



ISSN 2674-8169



Qualis B3
CAPES 2021-2024

Latindex



DOI

Google
Acadêmico

Da Tomografia ao Enxerto Personalizado: Fluxo Digital, CAD/CAM e Impressão 3D na Reconstrução Óssea dos Maxilares

Célio Augusto Pimentel Arcanjo¹ Ravi Aliguiere Reis Padilha de Menezes² Ticiany de Fátima de Souza Duarte³ Laura Cristina da Silva Faour-Velocci⁴ Luiz Henrique do Nascimento Velocci⁵ Eduardo Guimarães Moreira Mangolin⁶ Juliana Emmy Morikawa⁷ Alisson Brustolon Silva⁸ Luiz Gustavo Vieira de Mello⁹ Henryk Matheus Mariani Favretto¹⁰ Amanda Rodrigues Oliveira¹¹ Juliana Martins Ferreira¹² Walisson de Oliveira Mariano¹³ Isabella Silva Biulchi¹⁴ Lucas Gabriel Ferreira Mendonça¹⁵ Rodney Capp Pallotta¹⁶



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n8p71-83>

Artigo recebido em 4 de Julho e publicado em 4 de Agosto de 2026

ARTIGO DE REVISÃO

RESUMO

A reconstrução óssea dos maxilares representa um dos maiores desafios da cirurgia bucomaxilofacial, especialmente em defeitos ósseos extensos que comprometem a reabilitação funcional e estética. Nesse contexto, a incorporação da tomografia computadorizada, do planejamento virtual, da tecnologia CAD/CAM e da impressão 3D tem transformado o planejamento e a execução dos procedimentos reconstrutivos, permitindo abordagens cada vez mais individualizadas. O presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão da literatura, a contribuição do fluxo digital CAD/CAM e da impressão 3D na reconstrução óssea dos maxilares, destacando suas aplicações clínicas, benefícios e limitações. Para isso, foi realizada uma revisão narrativa da literatura, utilizando artigos científicos publicados entre 2021 e 2025, selecionados nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar. Os estudos demonstraram que a integração entre tomografia computadorizada, planejamento digital e manufatura aditiva possibilita a confecção de malhas de titânio, guias cirúrgicos, enxertos e implantes personalizados com elevada precisão, proporcionando melhor adaptação anatômica, maior estabilidade dos biomateriais, redução do tempo cirúrgico e maior previsibilidade dos resultados. Além disso, observou-se melhora na regeneração óssea, no posicionamento dos implantes e na reabilitação funcional dos pacientes. Conclui-se que o fluxo digital associado às tecnologias CAD/CAM e à impressão 3D representa um importante avanço na reconstrução óssea dos maxilares, favorecendo procedimentos mais seguros, precisos e individualizados. Entretanto, sua ampla aplicação clínica ainda depende da redução dos custos, da disponibilidade tecnológica e da capacitação dos profissionais.

Palavras-chave: Reconstrução Óssea. Tomografia Computadorizada. Projeto Assistido por Computador. Impressão Tridimensional. Regeneração Óssea. Cirurgia Bucal.

From CT Scan to Custom Graft: CAD/CAM Digital Workflow and 3D Printing in Maxillary Bone Reconstruction

ABSTRACT

Maxillary bone reconstruction is one of the greatest challenges in oral and maxillofacial surgery, particularly in extensive bone defects that compromise functional and esthetic rehabilitation. In this context, the integration of computed tomography, virtual planning, CAD/CAM technology, and three-dimensional printing has transformed the planning and execution of reconstructive procedures, enabling increasingly personalized therapeutic approaches. This study aimed to analyze, through a literature review, the contribution of the CAD/CAM digital workflow and 3D printing to maxillary bone reconstruction, highlighting their clinical applications, benefits, and limitations. A narrative literature review was conducted using scientific articles published between 2021 and 2025, retrieved from the PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO, and Google Scholar databases. The analyzed studies demonstrated that the integration of computed tomography, digital planning, and additive manufacturing enables the fabrication of customized titanium meshes, surgical guides, bone grafts, and patient-specific implants with high precision, providing improved anatomical adaptation, greater biomaterial stability, reduced surgical time, and more predictable clinical outcomes. In addition, improvements in bone regeneration, implant positioning, and functional rehabilitation were consistently reported. It can be concluded that the digital workflow associated with CAD/CAM technology and 3D printing represents a significant advance in maxillary bone reconstruction, contributing to safer, more accurate, and personalized procedures. However, broader clinical implementation still depends on lower costs, wider technological availability, and appropriate professional training.

