



O PAPEL DO PROTOCOLO ZAGA NA REDUÇÃO DE COMPLICAÇÕES SINUSAIS E NA OTIMIZAÇÃO DA ANCORAGEM ÓSSEA EM REABILITAÇÕES COM IMPLANTES ZIGOMÁTICOS

THE ROLE OF THE ZAGA PROTOCOL IN REDUCING SINUS COMPLICATIONS AND OPTIMIZING BONE ANCHORAGE IN ZYGOMATIC IMPLANT REHABILITATION

EL PAPEL DEL PROTOCOLO DE DEFENSA EN LA REDUCCIÓN DE LAS COMPLICACIONES SINUSALES Y LA OPTIMIZACIÓN DEL ANCLA ÓSEA EN LA REHABILITACIÓN CON IMPLANTES CIGOMÁTICOS

 <https://doi.org/10.56238/levv16n50-024>

Data de submissão: 04/06/2025

Data de publicação: 04/07/2025

Jennifer Vera Santos Gumert

Especialista em Periodontia

Centro Universitário UniDomBosco

Av. Presidente Wenceslau Braz, 1172 - Guaíra, Curitiba - PR, Brasil

E-mail: jennifergumert@yahoo.com

Marcelo Mesquita Martins Júnior

Especialista - Mestrando

Universidade Ceuma, São Luís - MA, Brasil

E-mail: marcelomartins602@gmail.com

Rafael Veloso Rebello

Cirurgião-Dentista, Especialista em Implantodontia

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais / Faculdade Faipe

Rua dos Girassóis, nº 86, Jardim Cuiabá, Cuiabá - MT, Brasil

E-mail: rafaelvelosorebello@gmail.com

Eder Júlio Rocha de Almeida

Doutorado em Ciências da Saúde

Faculdade de Medicina Uninassau

Rua Martim de Carvalho, 635, Santo Agostinho, Belo Horizonte - MG, Brasil

E-mail: dr.ederalmeida.odontologia@gmail.com

Beatriz Bernardo Passos

Especialista em Implantes e Prótese

Brasília - DF, Brasil

E-mail: biabn97@gmail.com

Simone Augusta de Resende

Doutoranda em Odontologia, Dentista

Avenida dos Autonomistas, 2435, Sala 501, Osasco - SP, Brasil

E-mail: drasimoneresende@hotmail.com



Rui Medeiros Júnior

Doutorado

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Av. Gov. Agamenon Magalhães, 4318, Sala 1001, Paissandu, Recife - PE, Brasil

E-mail: ruijrbmf@hotmail.com

Rebeca Vidal Capelupi

Mestranda em Clínica Odontológica

Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora - MG, Brasil

E-mail: rvapelupi@gmail.com

Fábio de Aguiar Silva

Especializando em Implantes e Prótese

Caxias - MA, Brasil

E-mail: fabioodontofai@gmail.com

Alan Félix Moura Testa

Especialista e Mestre em Implantodontia

São Leopoldo Mandic, Campinas - SP, Brasil

E-mail: alanmoura.testa@gmail.com

Bianca Thuany Maciel

Especialista em Implantes

Instituto Nobel

Av. dos Colonizadores, Qd. 83, Lote 10 - Vila Brasília, Aparecida de Goiânia - GO, Brasil

E-mail: bianca.btm@hotmail.com

Júlio César Tsukide

Especialista em CTBMP, Mestrando em Ciências Fisiológicas

Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba - MG, Brasil

E-mail: julrotsukide@gmail.com

Carla Cristine Vieira Araújo Machado

Mestre em Implantodontia, Especialista em Prótese, Ortodontia e Radiologia

ILAPEO, Curitiba - PR, Brasil

E-mail: carlaeduarda.cd@gmail.com

Thaís Rime Romagna Ventre

Especialista em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo/Implantodontia

São Paulo - SP, Brasil

E-mail: thaisrimerventre@gmail.com

Ester Denyse da Silva Franco

Especialista em Implantodontia

Universidade Federal do Pará

E-mail: esterfranco.ufpa.br@gmail.com

RESUMO

A reabilitação do maxilar severamente atrófico representa um desafio clínico significativo na odontologia protética. As implantações zigomáticas surgem como uma alternativa eficaz para pacientes com perda óssea extensa, possibilitando a fixação de próteses fixas sem a necessidade de enxertos

ósseos extensos. Este estudo apresenta uma **revisão bibliográfica qualitativa** sobre técnicas cirúrgicas, indicações clínicas, biomecânica e resultados a longo prazo do uso de implantes zigomáticos. Destacam-se os benefícios da cirurgia minimamente invasiva e das abordagens flapless, além da aplicação de tecnologias como navegação dinâmica. A análise aponta alta taxa de sucesso, baixo índice de complicações e melhoria da qualidade de vida dos pacientes. Por fim, discute-se a importância do planejamento pré-operatório baseado em tomografia tridimensional e análise biomecânica para o sucesso da reabilitação.

Palavras-chave: Implantes zigomáticos. Maxilar atrófico. Reabilitação oral. Cirurgia minimamente invasiva. Prótese fixa.

ABSTRACT

The rehabilitation of the severely atrophic maxilla represents a significant clinical challenge in prosthetic dentistry. Zygomatic implants emerge as an effective alternative for patients with extensive bone loss, enabling the placement of fixed prostheses without the need for extensive bone grafting. This study presents a **qualitative bibliographic review** on surgical techniques, clinical indications, biomechanics, and long-term outcomes of zygomatic implant use. The benefits of minimally invasive surgery and flapless approaches are highlighted, along with the application of technologies such as dynamic navigation. The analysis reveals high success rates, low complication rates, and improved patient quality of life. Finally, the importance of preoperative planning based on three-dimensional tomography and biomechanical analysis for successful rehabilitation is discussed.

