

Ana Paula da Cunha BARBOSA
Professora Doutora da POG UNIC –
Universidade de Cuiabá –
Especialista em Cirurgia Buco
Maxilo Facial e Harmonização
Orofacial.
<https://orcid.org/0000-0001-9015-8706>

Sérgio de Sousa MAIA
Cirurgião Buco Maxilo Facial, Pós
Doutorando UNICAMP

José Abel Porto de ALMEIDA
Cirurgião Buco Maxilo Facial

Juliana Moreira CHRAMOSTA
Cirurgiã Dentista
<https://orcid.org/0009-0000-3589-0419>

Luiz Evaristo Ricci VOLPATO
Cirurgião Dentista; Mestre em
Saúde e Ambiente; Doutor em
Odontologia; Pesquisador e
Docente – Universidade de
Cuiabá.
<https://orcid.org/0000-0002-2969-1963>

Cecília Amélia de Carvalho ZAVAGLIA
Docente no Departamento de
Engenharia de Manufatura e
Materiais – UNICAMP
<https://orcid.org/0000-0002-2272-1306>

RECONSTRUÇÃO DE MAXILA ATRÓFICA COM PRÓTESE CUSTOMIZADA DE TITÂNIO E REABILITAÇÃO ORAL IMEDIATA: RELATO DE CASO CLÍNICO

Reconstruction of an atrophic maxilla with a custom-made titanium prosthesis and immediate oral rehabilitation: a clinical case report

DOI 10.5281/zenodo.17807921

RESUMO

A reabilitação oral de pacientes com maxilas severamente atróficas representa um dos maiores desafios da implantodontia moderna, especialmente diante da ausência de volume ósseo adequado para instalação de implantes convencionais. Com o avanço das tecnologias digitais, o uso de próteses e implantes customizados produzidos por manufatura aditiva tornou-se uma alternativa previsível e segura. O presente trabalho tem como objetivo relatar um caso clínico de reconstrução maxilar utilizando uma prótese customizada de titânio, planejada integralmente por meio de fluxo digital CAD/CAM, seguida de reabilitação oral imediata com prótese total provisória tipo protocolo. O planejamento tridimensional foi realizado com base em tomografia computadorizada e modelagem virtual da estrutura óssea, possibilitando a confecção da prótese sob medida e a fabricação de guias cirúrgicos específicos. O procedimento cirúrgico demonstrou adaptação anatômica precisa, estabilidade primária imediata e ausência de necessidade de enxertos complementares. A paciente foi reabilitada funcional e esteticamente com carga imediata, apresentando resultados satisfatórios no pós-operatório. Conclui-se que o uso de próteses customizadas em titânio, aliadas ao planejamento digital e à manufatura aditiva, oferece uma solução previsível, menos invasiva e altamente funcional para reabilitações em maxilas atróficas severas.

Palavras-Chave: Prótese customizada; Reabilitação oral; Manufatura aditiva; CAD/CAM; Maxila atrófica; Prótese Total Fixa Sobre Implantes.

ABSTRACT

Oral rehabilitation of patients with severely atrophic maxillae remains one of the greatest challenges in modern implant dentistry, particularly due to the lack of sufficient bone volume for conventional implant placement. With the advancement of digital technologies, the use of customized prostheses and implants produced by additive manufacturing has become a predictable and safe alternative. This study aims to report a clinical case of maxillary reconstruction using a custom-made titanium prosthesis, fully planned through a digital CAD/CAM workflow, followed by immediate oral rehabilitation with a provisional full-arch protocol prosthesis. Three-dimensional planning was performed based on cone-beam computed tomography and virtual modeling of the bone structure, allowing the fabrication of a patient-specific prosthesis and surgical guides. The surgical procedure showed precise anatomical adaptation, immediate primary stability, and eliminated the need for additional bone grafts. The patient achieved functional and aesthetic rehabilitation with immediate loading and presented satisfactory postoperative outcomes. It can be concluded that the use of custom-made titanium prostheses, combined with digital planning and additive manufacturing, provides a predictable, less invasive, and highly functional solution for the rehabilitation of severely atrophic maxillae.

Keywords: Custom-made prosthesis; Oral rehabilitation; Additive manufacturing; CAD/CAM; Atrophic maxilla; Full-arch protocol prosthesis.

INTRODUÇÃO

A perda dentária total ou parcial e as reabsorções ósseas decorrentes representam um desafio significativo para a reabilitação oral moderna, especialmente em maxilas extremamente atróficas. A ausência de suporte ósseo adequado dificulta a instalação de implantes convencionais, exigindo abordagens cirúrgicas avançadas, como o uso de próteses customizadas, manufaturadas digitalmente e ajustadas individualmente à anatomia do paciente¹⁻².