Keywords: Bone Reconstruction. Tomography, X-Ray Computed. Computer-Aided Design. Three-Dimensional Printing. Bone Regeneration. Oral Surgery.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A reconstrução óssea dos maxilares tem sido amplamente beneficiada pela incorporação do fluxo digital, que integra a tomografia computadorizada, o planejamento virtual, a tecnologia CAD/CAM e a impressão 3D para o desenvolvimento de enxertos, malhas e biomateriais personalizados. Essa abordagem possibilita maior precisão no planejamento cirúrgico, melhor adaptação dos dispositivos às características anatômicas do paciente e potencial redução do tempo operatório, favorecendo resultados mais previsíveis e seguros nos procedimentos de regeneração óssea. Além disso, a personalização dos componentes contribui para otimizar a estabilidade dos enxertos e o reparo dos defeitos ósseos, representando um importante avanço na cirurgia bucomaxilofacial contemporânea (Di Spirito *et al.*, 2024).

Os avanços da impressão 3D têm ampliado as possibilidades da reconstrução óssea dos maxilares ao permitir a fabricação de dispositivos cirúrgicos e biomateriais personalizados a partir do fluxo digital obtido por exames de tomografia computadorizada e planejamento virtual em CAD/CAM. Esse processo favorece a produção de guias cirúrgicos, malhas, enxertos e implantes com elevada precisão anatômica, proporcionando maior previsibilidade, melhor adaptação aos defeitos ósseos e otimização das etapas cirúrgicas. Dessa forma, a integração entre tecnologias digitais e manufatura aditiva representa uma importante evolução para a cirurgia bucomaxilofacial, contribuindo para tratamentos mais individualizados e eficientes (Wang *et al.*, 2024).

A aplicação do fluxo digital associado à tecnologia CAD/CAM e à impressão 3D tem possibilitado o desenvolvimento de implantes personalizados para reconstruções ósseas extensas dos maxilares, proporcionando maior compatibilidade com a anatomia do paciente e favorecendo a reabilitação funcional e estética. Em casos de grandes perdas ósseas, a associação de implantes customizados com enxertos autógenos permite um planejamento cirúrgico mais preciso, melhor adaptação das estruturas reconstruídas e maior previsibilidade dos resultados, evidenciando a relevância da personalização na cirurgia bucomaxilofacial contemporânea (Govoni *et al.*, 2023).

Este artigo tem como objetivo, avaliar, por meio de uma revisão da literatura, a

aplicação do fluxo digital baseado em tomografia computadorizada, tecnologia CAD/CAM e impressão 3D na reconstrução óssea dos maxilares, destacando sua contribuição para o planejamento cirúrgico, a confecção de enxertos e dispositivos personalizados, a previsibilidade dos procedimentos e os resultados clínicos obtidos na regeneração óssea e reabilitação implantossuportada.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, de natureza qualitativa e descritiva, desenvolvida com o objetivo de analisar as evidências científicas sobre a aplicação da tomografia computadorizada, do fluxo digital CAD/CAM e da impressão 3D na reconstrução óssea dos maxilares. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar, utilizando os descritores em português e inglês combinados pelos operadores booleanos AND e OR, incluindo os termos: *computed tomography, CAD/CAM, digital workflow, 3D printing, patient-specific implant, bone regeneration, maxillary reconstruction, oral surgery, tomografia computadorizada, fluxo digital, impressão 3D, reconstrução óssea dos maxilares e regeneração óssea*.