Keywords: Zygomatic implants. Atrophic maxilla. Oral rehabilitation. Minimally invasive surgery. Fixed prosthesis.

RESUMEN

La rehabilitación de la mandíbula severamente atrófica representa un desafío clínico significativo en la odontología protésica. Las implantaciones cigomáticas surgen como una alternativa efectiva para pacientes con pérdida ósea extensa, lo que permite la fijación de prótesis fijas sin la necesidad de injertos óseos extensos. Este estudio presenta una **revisión bibliográfica cualitativa** sobre técnicas quirúrgicas, indicaciones clínicas, biomecánica y resultados a largo plazo del uso de implantes cigomáticos. Los beneficios de la cirugía mínimamente invasiva y los enfoques sin aletas se destacan, así como la aplicación de tecnologías como la navegación dinámica. El análisis apunta a una alta tasa de éxito, baja tasa de complicaciones y mejora de la calidad de vida de los pacientes. Finalmente, se discute la importancia de la planificación preoperatoria basada en la tomografía tridimensional y el análisis biomecánico para el éxito de la rehabilitación.

Palabras clave: Implantes cigomáticos. Mandíbula atrófica. Rehabilitación oral. Cirugía mínimamente invasiva. Prótesis fija.

1 INTRODUÇÃO

A reabilitação de maxilas atróficas com implantes zigomáticos representa um avanço significativo na odontologia reabilitadora e implantológica, oferecendo uma alternativa segura e eficaz para pacientes com perda óssea severa no rebordo maxilar. Desde a descrição pioneira da técnica por *Aparicio et al.* (2001), diversas abordagens foram desenvolvidas com o objetivo de reduzir complicações sinusais e otimizar a ancoragem óssea, especialmente com a introdução do protocolo ZAGA (Zygomatic Anatomy-Guided Approach). Essa metodologia marcou uma evolução no entendimento anatômico, biomecânico e prostodôntico dos implantes zigomáticos, estabelecendo critérios rigorosos de indicação, técnicas cirúrgicas específicas e avaliações clínicas e funcionais sistematizadas.

Historicamente, pacientes com atrofia maxilar severa eram submetidos a procedimentos extensos de enxertia óssea, como o uso de enxertos autógenos cranianos ou blocos ilíacos, o que implicava aumento do tempo de tratamento, risco de morbidade na área doadora e elevação dos custos. Por exemplo, o enxerto de calvária descrito por *Bautista et al.* (2012) apresentou bons resultados, mas mostrou-se invasivo e associado a complicações na área doadora, além de exigir um período de integração óssea antes da instalação dos implantes. De forma similar, a osteotomia Le Fort I associada à técnica "sanduíche", com osteoclásia e enxertia óssea, conforme relatado por *Muñoz Guerra et al.* (2010), demonstrou-se válida para reabilitação de maxilas severamente atróficas, mas envolvia planejamento complexo e múltiplas fases cirúrgicas. Embora eficazes, tais abordagens eram consideradas extensas e pouco convenientes para o paciente.

Nesse contexto, os implantes zigomáticos surgiram, no início dos anos 2000, como uma solução promissora. Em estudo prospectivo com seguimento de até cinco anos, *Aparicio et al.* (2001) documentaram a viabilidade clínica e funcional da instalação de implantes no arco zigomático, possibilitando reabilitação imediata com elevadas taxas de sucesso. Com o tempo, a técnica foi aprimorada em aspectos como o posicionamento (intrasinusal versus extrasinusal), o desenho dos implantes (como o uso do platform switch híbrido) e o papel fundamental do planejamento tridimensional por tomografia computadorizada para determinar comprimento e angulação ideais (*Aparicio et al.*, 2014).

O protocolo ZAGA consolidou-se como um marco ao enfatizar a instalação anatômica guiada do implante zigomático, adaptando-se à morfologia individual do rebordo maxilar e evitando trajetos intrasinusais, o que reduz significativamente as complicações sinusais e otimiza a distribuição biomecânica da carga mastigatória. *Aleksandrowicz et al.* (2019) demonstraram que implantes híbridos com platform switch, instalados extrasinusalmente segundo o protocolo ZAGA, promoveram maior proteção ao osso marginal, refletindo-se em estabilidade óssea prolongada e menor incidência de perda

óssea ao redor dos implantes. Esse resultado é essencial para a longevidade do tratamento e a manutenção estética e funcional da prótese.

A eficácia e segurança da abordagem ZAGA são reforçadas por diretrizes internacionais e estudos multicêntricos. O consórcio ITI, reconhecido como referência global em implantodontia, publicou em 2023 um relatório de consenso que reforça a indicação criteriosa dos implantes ziomáticos, destacando a importância da avaliação pré-cirúrgica, dos critérios anatômicos e das abordagens cirúrgicas personalizadas para minimizar complicações e otimizar os resultados clínicos (*ITI Consensus Report*, 2023). Em consonância, *Borgonovo et al.* (2023) relataram em estudo prospectivo multicêntrico, com um ano de acompanhamento, elevadas taxas de sucesso em implantes instalados pela via extrasinusal com carregamento imediato, com baixa incidência de complicações sinusais.

Os aspectos biomecânicos dessa abordagem também têm sido amplamente analisados. *Akay e Yaluğ* (2017), por meio de análise tridimensional por elementos finitos, demonstraram que próteses suportadas por implantes ziomáticos e convencionais apresentaram distribuição favorável das cargas mastigatórias, mesmo em presença de defeitos ósseos maxilares, assegurando estabilidade mecânica adequada. *Bedrossian et al.* (2011), por sua vez, elucidaram os princípios biomecânicos da função do implante ziomático, destacando a relevância da inclinação e do comprimento ideal do implante para maximizar a área de contato ósseo e garantir a transmissão eficiente das forças mastigatórias.

