxos totalmente guiados em comparação à técnica de mão livre, uma vez que o planejamento digital, utilizando guias customizados suportados por osso, reduz drasticamente o desvio apical e angular do implante (Gallo et al., 2023). Essa acurácia é vital, dado que o complexo zigomático é uma estrutura de suporte crítico para a projeção facial e proteção da órbita (Sahovaler et al., 2021).

Nesse cenário, a introdução da cirurgia robótica autônoma representa o ápice dessa evolução tecnológica, permitindo a instalação de dispositivos com precisão milimétrica e possibilitando a carga imediata de forma mais segura (Li et al., 2023). No entanto, a literatura ainda apresenta discrepâncias e debates, especialmente quanto à melhor abordagem cirúrgica entre as técnicas intra-sinusal e extra-maxilar. Enquanto alguns autores defendem que a técnica externalizada melhora a emergência protética e reduz complicações sinusais (Rebelo et al., 2025), análises de elementos finitos indicam que a distribuição de tensões pode variar significativamente entre as abordagens, sugerindo que a escolha deve ser personalizada conforme a anatomia residual (Hoyos et al., 2022).

Outro ponto de divergência reside na etapa de moldagem. Embora os scanners intraorais

representem o futuro da especialidade, em casos de reabilitações de arco total em maxilas atroficas, a fidelidade da captura digital direta ainda é comparada rigorosamente com as técnicas convencionais para garantir o ajuste passivo das próteses (Albanchez-Gonzalez et al., 2022). Apesar dessas discussões técnicas, as implicações de longo prazo são amplamente positivas. Estudos de acompanhamento superior a cinco anos revelam que os implantes zigomáticos possuem taxas de sobrevivência comparáveis aos implantes convencionais, consolidando-se como uma solução definitiva e segura (Moraschini et al., 2023).

Complementarmente, a análise retrospectiva de grandes amostras de casos reforça a previsibilidade do tratamento em condições de atrofia severa (Mancini et al., 2025). Além do sucesso mecânico, o impacto na preservação dos tecidos orofaciais é um fator determinante, pois a terapia com implantes auxilia na manutenção da arquitetura tecidual e evita o colapso facial progressivo (De Souza et al., 2023). Por fim, a integração dessas tecnologias digitais e protocolos de carga imediata não apenas otimiza o tempo cirúrgico, mas transforma significativamente a recuperação pós-operatória e a qualidade de vida do paciente (Fritsch et al., 2023).

Os trabalhos analisados destacaram que os implantes zigomáticos, inicialmente indicados para casos oncológicos e defeitos extensos de maxila, passaram por significativa expansão de suas indicações clínicas ao longo dos anos (Polido *et al.*, 2023). Observou-se que a melhoria nos desenhos dos implantes, nas superfícies tratadas e nos comprimentos disponíveis contribuiu para maior estabilidade primária, melhor osseointegração e aumento da previsibilidade clínica. Além disso, as modificações nas técnicas cirúrgicas, como a transição da abordagem intra-sinusal para a técnica extra-maxilar, foram amplamente discutidas como estratégias para redução de complicações e aprimoramento da adaptação protética (Hoyos *et al.*, 2022).

Entre os temas mais recorrentes, destacaram-se a comparação entre técnicas convencionais e abordagens guiadas digitalmente, a utilização de tomografia computadorizada de feixe cônico no planejamento tridimensional, bem como a aplicação de guias cirúrgicos personalizados e sistemas de navegação (Hernández-Alfaro *et al.*, 2023). Também foram frequentes as análises sobre carga imediata, estabilidade biomecânica e taxas de sobrevivência a longo prazo, evidenciando resultados clínicos favoráveis e elevados índices de sucesso mesmo em casos de atrofia maxilar severa (Moraschini *et al.*, 2023).

Além disso, observou-se crescimento significativo nas pesquisas voltadas ao fluxo

digital completo, incluindo escaneamento intraoral, planejamento virtual e impressão 3D de guias cirúrgicos (Khurshid *et al.*, 2023). A literatura reforça que essas tecnologias aumentam a precisão do posicionamento do implante, reduzem o tempo cirúrgico e minimizam riscos anatômicos, especialmente em regiões próximas ao seio maxilar e à órbita. Paralelamente, estudos discutem os desafios relacionados ao alto custo tecnológico, à necessidade de treinamento especializado e à curva de aprendizado associada às novas ferramentas digitais (Li *et al.*, 2023).

Outro ponto amplamente discutido refere-se às vantagens dos implantes zigomáticos em comparação às técnicas de enxertia óssea, principalmente no que diz respeito à redução do tempo total de tratamento, menor morbidade pós-operatória e possibilidade de reabilitação com prótese fixa em período mais curto (Rebelo *et al.*, 2025). Entretanto, a literatura também evidencia limitações, como risco de sinusite, dificuldades protéticas em alguns casos e necessidade de criteriosa seleção dos pacientes (Niakan *et al.*, 2024).