Foram incluídos artigos publicados entre 2021 e 2025, disponíveis na íntegra, nos idiomas português e inglês, que abordassem a utilização de tecnologias digitais aplicadas ao planejamento cirúrgico, à confecção de enxertos, malhas, guias cirúrgicos e implantes personalizados para reconstrução óssea dos maxilares. Foram excluídos relatos sem fundamentação científica, cartas ao editor, resumos de eventos, estudos duplicados e publicações que não apresentassem relação direta com o tema proposto. Após a seleção e análise crítica dos estudos, os dados foram organizados de forma descritiva, permitindo a discussão dos principais avanços, aplicações clínicas, benefícios e limitações do fluxo digital CAD/CAM e da impressão 3D na reconstrução óssea maxilofacial.

REVISÃO DE LITERATURA

O emprego de malhas de titânio personalizadas confeccionadas por meio do fluxo digital CAD/CAM representa um importante avanço na reconstrução óssea dos

maxilares, pois permite maior precisão no posicionamento dos dispositivos durante o procedimento cirúrgico. A utilização de guias personalizados baseados em exames tomográficos e planejamento virtual favorece a adaptação da malha ao defeito ósseo, reduz a necessidade de ajustes intraoperatórios e contribui para maior previsibilidade na regeneração óssea, tornando os tratamentos mais seguros e eficientes (Chen *et al.*, 2023).

A regeneração óssea guiada associada ao uso de malhas de titânio tem se consolidado como uma estratégia eficaz para a reconstrução de defeitos ósseos dos maxilares, especialmente quando integrada ao fluxo digital com planejamento por tomografia computadorizada e tecnologias CAD/CAM. A personalização dessas malhas permite melhor adaptação ao leito receptor, maior estabilidade do enxerto e manutenção adequada do espaço regenerativo, favorecendo a formação óssea e aumentando a previsibilidade dos procedimentos reconstrutivos realizados na cirurgia bucomaxilofacial (Mateo-Sidrón Antón *et al.*, 2024).

A impressão 3D tem revolucionado a reconstrução óssea dos maxilares ao possibilitar a produção de modelos anatômicos, guias cirúrgicos e dispositivos personalizados a partir de exames tomográficos integrados ao fluxo digital CAD/CAM. Essa tecnologia contribui para um planejamento cirúrgico mais preciso, melhor adaptação dos enxertos e implantes às características anatômicas do paciente e maior previsibilidade dos resultados, especialmente em reconstruções decorrentes de traumas craniofaciais complexos, consolidando-se como uma importante ferramenta na cirurgia bucomaxilofacial moderna (Oley *et al.*, 2024).

O fluxo digital completo tem ampliado a previsibilidade da reconstrução óssea dos maxilares ao integrar a tomografia computadorizada, o planejamento virtual, a tecnologia CAD/CAM e a impressão 3D na confecção de malhas personalizadas para regeneração óssea guiada. Essa abordagem permite maior precisão no desenho e adaptação dos dispositivos ao defeito ósseo, reduzindo a necessidade de ajustes durante a cirurgia e favorecendo melhores condições para a neoformação óssea e para o sucesso da reabilitação implantossuportada (Scribante *et al.*, 2023).

A utilização de malhas de titânio personalizadas confeccionadas por meio da tecnologia CAD/CAM representa um importante avanço na reconstrução óssea dos maxilares, principalmente em defeitos alveolares extensos que demandam regeneração

óssea guiada. Associadas ao planejamento obtido por tomografia computadorizada e ao fluxo digital, essas malhas proporcionam adaptação precisa ao defeito ósseo, favorecem a estabilidade do enxerto e aumentam a previsibilidade dos procedimentos reconstrutivos, contribuindo para melhores condições de reabilitação com implantes dentários (Chiapasco *et al.*, 2021).

A reconstrução óssea dos maxilares por meio do fluxo digital CAD/CAM tem demonstrado resultados promissores na correção de defeitos ósseos severos, permitindo a confecção de malhas de titânio personalizadas com elevada precisão. Essa tecnologia favorece o aumento vertical do rebordo alveolar ao proporcionar melhor adaptação ao defeito, estabilidade do material de enxertia e manutenção do espaço regenerativo, contribuindo para a formação de tecido ósseo adequado e ampliando as possibilidades de reabilitação com implantes dentários (Kurtis *et al.*, 2023).