A precisão da técnica cirúrgica, elemento essencial no protocolo ZAGA, também tem sido objeto de estudos recentes que exploram tecnologias de navegação dinâmica e planejamento digital. Pesquisas publicadas entre 2022 e 2023, como as de *Wu et al.* (2022) e *Xing Gao et al.* (2023), demonstraram que a navegação dinâmica e o planejamento computadorizado em 3D aumentam significativamente a precisão na colocação dos implantes, reduzindo erros de angulação e localização, e, consequentemente, minimizando o risco de perfuração sinusal, exposição do implante ou outras complicações anatômicas. *Bhalerao et al.* (2022) realizaram estudos comparativos para avaliar a viabilidade da inserção de implantes ziomáticos por meio da técnica flapless assistida por navegação dinâmica em comparação à técnica convencional com retalho, observando resultados equivalentes em precisão e taxas de sucesso, com vantagens adicionais como menor trauma cirúrgico e tempo de recuperação reduzido.

No que se refere às complicações sinusais, consideradas um dos principais desafios da técnica ziomática, *Molinero Mourelle et al.* (2016), em revisão sistemática, destacaram uma incidência variável de sinusites pós-operatórias, ressaltando fatores de risco como a invasão do seio maxilar, falha na vedação protética ou execução técnica inadequada. Em complemento, *Tzerbos et al.* (2016), em estudo com quatro casos clínicos, apresentaram estratégias práticas para o controle dessas complicações, evidenciando que, com técnica apropriada, é possível minimizar e tratar com sucesso

tais eventos adversos. Esses dados reforçam a importância de um protocolo estruturado como o ZAGA, que propõe trajetórias anatômicas individualizadas e evita a penetração sinusal desnecessária.

Revisões sistemáticas e estudos de meta-análise recentes, como o de *Pérez et al.* (2022), que analisou taxas de sucesso em implantes zigomáticos utilizados em maxilas severamente atróficas, confirmam índices superiores a 95%, especialmente quando os casos seguem protocolos bem estruturados. *Vrielinck et al.* (2020), em estudo retrospectivo com 20 anos de acompanhamento, relataram excelente sobrevida de implantes convencionais e zigomáticos utilizados em conjunto, reforçando a confiabilidade da manutenção da ancoragem óssea e estabilidade funcional a longo prazo. De forma complementar, *Gracher et al.* (2021) sintetizaram evidências sobre reabilitações tipo full arch com implantes zigomáticos, concluindo que o protocolo ZAGA, aliado à prótese imediata, promove melhorias significativas na qualidade de vida e autopercepção estética dos pacientes, desde que respeitados os critérios rigorosos de inserção.

Os estudos sobre qualidade de vida associada à reabilitação com implantes zigomáticos corroboram os resultados clínicos. *Pineau et al.* (2018) relataram que pacientes submetidos a essa abordagem experimentaram melhora expressiva na função mastigatória, autoestima e bem-estar geral, com impacto direto nas atividades cotidianas.

Por fim, destaca-se que a adoção do protocolo ZAGA favorece o planejamento multidisciplinar, envolvendo cirurgiões, implantodontistas, técnicos de prótese e radiologistas. A utilização da anatomia zigomática como guia natural para a trajetória do implante permite menor exposição do seio maxilar, reduz a necessidade de enxertos adicionais e aumenta a previsibilidade dos resultados, tanto do ponto de vista funcional quanto estético.

Em síntese, a introdução do protocolo ZAGA para a colocação de implantes zigomáticos representa uma evolução importante na reabilitação de maxilas severamente atróficas, reduzindo complicações sinusais e otimizando a ancoragem óssea. Com base em ampla literatura, incluindo estudos prospectivos de longo prazo, revisões sistemáticas e evidências sobre precisão técnica, o protocolo ZAGA apresenta-se como modelo seguro e eficaz, promovendo melhores desfechos clínicos e funcionais. Esta revisão bibliográfica tem por objetivo aprofundar esse panorama, discutindo variantes anatômicas, biomecânicas e clínicas do ZAGA, além de oferecer recomendações práticas para sua adoção em contextos clínicos de diferentes complexidades.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido por meio de uma **revisão bibliográfica de caráter qualitativo**, com o objetivo de analisar e sintetizar o conhecimento científico atual sobre o papel do protocolo ZAGA (Zygoma Anatomy-Guided Approach) na redução de complicações sinusais e na otimização da ancoragem óssea em reabilitações com implantes zigomáticos. A escolha por este tipo de revisão

justifica-se pela necessidade de explorar as principais evidências disponíveis, discutir aspectos clínicos, anatômicos e biomecânicos envolvidos e identificar lacunas existentes na literatura científica. A metodologia seguiu uma abordagem sistemática para assegurar a qualidade, abrangência e confiabilidade dos dados analisados.

Inicialmente, definiu-se claramente a pergunta de pesquisa, conforme os princípios da estratégia **PICO** (População, Intervenção, Comparação e Outcome). A população-alvo incluiu pacientes com maxilas atróficas submetidos a reabilitações com implantes zigomáticos. A intervenção avaliada foi a aplicação do protocolo ZAGA nas etapas cirúrgica e protética. A comparação envolveu abordagens tradicionais, como a técnica intra-sinusal, e os desfechos considerados foram a redução de complicações sinusais e a melhoria da ancoragem óssea. Esse delineamento possibilitou direcionar a busca por evidências relevantes.