Por fim, os estudos apontam que, apesar dos avanços significativos nas abordagens cirúrgicas e tecnológicas, ainda persistem desafios relacionados à padronização dos protocolos clínicos, à comparação entre diferentes técnicas e à ampliação do acesso às tecnologias mais recentes (Rodrigues *et al.*, 2024). Assim, ressalta-se a importância de novas pesquisas clínicas longitudinais e estudos comparativos que consolidem evidências robustas sobre a eficácia, segurança e longevidade dos implantes zigomáticos, contribuindo para o fortalecimento dessa modalidade terapêutica na reabilitação oral de pacientes com atrofia maxilar severa (Mancini *et al.*, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos avanços tecnológicos e técnicos demonstra que os implantes zigomáticos evoluíram de uma solução de nicho para uma alternativa altamente previsível e eficaz na reabilitação de maxilas severamente atroficas. O estudo evidencia que as melhorias nos desenhos dos implantes e o refinamento das superfícies contribuíram diretamente para a longevidade dos tratamentos, superando as limitações das técnicas tradicionais de enxertia óssea. As modificações nas técnicas de instalação, especialmente a transição da abordagem intra-sinusal para a extra-maxilar, permitiram uma melhor integração protética e a redução de morbidades, consolidando o implante zigomático como uma modalidade terapêutica superior em termos de tempo de tratamento e restabelecimento funcional imediato.

A principal contribuição tecnológica para a prática odontológica atual reside na implementação do fluxo digital completo, que abrange desde o planejamento virtual baseado em tomografias até a execução por meio de guias cirúrgicos prototipados e sistemas de navegação. Essas inovações responderam aos desafios históricos de segurança e precisão, minimizando riscos anatômicos e permitindo resultados estéticos e funcionais mais satisfatórios para os pacientes. Embora existam limitações relacionadas ao custo e à necessidade de treinamento especializado, conclui-se que o impacto clínico desses avanços garante uma reabilitação oral de alta performance, devolvendo a qualidade de vida a indivíduos antes limitados pela escassez de estrutura óssea maxilar.

REFERÊNCIAS

AL-NAWAS, Bilal et al. ITI consensus report on zygomatic implants: indications, evaluation of surgical techniques and long-term treatment outcomes. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 9, n. 1, p. 28, 2023.

ALBANCHEZ-GONZALEZ, Maria Isabel et al. Accuracy of digital dental implants impression taking with intraoral scanners compared with conventional impression techniques: A systematic review of in vitro studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 4, p. 2026, 2022.

DE SOUZA, André B. et al. Effect of dental implant therapy on the preservation of orofacial tissues: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, v. 34, p. 240-256, 2023.

FRITSCH, Lais et al. Implante zigomático nas reabilitações com protocolos de carga imediata em maxilas atróficas. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v. 12, n. 1, 2023.

GALLO, Francesco et al. Accuracy of Zygomatic Implant Placement Using a Full Digital Planning and Custom-Made Bone-Supported Guide: A Retrospective Observational Cohort Study. *Dentistry Journal*, v. 11, n. 5, p. 123, 2023.

HERNÁNDEZ-ALFARO, Federico et al. Three-Dimensional Evaluation of the Accuracy of Zygomatic Implant Placement Through an In-House Fully Guided Approach. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 38, n. 4, 2023.

HOYOS, Juan Alberto Aristizabal et al. Zygomatic implants in intra-sinus versus extra-maxillary approaches for prosthetic rehabilitation in severely atrophic maxillae. Finite element analysis. *Journal of Oral Research*, v. 11, n. 4, p. 7, 2022.

KHURSHID, Zohaib. Digital dentistry: transformation of oral health and dental education with technology. *European Journal of Dentistry*, v. 17, n. 04, p. 943-944, 2023.

LEWIS, Steven; INGLIS, Stuart; DOYLE, Scott. The role of anatomical context in soft-tissue multi-organ segmentation of cadaveric non-contrast-enhanced whole body CT. *Medical Physics*, v. 50, n. 8, p. 5061-5074, 2023.

LI, Changjian et al. Autonomous robotic surgery for zygomatic implant placement and immediately loaded implant-supported full-arch prosthesis: a preliminary research. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 9, n. 1, p. 12, 2023.

MANCINI, Leonardo et al. Zygomatic Implants in Severe Maxillary Atrophy: 5.5-Year Retrospective Analysis of 262 Cases. *Journal of Oral Implantology*, v. 1, n. aop, 2025.

MORASCHINI, Vittorio et al. Survival and complications of zygomatic implants compared to conventional implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 5 years: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 25, n. 1, p. 177-189, 2023.

NIAKAN, Somayeh et al. Severe Maxillectomy Defect Rehabilitation with an Implant-Retained Obturator Prosthesis: A Case Report. *Frontiers in Dentistry*, v. 21, 2024.

POLIDO, Waldemar D. et al. Indications for zygomatic implants: a systematic review. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 9, n. 1, p. 17, 2023.

REBELO, Helder Lima et al. Effectiveness of zygomatic implants using the externalized technique in the rehabilitation of atrophic maxillae. A systematic review with meta-analysis. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 30, n. 6, p. e774, 2025.

RODRIGUES, Anisha et al. Effectiveness of zygomatic-implant fixed rehabilitation for the atrophic edentulous maxilla: protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Systematic Reviews*, v. 13, n. 1, p. 146, 2024.

SAHOVALER, Axel et al. Objective evaluation of orbito-zygomatic reconstruction with scapular tip free flaps to restore facial projection and orbital volume. *Oral Oncology*, v. 117, p. 105268, 2021.

SALVIANO, Saulo Henrique et al. Digital Planning for Immediate Implants in Anterior Esthetic Area: Immediate Result and Follow-Up after 3 Years of Clinical Outcome—Case Report. *Dentistry Journal*, v. 11, n. 1, p. 15, 2023.

WANG, Wenying et al. Clinical validation of an automated zygomatic implant planning system: An international multicenter study. *Journal of Dentistry*, p. 106532, 2026.