A evolução do fluxo digital na reconstrução óssea dos maxilares tem incorporado tecnologias de alta precisão, como o planejamento virtual, a osteotomia guiada por laser e a utilização de implantes personalizados desenvolvidos por sistemas CAD/CAM. Essas ferramentas permitem maior fidelidade entre o planejamento pré-operatório e a execução cirúrgica, favorecendo o correto posicionamento dos implantes, a preservação das estruturas anatômicas e resultados reconstrutivos mais previsíveis, seguros e individualizados (Msallem *et al.*, 2024).

A reconstrução óssea dos maxilares tem evoluído com a utilização de implantes de titânio personalizados desenvolvidos a partir do fluxo digital, que integra tomografia computadorizada, planejamento virtual e tecnologia CAD/CAM. Essa abordagem possibilita a confecção de implantes adaptados às características anatômicas de cada paciente, proporcionando maior estabilidade, melhor reabilitação funcional e estética, além de aumentar a previsibilidade dos procedimentos reconstrutivos em defeitos ósseos complexos da região maxilofacial (Lim *et al.*, 2022).

A integração da tomografia computadorizada ao fluxo digital CAD/CAM tem possibilitado o desenvolvimento de técnicas inovadoras para a digitalização e personalização de malhas utilizadas na reconstrução óssea dos maxilares. A confecção de dispositivos customizados favorece a adaptação ao defeito ósseo, reduz a necessidade de ajustes durante o procedimento cirúrgico e contribui para maior estabilidade do enxerto e previsibilidade da regeneração óssea, representando um

avanço importante na reabilitação bucomaxilofacial (Cucchi; Bettini; Corinaldesi, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura recente demonstra consenso de que a incorporação do fluxo digital à reconstrução óssea dos maxilares representa uma das principais evoluções da cirurgia bucomaxilofacial contemporânea. Entretanto, embora todos os estudos reconheçam os benefícios da integração entre tomografia computadorizada, planejamento virtual, tecnologia CAD/CAM e impressão 3D, observa-se que cada autor enfatiza diferentes aplicações clínicas e vantagens específicas dessas tecnologias. De modo geral, verifica-se que a reconstrução personalizada tem proporcionado maior precisão cirúrgica, melhor adaptação dos dispositivos às características anatômicas individuais e maior previsibilidade dos resultados. Nesse contexto, Di Spirito *et al.* (2024) destacam que a integração do fluxo digital permite aperfeiçoar todas as etapas do planejamento reconstrutivo, favorecendo a confecção de enxertos, malhas e biomateriais personalizados. Essa visão é corroborada por Wang *et al.* (2024), que atribuem à impressão 3D papel fundamental na fabricação de dispositivos individualizados capazes de otimizar a adaptação anatômica e reduzir o tempo operatório. Embora ambos os estudos ressaltem a importância da personalização, Wang *et al.* (2024) enfatizam de forma mais específica a contribuição da manufatura aditiva para a produção física dos dispositivos, enquanto Di Spirito *et al.* (2024) direcionam sua discussão para a integração completa do fluxo digital como ferramenta de planejamento cirúrgico.

Ao analisarem reconstruções ósseas mais complexas, Govoni *et al.* (2023) ampliam essa perspectiva ao demonstrarem que a utilização de implantes personalizados associados a enxertos autógenos favorece simultaneamente a recuperação funcional e estética em grandes perdas ósseas. Diferentemente de Di Spirito *et al.* (2024), que abordam o fluxo digital de forma abrangente, Govoni *et al.* (2023) concentram-se na aplicação clínica dos implantes customizados em defeitos extensos. Essa abordagem aproxima-se das observações realizadas por Lim *et al.* (2022), que também descrevem benefícios relacionados aos implantes personalizados confeccionados por CAD/CAM, ressaltando maior estabilidade e melhor adaptação

anatômica. Entretanto, Lim *et al.* (2022) direcionam sua análise principalmente para os implantes de titânio personalizados, enquanto Govoni *et al.* (2023) enfatizam a associação entre implantes customizados e enxertos autógenos como estratégia para potencializar a regeneração óssea.