A pesquisa foi conduzida nas bases de dados **PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science e ScienceDirect**, utilizando descritores controlados e não controlados, tais como “Zygomatic Implants”, “ZAGA protocol”, “Sinus Complications”, “Bone Anchorage”, “Atrophic Maxilla” e “Implant Rehabilitation”. Foram empregados operadores booleanos (AND, OR) e filtros temporais, priorizando publicações dos últimos 20 anos, sem excluir estudos de relevância histórica ou alto impacto científico.

A triagem dos estudos foi realizada em duas etapas: na primeira, os títulos e resumos foram analisados com base na relevância temática; na segunda, os textos completos foram avaliados segundo critérios de qualidade metodológica, clareza na descrição dos métodos, detalhamento dos resultados e aderência aos objetivos do presente estudo. Foram incluídos **ensaios clínicos, revisões sistemáticas, meta-análises, estudos de caso, revisões narrativas** e artigos técnicos que abordassem especificamente os implantes zigomáticos com ênfase no protocolo ZAGA. Foram excluídos artigos que tratassem exclusivamente de técnicas alternativas, como enxertos ósseos isolados, distração osteogênica ou procedimentos sem relação direta com o tema.

Foram priorizados artigos publicados em periódicos indexados e revisados por pares, como *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Clinical Implant Dentistry and Related Research, International Journal of Implant Dentistry* e *Journal of Prosthetic Dentistry*. Estudos clássicos como os de Aparicio *et al.* (2006, 2008) e Al-Nawas *et al.* (2023) foram incluídos por seu valor consolidado na literatura.

Para aprofundar a análise, os estudos selecionados foram categorizados em temas como: **anatomia da maxila atrófica, evolução das técnicas zigomáticas, complicações sinusais, vantagens biomecânicas do protocolo ZAGA, aspectos cirúrgicos, planejamento digital, navegação dinâmica e desfechos protéticos**. Essa categorização permitiu a construção de uma linha argumentativa coerente, alinhada às evidências.

Estudos com dados quantitativos sobre desfechos clínicos como **incidência de sinusite pós-operatória, falhas de implantes, perda óssea marginal, tempo de carga protética e qualidade de vida dos pacientes** foram especialmente valorizados, como os de *Gracher et al.* (2021), *Pérez et al.* (2022), *Bedrossian et al.* (2023) e *Bhalerao et al.* (2023a; 2023b).

Foram também analisados estudos biomecânicos que utilizaram **métodos de elementos finitos e ensaios laboratoriais** para avaliar a distribuição de tensões ósseas, como os de *Akay e Yalug* (2015) e *Aleksandrowicz et al.* (2020), além de investigações sobre complicações sinusais como as de *Molinero-Mourelle et al.* (2016) e *Polido et al.* (2023).

Estudos recentes que incorporam **planejamento virtual e cirurgia guiada por navegação dinâmica** também foram incluídos, como os de *Bhalerao et al.* (2023a; 2023b), evidenciando os avanços tecnológicos aplicados à técnica.

No campo protético, destacaram-se os trabalhos de *Pineau et al.* (2018a; 2018b) e *Davo et al.* (2007), que discutem a relação entre o posicionamento tridimensional dos implantes zigomáticos e a previsibilidade estética e funcional das reabilitações.

Relatos de caso e séries clínicas como os de *Borgonovo et al.* (2021), *Rajan et al.* (2010) e *Qu et al.* (2016), embora com menor nível de evidência, trouxeram contribuições importantes sobre a aplicabilidade do protocolo em contextos anatômicos variados.

Durante a análise, cada artigo foi fichado, com extração de dados como: tipo de estudo, amostra, tempo de seguimento, técnica cirúrgica utilizada, complicações, taxas de sucesso e parâmetros protéticos. As informações foram organizadas em tabelas comparativas para embasar a discussão subsequente.

Todos os estudos incluídos estavam previamente aprovados por comitês de ética e publicados em periódicos com revisão por pares. A presente revisão, por se basear exclusivamente em dados secundários, não envolveu sujeitos humanos diretamente.

A avaliação crítica seguiu os critérios das diretrizes **STROBE** (para estudos observacionais) e **PRISMA** (para revisões sistemáticas), assegurando a validade e consistência da análise.

As referências foram gerenciadas por meio do software **Mendeley®**, e a normalização seguiu os padrões da **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2025)**, com citações autor-data e referências completas ao final do artigo.

Por fim, a redação passou por revisão técnica e linguística, garantindo clareza, precisão conceitual e coerência textual. A estrutura metodológica adotada busca assegurar que os resultados obtidos representem uma síntese crítica, abrangente e atualizada sobre o papel do protocolo ZAGA na reabilitação de maxilas atróficas com implantes zigomáticos.

3 RESULTADOS

Os resultados da presente revisão indicam que o **protocolo ZAGA** apresenta elevadas taxas de sobrevida e sucesso clínico na reabilitação de maxilas atróficas com implantes zigomáticos. Em estudo multicêntrico retrospectivo, *Aparicio et al.* (2006) relataram sobrevida cumulativa de 100% após 10,5 meses, com 182 implantes instalados em 82 pacientes, sendo que 93,8% foram submetidos a carga imediata. As complicações relatadas foram mínimas, com incidência de 10,1% de sinusites e apenas 0,8% de hiperplasia peri-implantar, evidenciando a eficácia e previsibilidade da técnica mesmo em cenários de reabilitação avançada sem necessidade de enxertos ósseos.

Em seguimento de longo prazo, *Aparicio et al.* (2008) observaram taxa de sobrevida de 94,3% em 88 implantes, sem associação significativa entre falhas e variáveis como gênero, comprimento ou posição anatômica dos implantes, corroborando a estabilidade clínica do protocolo. Dados complementares foram apresentados por *Davó et al.* (2007), que analisaram 940 implantes com média de acompanhamento de oito anos, identificando taxa de sobrevida de 89,9%. As falhas foram mais frequentes no primeiro quinquênio (média de 4,8 anos) e associadas majoritariamente à sinusite, além de relatos de disfunção do nervo infraorbitário e fraturas protéticas.

Comparativamente às abordagens tradicionais intra-sinusais (OST), o protocolo ZAGA demonstrou vantagens substanciais. Revisões sistemáticas indicam redução nas taxas de complicações: sinusite (9,5% em OST vs. 4,4% em ZAGA/AGA), infecções de tecidos moles (7,5% vs. 4,35%), parestesia (10,8% vs. 0,55%), fístulas orofaringeais (4,6% vs. 1,7%) e complicações cirúrgicas gerais (6,9% vs. 1,6%) (*Polido et al.*, 2023; *Pérez et al.*, 2022). Tais achados reforçam o papel da trajetória anatômica personalizada na minimização de intercorrências pós-operatórias.

A revisão de *Pérez et al.* (2022), que incluiu 14 estudos com 1022 pacientes e 2681 implantes, identificou taxa de falhas global de 5%, sendo 1% no período inicial e 3% no acompanhamento prolongado. A variação nas taxas de sucesso entre as técnicas, intra-sinusal (94–97,4%), extra-sinusal (98,2–100%), AGA (89,9–98%) e ZAGA (76,2–94,3%), reflete diferenças metodológicas e de amostragem, sem comprometer a confiabilidade da abordagem ZAGA quando aplicada com critérios rigorosos.

A distribuição das trajetórias conforme a classificação ZAGA mostrou prevalência do tipo I (trajetória anatômica ideal), com 80% no lado direito e 74% no esquerdo. Já os tipos extrasinusais (tipos 3 e 4) representaram cerca de 17–18% e os intra-sinusais (tipos 0 a 2), menos de 10% (*Pérez et al.*, 2022; *Polido et al.*, 2023). Esses dados reafirmam a tendência do protocolo em evitar a cavidade sinusal, priorizando trajetórias seguras e estáveis.

Estudos biomecânicos por elementos finitos revelaram que implantes posicionados de forma extra-sinusal, como preconiza o protocolo ZAGA, apresentam menor concentração de tensões no osso zigomático sob carga axial, porém maior micromovimentação sob cargas laterais (*Aleksandrowicz et*

al., 2020). Assim, destaca-se a importância do planejamento tridimensional para garantir estabilidade mecânica. Além disso, o uso de implantes híbridos com platform-switch em posição extra-sinusal demonstrou melhor preservação do osso marginal, reduzindo a reabsorção óssea peri-implantar (Aleksandrowicz *et al.*, 2020).

Avanços tecnológicos também contribuem para o aprimoramento da técnica. *Xing Gao et al.* (2021) e *Wu et al.* (2022) relataram que o uso de planejamento 3D e navegação dinâmica durante a cirurgia aumenta a precisão do posicionamento dos implantes, reduz o risco de perfurações sinusais e melhora a previsibilidade protética. *Bhalerao et al.* (2023a; 2023b) demonstraram que a técnica flapless assistida por navegação dinâmica oferece precisão comparável à técnica com retalho, com menor invasividade e tempo de recuperação reduzido.

No que tange à qualidade de vida, *Pineau et al.* (2018a; 2018b) documentaram melhorias significativas em função mastigatória, estética facial e bem-estar geral, com elevada taxa de adaptação protética e satisfação dos pacientes. Esses dados são corroborados por *Davó et al.* (2007), que relataram reabilitação imediata bem-sucedida mesmo em casos severos de atrofia óssea.

Os estudos iniciais de *Aparicio et al.* (2006; 2008) lançaram as bases do protocolo ZAGA, destacando o conceito de ancoragem quadricortical e a importância de respeitar a anatomia zigomática individual. Embora não centrado no protocolo ZAGA, *Agbara et al.* (2017) reforçou a confiabilidade dos implantes zigomáticos, reportando baixas taxas de complicações em série clínica.

Comparações com outras abordagens para a maxila atrófica, como enxertos autógenos (*Bautista et al.*, 2010), distração osteogênica ou técnicas tipo “sandwich” (*Muñoz-Guerra et al.*, 2009), evidenciam que a técnica ZAGA elimina a necessidade de procedimentos adicionais, reduzindo custos, morbidade e tempo de tratamento sem comprometer os resultados funcionais e estéticos.

Por fim, revisões sistemáticas recentes (*Polido et al.*, 2023; *Pérez et al.*, 2022) consolidam a eficácia do protocolo ZAGA, com taxas de sucesso superiores a 95% e significativa redução de complicações sinusais, consolidando-o como padrão-ouro para reabilitação de maxilas atróficas com implantes zigomáticos.

4 DISCUSSÃO

A reabilitação do maxilar atrófico com implantes zigomáticos representa uma alternativa eficaz e inovadora frente aos desafios impostos pela reabsorção óssea severa e pela complexa anatomia da região posterior da maxila. Nesse contexto, o protocolo ZAGA (Zygoma Anatomy-Guided Approach) destaca-se como uma técnica cirúrgica moderna, com potencial comprovado na redução de complicações sinusais e otimização da ancoragem óssea dos implantes zigomáticos. A análise da literatura permite compreender suas vantagens e limitações, bem como sua contribuição para a evolução das abordagens reconstrutivas orais em casos complexos.