Entre os diversos recursos empregados na reconstrução óssea, as malhas de titânio personalizadas constituem um dos temas mais recorrentes entre os estudos analisados. Chen *et al.* (2023) afirmam que a utilização dessas malhas confeccionadas por CAD/CAM proporciona posicionamento mais preciso, reduz ajustes intraoperatórios e melhora a adaptação ao defeito ósseo. Essa interpretação apresenta elevada concordância com Mateo-Sidrón Antón *et al.* (2024), que destacam principalmente a capacidade das malhas personalizadas de manter o espaço regenerativo e proporcionar maior estabilidade ao enxerto durante a regeneração óssea guiada. Enquanto Chen *et al.* (2023) enfatizam aspectos operatórios relacionados à facilidade da execução cirúrgica, Mateo-Sidrón Antón *et al.* (2024) concentram sua discussão nos efeitos biológicos decorrentes da estabilidade proporcionada pelas malhas durante o processo regenerativo.

Resultados semelhantes também são apresentados por Scribante *et al.* (2023), que defendem que o fluxo digital completo amplia significativamente a previsibilidade da regeneração óssea ao permitir desenho virtual preciso das malhas personalizadas antes da cirurgia. Comparativamente, Chiapasco *et al.* (2021) ressaltam que as malhas confeccionadas por CAD/CAM apresentam elevada eficiência principalmente na regeneração óssea guiada de defeitos alveolares extensos destinados à futura instalação de implantes dentários. Apesar das diferentes abordagens, ambos os estudos convergem ao reconhecer que a personalização reduz falhas de adaptação e melhora a estabilidade do enxerto. Kurtis *et al.* (2023) complementam essas observações ao demonstrarem que a precisão obtida pelas malhas personalizadas favorece inclusive o ganho vertical do rebordo alveolar, ampliando as possibilidades reabilitadoras em casos de perda óssea severa. Dessa forma, percebe-se que Scribante *et al.* (2023), Chiapasco *et al.* (2021) e Kurtis *et al.* (2023) apresentam resultados complementares, variando principalmente quanto ao enfoque clínico atribuído às malhas personalizadas.

Outro aspecto amplamente discutido refere-se ao papel da impressão 3D na transformação do planejamento virtual em dispositivos físicos personalizados. Oley *et*

al. (2024) destacam que a impressão tridimensional revolucionou a reconstrução maxilofacial ao permitir a fabricação de modelos anatômicos, guias cirúrgicos e implantes individualizados com elevada fidelidade anatômica. Essa interpretação reforça as observações de Wang *et al.* (2024), que igualmente atribuem à impressão 3D importante papel na produção personalizada de dispositivos cirúrgicos. Entretanto, Wang *et al.* (2024) direcionam sua análise para a manufatura aditiva aplicada ao fluxo digital em geral, enquanto Oley *et al.* (2024) enfatizam sua utilização especialmente em reconstruções decorrentes de traumas craniofaciais complexos. Assim, embora abordem diferentes cenários clínicos, ambos demonstram que a impressão 3D representa um dos principais fatores responsáveis pela evolução da reconstrução óssea personalizada.

Além da impressão tridimensional, algumas pesquisas descrevem avanços tecnológicos adicionais incorporados ao fluxo digital. Msallem *et al.* (2024) apresentam uma abordagem diferenciada ao incluírem a osteotomia guiada por laser associada ao planejamento virtual e aos implantes personalizados desenvolvidos por CAD/CAM. Segundo esses autores, essa integração aumenta significativamente a fidelidade entre o planejamento digital e a execução cirúrgica. Quando comparado aos estudos de Di Spirito *et al.* (2024) e Scribante *et al.* (2023), observa-se que Msallem *et al.* (2024) expandem o conceito de fluxo digital ao incorporar tecnologias cirúrgicas complementares, evidenciando uma tendência de evolução contínua dos protocolos digitais utilizados na cirurgia bucomaxilofacial.