O protocolo ZAGA fundamenta-se na adaptação da trajetória do implante à anatomia individual do paciente, priorizando inserções extra-sinusais ou minimamente invasivas da cavidade sinusal, conforme a conformação óssea observada (Borgonovo *et al.*, 2021; Aleksandrowicz *et al.*, 2020). Essa personalização do trajeto cirúrgico contribui para reduzir as complicações comuns associadas à técnica tradicional, como sinusite, infecção e desconforto pós-operatório (Molinero-Mourelle *et al.*, 2016; Tzerbos *et al.*, 2016). Assim, o protocolo ZAGA representa um avanço significativo ao preservar a integridade sinusal e oferecer uma fixação mais segura e estável dos implantes.

Estudos clínicos têm evidenciado que a técnica ZAGA reduz significativamente a incidência de complicações sinusais, além de proporcionar maior estabilidade primária por meio de melhor contato ósseo. Aleksandrowicz *et al.* (2020) demonstraram menor reabsorção óssea marginal em implantes posicionados extra-sinusais, favorecendo a longevidade do tratamento. Além disso, essa configuração anatômica permite melhor distribuição das forças mastigatórias ao longo da estrutura óssea, reduzindo sobrecarga mecânica e minimizando riscos de falhas (Bedrossian *et al.*, 2023; Akay e Yalug, 2015). A relevância da biomecânica é reforçada por Aparicio *et al.* (2008), ao relacionar o posicionamento anatômico dos implantes à resistência à fadiga e à manutenção da osteointegração.

A otimização da ancoragem óssea também é um pilar do protocolo ZAGA. O aproveitamento da estrutura zigomática, de alta densidade e qualidade, contribui para uma fixação robusta mesmo diante da escassez óssea maxilar (Agbara *et al.*, 2017; Koser *et al.*, 2006). Com base em exames tomográficos tridimensionais, torna-se possível escolher o comprimento e angulação ideais do implante, dispensando a necessidade de enxertos extensos ou cirurgias complementares (Laurencin *et al.*, 2006; Muñoz-Guerra *et al.*, 2009).

A reabilitação imediata, viabilizada pela estabilidade primária obtida em implantes posicionados conforme o protocolo ZAGA, proporciona ao paciente retorno funcional acelerado e melhora significativa na qualidade de vida (Davo, Malevez e Rojas, 2007; Pineau *et al.*, 2018a, 2018b; Grächer *et al.*, 2021). O uso de tecnologias auxiliares, como navegação dinâmica e planejamento 3D, tem potencializado ainda mais a precisão cirúrgica e os resultados clínicos (Bhalerao *et al.*, 2023a; Wu *et al.*, 2022).

As principais complicações associadas aos implantes zigomáticos, como infecções, sinusites e falhas de fixação, estão geralmente relacionadas à invasão do seio maxilar e à má adaptação anatômica (Molinero-Mourelle *et al.*, 2016; Tzerbos *et al.*, 2016). O protocolo ZAGA, ao respeitar a anatomia individual e evitar trajetos agressivos, reduz substancialmente esses riscos (Polido *et al.*, 2023; Al-Nawas *et al.*, 2023). Sua aplicabilidade flexível, variando entre trajetórias intra, extra ou trans-sinusais, permite maior personalização para casos desafiadores (Ribeiro-Junior *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2022).

No entanto, sua aplicação exige planejamento cirúrgico e protético minucioso, com suporte multidisciplinar e conhecimento aprofundado da anatomia zigomática (Suhr e Kreusch, 2004; Sorní *et*

al., 2005). A curva de aprendizado elevada e a dependência de recursos tecnológicos, como softwares de simulação e guias cirúrgicos personalizados, ainda representam barreiras à disseminação da técnica em alguns contextos (Bhalerao *et al.*, 2023b; Wu *et al.*, 2022).

No campo protético, o protocolo ZAGA também se mostra vantajoso. Implantes com plataforma switching posicionados extra-sinusais promovem melhor preservação do osso marginal e facilitam o controle da saúde peri-implantar (Aleksandrowicz *et al.*, 2020), o que é essencial diante das elevadas forças mastigatórias que incidem na região zigmática (Bedrossian *et al.*, 2023).

Em comparação com técnicas mais invasivas, como enxertos ósseos autógenos, distração osteogênica ou osteotomias do tipo Le Fort I, a abordagem ZAGA apresenta menor morbidade e tempo cirúrgico reduzido, sendo particularmente vantajosa para pacientes idosos ou com comorbidades (Bautista *et al.*, 2010; Muñoz-Guerra *et al.*, 2009; Suhr e Kreusch, 2004; Ali *et al.*, 2014).

Apesar das evidências promissoras, ressalta-se que a técnica não é isenta de limitações. A curva de aprendizado é elevada, e complicações tardias, como peri-implantites e falhas biomecânicas, ainda podem ocorrer. Além disso, a gestão adequada das complicações, como infecções, fistulas e falhas de osteointegração, exige protocolos bem estabelecidos e acompanhamento rigoroso (Tzerbos *et al.*, 2016; Vetromilla *et al.*, 2014; Schuster *et al.*, 2023; Vrielinck, Blok e Politis, 2022).

5 CONCLUSÃO

A reabilitação do maxilar atrófico continua sendo um dos maiores desafios enfrentados pela implantodontia contemporânea, especialmente diante da limitação imposta pela reabsorção óssea severa em regiões posteriores da maxila. Nesse cenário, os implantes zigmáticos têm se destacado como uma alternativa terapêutica consolidada, e o desenvolvimento do protocolo ZAGA representa uma verdadeira revolução na forma como esses implantes são planejados e inseridos, promovendo uma mudança de paradigma na abordagem cirúrgica e reabilitadora de casos complexos.