Outro ponto importante observado na literatura refere-se à contribuição da tomografia computadorizada para todas as etapas do planejamento reconstrutivo. Enquanto Di Spirito *et al.* (2024) e Wang *et al.* (2024) destacam sua importância como etapa inicial do fluxo digital, Cucchi, Bettini e Corinaldesi (2022) aprofundam essa discussão ao demonstrarem que a digitalização obtida por exames tomográficos possibilita o desenvolvimento de malhas altamente personalizadas, reduzindo significativamente a necessidade de ajustes intraoperatórios. Sob essa perspectiva, os autores concordam que a tomografia computadorizada constitui a base para o desenvolvimento de dispositivos personalizados, embora Cucchi, Bettini e Corinaldesi (2022) enfatizem especificamente o processo de digitalização e modelagem das malhas.

Ao comparar os estudos de Chen *et al.* (2023), Mateo-Sidrón Antón *et al.* (2024),

Scribante *et al.* (2023), Chiapasco *et al.* (2021), Kurtis *et al.* (2023) e Cucchi, Bettini e Corinaldesi (2022), observa-se elevado grau de concordância quanto à superioridade das malhas de titânio personalizadas em relação aos dispositivos convencionais moldados manualmente durante o procedimento cirúrgico. Todos relatam maior adaptação anatômica, melhor estabilidade do enxerto e redução das modificações intraoperatórias. Entretanto, cada estudo evidencia benefícios distintos: Chen *et al.* (2023) valorizam a precisão do posicionamento; Mateo-Sidrón Antón *et al.* (2024) destacam a manutenção do espaço regenerativo; Scribante *et al.* (2023) enfatizam a previsibilidade do planejamento; Chiapasco *et al.* (2021) direcionam a análise para regenerações alveolares extensas; Kurtis *et al.* (2023) ressaltam o aumento vertical do rebordo alveolar; enquanto Cucchi, Bettini e Corinaldesi (2022) concentram-se na digitalização e personalização das malhas.

Também é possível identificar convergência entre Govoni *et al.* (2023), Lim *et al.* (2022) e Msallem *et al.* (2024) quanto à utilização de implantes personalizados confeccionados por CAD/CAM. Os três estudos reconhecem que a individualização dos implantes aumenta significativamente a adaptação anatômica e melhora os resultados funcionais e estéticos. Contudo, Govoni *et al.* (2023) concentram-se na reconstrução de grandes defeitos ósseos associada aos enxertos autógenos; Lim *et al.* (2022) enfatizam a estabilidade mecânica proporcionada pelos implantes de titânio personalizados; e Msallem *et al.* (2024) ampliam essa discussão ao integrar o planejamento virtual com tecnologias avançadas de execução cirúrgica, incluindo osteotomia guiada por laser.

De maneira geral, todos os estudos analisados apresentam elevado nível de concordância ao demonstrar que o fluxo digital transformou significativamente a reconstrução óssea dos maxilares. Embora existam diferenças quanto ao foco de cada investigação, seja direcionado à impressão 3D, às malhas de titânio, aos implantes personalizados, à regeneração óssea guiada ou às tecnologias complementares, observa-se consenso de que a integração entre tomografia computadorizada, planejamento virtual, CAD/CAM e manufatura aditiva promove maior precisão cirúrgica, melhor adaptação anatômica, estabilidade dos enxertos, redução do tempo operatório e maior previsibilidade clínica. Dessa forma, as evidências apresentadas por Di Spirito *et al.* (2024), Wang *et al.* (2024), Govoni *et al.* (2023), Chen *et al.* (2023), Mateo-Sidrón Antón *et al.* (2024), Oley *et al.* (2024), Scribante *et al.* (2023), Chiapasco *et al.* (2021),

Kurtis *et al.* (2023), Msallem *et al.* (2024), Lim *et al.* (2022) e Cucchi, Bettini e Corinaldesi (2022) reforçam que a personalização obtida pelo fluxo digital representa um dos principais avanços atuais da cirurgia bucomaxilofacial, contribuindo para procedimentos reconstrutivos mais seguros, eficientes e previsíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da tomografia computadorizada integrada ao fluxo digital CAD/CAM e à impressão 3D representa um importante avanço na reconstrução óssea dos maxilares, proporcionando maior precisão no planejamento cirúrgico, personalização de enxertos e dispositivos, além de favorecer resultados funcionais e estéticos mais previsíveis. As evidências demonstram que essas tecnologias contribuem para melhor adaptação dos biomateriais ao defeito ósseo, redução do tempo operatório e maior segurança dos procedimentos reconstrutivos. Entretanto, sua ampla implementação ainda depende da disponibilidade de equipamentos, capacitação profissional e redução dos custos envolvidos. Dessa forma, conclui-se que o fluxo digital associado às tecnologias de manufatura aditiva constitui uma abordagem promissora para a regeneração óssea dos maxilares, com potencial para ampliar a previsibilidade clínica e otimizar os resultados das reabilitações bucomaxilofaciais.

REFERÊNCIAS

CHEN, D.; ZHENG, L.; WANG, C.; *et al.* Evaluation of surgical placement accuracy of customized CAD/CAM titanium mesh using screws-position-guided template: a retrospective comparative study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 25, n. 3, p. 519-531, 2023.

CHIAPASCO, M.; CASENTINI, P.; TOMMASATO, G.; *et al.* Customized CAD/CAM titanium meshes for the guided bone regeneration of severe alveolar ridge defects: preliminary results of a retrospective clinical study in humans. *Clinical Oral Implants Research*, v. 32, n. 4, p. 98-106, 2021.

CUCCHI, A.; BETTINI, S.; CORINALDESI, G. A novel technique for digitalisation and customisation of reinforced polytetrafluoroethylene meshes: preliminary results of a

clinical trial. *International Journal of Oral Implantology*, v. 15, n. 2, p. 129-146, 2022.

DI SPIRITO, F.; AMATO, A.; DI PALO, M. P.; *et al.* Customized 3D-printed mesh, membrane, bone substitute, and dental implant in bone regenerative medicine: a systematic review of current applications and future perspectives. *Journal of Functional Biomaterials*, v. 15, n. 10, p. 303-305, 2024.

GOVONI, F. A.; FELICI, N.; ORNELLI, M.; *et al.* Total mandible and bilateral TMJ reconstruction combining a customized jaw implant with a free fibular flap: a case report and literature review. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, v. 45, n. 1, p. 6, 2023.

KURTIŞ, B.; ŞAHİN, S.; GÜRBÜZ, S.; *et al.* Vertical bone augmentation with customized CAD/CAM titanium mesh for severe alveolar ridge defect in the posterior mandible: a case letter. *Journal of Oral Implantology*, v. 49, n. 2, p. 147-156, 2023.

LIM, H. K.; CHOI, Y. J.; CHOI, W. C.; *et al.* Reconstruction of maxillofacial bone defects using patient-specific long-lasting titanium implants. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, p. 75-88, 2022.

MATEO-SIDRÓN ANTÓN, M. C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, F.; MENIZ-GARCÍA, C. Titanium mesh for guided bone regeneration: a systematic review. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 62, n. 5, p. 433-440, 2024.

Nascimento, M. (2022). Interação célula-proteína-implante no processo de osseointegração: interação célula-proteína-implante. *Brazilian Journal of implantology and Health sciences*, 4(2), 44-59.

OLEY, M. H.; OLEY, M. C.; SUKARNO, V.; *et al.* Advances in three-dimensional printing for craniomaxillofacial trauma reconstruction: a systematic review. *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 35, n. 7, p. 26-33, 2024.

SCRIBANTE, A.; GHIZZONI, M.; PELLEGRINI, M.; *et al.* Full-digital customized meshes in guided bone regeneration procedures: a scoping review. *Prosthesis*, v. 5, n. 2, p. 80-95, 2023.

WANG, X.; MU, M.; YAN, J.; *et al.* 3D printing materials and 3D printed surgical devices in oral and maxillofacial surgery: design, workflow and effectiveness. *Regenerative Biomaterials*, v. 11, p. 66-70, 2024.