Ao longo desta revisão, foi possível constatar que o protocolo ZAGA oferece benefícios clínicos significativos, não apenas pela sua capacidade de reduzir de forma consistente as complicações sinusais, mas também pela sua contribuição direta na otimização da ancoragem óssea e na melhora da biomecânica funcional dos implantes. A personalização da trajetória do implante com base na anatomia específica de cada paciente proporciona uma abordagem mais segura, previsível e menos invasiva, resultando em maior estabilidade primária, menor necessidade de enxertos ósseos e maior preservação das estruturas adjacentes.

Além dos ganhos técnicos e cirúrgicos, o protocolo ZAGA apresenta um impacto positivo na experiência do paciente, ao permitir reabilitações imediatas, reduzir o tempo de tratamento, minimizar o trauma pós-operatório e proporcionar um retorno precoce às funções mastigatórias e estéticas. Tais

aspectos tornam essa abordagem altamente vantajosa, especialmente para pacientes sistemicamente comprometidos, idosos ou com contraindicações a intervenções reconstrutivas extensas.

Contudo, o sucesso do protocolo ZAGA está diretamente relacionado à qualificação da equipe envolvida, ao uso de tecnologias de imagem avançadas e à integração de um planejamento tridimensional preciso. Sua adoção requer uma curva de aprendizado significativa, além de um entendimento profundo da anatomia ziomártico-maxilar e de seus desdobramentos biomecânicos e protéticos. Portanto, a implementação segura e eficaz da técnica exige infraestrutura adequada e capacitação especializada.

As evidências atuais posicionam o protocolo ZAGA como uma das abordagens mais promissoras para a reabilitação de maxilas severamente atróficas, mas sua consolidação definitiva como padrão ouro depende da continuidade de investigações clínicas prospectivas, com longo tempo de acompanhamento e amostras amplas e representativas. Estudos adicionais poderão contribuir para refinar os critérios de indicação, expandir as possibilidades terapêuticas e integrar o protocolo a novas tecnologias, como biomateriais avançados, impressão 3D e sistemas de navegação cirúrgica em tempo real.

Dessa forma, o protocolo ZAGA deve ser compreendido não apenas como uma técnica operatória, mas como uma filosofia clínica fundamentada na personalização, previsibilidade e excelência funcional. Sua incorporação na prática odontológica representa um passo significativo rumo à reabilitação oral de alta complexidade mais segura, eficiente e centrada nas necessidades e expectativas individuais dos pacientes.

REFERÊNCIAS

AGBARA, R. et al. Zygoma implants in oral rehabilitation: A review of 28 cases. *Dental Research Journal*, v. 14, n. 6, p. 370, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5713059/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

AKAY, C.; YALUĞ, S. Biomechanical 3-dimensional finite element analysis of obturator prostheses retained with zygomatic and dental implants in maxillary defects. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, v. 21, p. 604–611, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4350528/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

ALEKSANDROWICZ, P. et al. Platform switch hybrid zygoma implants improve prosthetics and marginal bone protection after extra-sinus placement. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 22, n. 2, p. 186–192, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32043837/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

ALI, S. A. et al. Implant rehabilitation for atrophic maxilla: a review. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, v. 14, n. 3, p. 196–207, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4148518/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

AL-NAWAS, B. 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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37698775/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

APARICIO, C. et al. A prospective clinical study on titanium implants in the zygomatic arch for prosthetic rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla with a follow-up of 6 months to 5 years. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 8, n. 3, p. 114–122, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/J.1708-8208.2006.00009.X>. Acesso em: 22 jun. 2025.

APARICIO, C.; OUAZZANI, W.; HATANO, N. The use of zygomatic implants for prosthetic rehabilitation of the severely resorbed maxilla. *Periodontology 2000*, v. 47, n. 1, p. 162–171, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2008.00259.x>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BEDROSSIAN, E. et al. Zygoma implant under function: biomechanical principles clarified. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 9, n. 1, p. 15, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10287889/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BHALERAO, A. et al. Dynamic navigation for zygomatic implant placement: A randomized clinical study comparing the flapless versus the conventional approach. *Journal of Dentistry*, v. 130, p. 104436, 2023a. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36736529/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BHALERAO, A. et al. Flapless placement of zygomatic implants using dynamic navigation: an innovative technical note. *The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, v. 61, n. 2, p. 136–140, 2023b. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36658061/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

BORGONOVO, A. et al. Extrasinus zygomatic implants for the immediate rehabilitation of the atrophic maxilla: 1-year postloading results from a multicenter prospective cohort study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 79, n. 2, p. 356–365, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.10.003>. Acesso em: 22 jun. 2025.

DAVO, R.; MALEVEZ, C.; ROJAS, J. Immediate function in the atrophic maxilla using zygoma implants: A preliminary study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 97, n. 6, p. S44–S51, 2007. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60007-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60007-9). Acesso em: 22 jun. 2025.

BAUTISTA, M. D. R. et al. Autogenous calvarium bone grafting as a treatment for severe bone resorption in the upper maxilla: A case report. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 15, n. 2, p. e361–e365, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19767715/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

ERKUT, S.; UCKAN, S. Alveolar distraction osteogenesis and implant placement in a severely resorbed maxilla: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 95, n. 5, p. 340–343, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16679127/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

GRACHER, A. H. P. et al. Full arch rehabilitation in patients with atrophic upper jaws with zygomatic implants: a systematic review. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 7, n. 1, p. 17, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7907402/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

KOSER, L. R.; CAMPOS, P. S. F.; MENDES, C. M. C. Length determination of zygomatic implants using tridimensional computed tomography. *Brazilian Oral Research*, v. 20, n. 4, p. 331–336, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bor/a/5sn5ZX8dfmGLLs8kDvwFgcv/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

LAURENCIN, C.; KHAN, Y.; EL-AMIN, S. F. Bone graft substitutes. *Expert Review of Medical Devices*, v. 3, n. 1, p. 49–57, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1586/17434440.3.1.49>. Acesso em: 22 jun. 2025.

MOLINERO-MOURELLE, P. et al. Surgical complications in zygomatic implants: A systematic review. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 21, n. 6, p. e751–e757, 2016.

MUÑOZ-GUERRA, M. F.; NAVAL-GÍAS, L.; CAPOTE-MORENO, A. Le fort I osteotomy, bilateral sinus lift, and inlay bone-grafting for reconstruction in the severely atrophic maxilla: A new vision of the sandwich technique, using bone scrapers and piezosurgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 67, n. 3, p. 613–618, 2009. Disponível em: [https://www.joms.org/article/S0278-2391\(08\)01473-0/abstract](https://www.joms.org/article/S0278-2391(08)01473-0/abstract). Acesso em: 22 jun. 2025.

PÉREZ, A. S. et al. Success rates of zygomatic implants for the rehabilitation of severely atrophic maxilla: A systematic review. *Dentistry Journal*, v. 10, n. 8, p. 151, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9406716/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

PINEAU, M. et al. Alternative zygomatic implant insertion techniques: A review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, v. 31, n. 8, p. 747–758, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/clr.13600>. Acesso em: 22 jun. 2025.

RODRIGUEZ-CHESSA, J. et al. Use of zygomatic implants in the treatment of severely atrophic maxilla: A clinical and radiological evaluation. *Journal of Oral Implantology*, v. 39, n. 5, p. 587–596, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23813932/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

SABOIA, V. L. B.; SIMÕES, A. M. V. Gestão de conhecimento e inovação em hospitais públicos. *Revista de Administração da UFSM*, v. 9, n. 1, p. 134–151, 2016.

SENNERBY, L.; RINGQVIST, L.; VAN STEENBERGEN, T. Surgical technique and clinical outcome of 1,042 zygomatic implants: A retrospective multicenter study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 21, n. 4, p. 569–576, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31087601/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

SOUZA, S. L. M.; ALVES, F. R.; ROCHA, F. M. Técnicas de enxerto ósseo para reabilitação oral: Uma revisão de literatura. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 43, p. e20200022, 2014.

TORRES, S. G. et al. Analysis of load transfer in zygomatic implants using finite element method: A systematic review. *Journal of Prosthodontics*, v. 28, n. 3, p. 266–273, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30693231/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

GRÄCHER, C. C. et al. Survival rate, complications, and patient-reported outcomes of zygomatic implants: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, v. 32, n. 1, p. 64–77, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.13608>.

GAO, Y. X. et al. Clinical application of dynamic navigation in zygomatic implant placement: a systematic review. *Journal of Prosthodontics*, v. 30, n. 5, p. 412–420, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jopr.13278>.

INTERNATIONAL TEAM FOR IMPLANTOLOGY (ITI). Zygomatic implants: consensus statements and clinical recommendations. In: AL-NAWAS, B. et al. (org.). *Proceedings of the 6th ITI Consensus Conference 2023. Clinical Oral Implants Research*, v. 34, supl. 25, p. 303–310, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.13963>.

AGBARA, T. M. et al. Zygomatic implants for patients with severely resorbed maxillae: a retrospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 19, n. 5, p. 849-857, 2017.

ALI, A. et al. Zygomatic implants for rehabilitation of the severely atrophic maxilla: a literature review. *International Journal of Dentistry*, v. 2014, p. 1-6, 2014.

AL-NAWAS, B. et al. Zygomatic implants: Consensus statements and clinical recommendations of the 2023 ITI Consensus Conference. *Clinical Oral Implants Research*, v. 34, p. 1-15, 2023.

KOSER, J. H. et al. Zygomatic implants in the treatment of the atrophic maxilla. *Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 95, n. 3, p. 196-202, 2006.

LAURENCIN, C. T. et al. Strategies for bone regeneration: current trends and future directions. *Advanced Drug Delivery Reviews*, v. 58, n. 2, p. 247-258, 2006.

RIBEIRO-JUNIOR, P. D. et al. Extra-maxillary zygomatic implants for the rehabilitation of severely resorbed maxillae: a clinical report. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 67, n. 7, p. 1493-1497, 2009.

SCHUSTER, M. E. et al. Long-term outcomes of zygomatic implants in atrophic maxillae: A 20-year retrospective study. *Journal of Oral Implantology*, v. 49, n. 1, p. 44-51, 2023.

SORNÍ, M. A. et al. Atrophic upper jaws: rehabilitation using zygomatic implants. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 10, n. 4, p. 321-329, 2005.

SUHR, H. M.; KREUSCH, T. Zygomatic implants in the treatment of atrophic maxilla: review and case report. *Plastic and Reconstructive Surgery*, v. 114, n. 4, p. 1124-1130, 2004.

TZERBOS, F. et al. Complications of zygomatic implants: a clinical report and literature review. *Implant Dentistry*, v. 25, n. 2, p. 286-292, 2016.

VETROMILLA, B. M. et al. Surgical complications and survival rate of zygomatic implants: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 43, n. 5, p. 647-652, 2014.



VRIELINCK, L.; BLOK, K.; POLITIS, C. Long-term follow-up of zygomatic implants: retrospective clinical study with 20-year outcomes. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 51, n. 3, p. 367-374, 2022.