O avanço das tecnologias digitais, especialmente o fluxo CAD/CAM e a manufatura aditiva (MA), possibilitou uma nova era na odontologia reabilitadora. Essas ferramentas permitem o planejamento virtual cirúrgico, a simulação pré-operatória e a confecção precisa de estruturas metálicas personalizadas, como malhas e próteses subperiosteais de titânio, otimizando os resultados funcionais e estéticos³⁻⁴. A biomodelagem tridimensional, desenvolvida a partir de exames de tomografia computadorizada (CT) e processada em softwares específicos, possibilita o estudo detalhado da morfologia óssea e a produção de guias cirúrgicos e dispositivos sob medida⁵⁻⁶.

O uso de biomodelos e próteses personalizadas em reconstruções maxilofaciais oferece benefícios comprovados: redução do tempo cirúrgico, previsibilidade dos resultados e melhor adaptação anatômica, promovendo uma integração entre engenharia, odontologia e tecnologia de materiais⁷⁻⁸. A literatura mostra que o emprego de próteses customizadas é especialmente indicado em casos de atrofia severas, em que enxertos ósseos autógenos ou alógenos não são viáveis⁹.

Nos últimos anos, as cirurgias guiadas para reabilitação oral total, com protocolos imediatos de carga protética — como o All-on-Four —, vêm sendo associadas ao uso de implantes e estruturas customizadas, alcançando sucesso estético e funcional elevado^{1,10}. O presente trabalho tem como objetivo relatar um caso clínico de reconstrução maxilofacial com o uso de uma prótese customizada de titânio, seguida de reabilitação oral imediata com prótese total provisória tipo protocolo, descrevendo detalhadamente o planejamento digital, a execução cirúrgica e os resultados clínicos obtidos.

REVISÃO DE LITERATURA

EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO EM MAXILAS ATRÓFICAS

A reabilitação de maxilas severamente atróficas tem evoluído significativamente nas últimas décadas, acompanhando o avanço das tecnologias digitais e dos biomateriais. Tradicionalmente, os tratamentos envolviam enxertos autógenos ou alógenos, osteotomias segmentares e técnicas de regeneração óssea guiada (GBR) para permitir a instalação de implantes convencionais. No entanto, essas abordagens frequentemente apresentavam morbidade aumentada, reabsorção óssea imprevisível e longos tempos de reabilitação⁹.

Segundo o relatório de consenso de 2024 da *International Team for Implantology* (ITI), os implantes zigomáticos são alternativas de tratamento em casos de reabilitação de maxilas atróficas ou com ausência óssea significativa, sendo indicado nos casos de atrofia ou deficiência da maxila, em falha de tratamentos prévios com enxertos e/ou implantes, em alternativas à cirurgia de enxerto em estágio ou em situações de defeito secundário a ressecção, trauma ou origem congênita. Porém, apresentam complicações biológicas mais frequentes, destacando a sinusite (com prevalência total estimada em 14,2%), e relatos de parestesias transitórias do nervo infraorbital, comunicações oroantrais, recessão tecidual peri-abutment e em raros casos fratura do implante¹¹.

Com o desenvolvimento de sistemas baseados em CAD/CAM (Computer-Aided Design/Manufacturing) e manufatura aditiva (AM), tornou-se possível planejar, projetar e fabricar implantes personalizados que se adaptam perfeitamente à anatomia óssea residual, proporcionando melhor distribuição biomecânica das cargas mastigatórias e maior estabilidade primária¹²⁻¹³.

Os implantes subperiosteais personalizados, conhecidos também como *Patient-Specific Implants* (PSI), ressurgiram como uma solução previsível e segura para casos de reabsorção severa, dispensando enxertos e reduzindo o tempo cirúrgico¹⁴⁻¹⁵.

DESENVOLVIMENTO DA MANUFATURA ADITIVA E DO FLUXO DIGITAL

A incorporação do fluxo digital completo — desde o escaneamento e a tomografia computadorizada até a confecção da prótese — representa uma revolução na odontologia reabilitadora. De acordo com Maia *et al.*¹⁵, o uso de softwares tridimensionais (CAD) e manufatura aditiva (CAM) permite a confecção precisa de próteses customizadas e implantes sob medida, ajustados ao contorno ósseo do paciente, reduzindo falhas de adaptação e otimizando o resultado estético-funcional.

Estudos como os de Ciocca *et al.*¹⁶ e Bianchi *et al.*¹⁷ mostram que o fluxo digital integrado viabiliza o planejamento reverso: primeiro define-se a posição ideal da prótese e dos dentes, e posteriormente são projetadas as estruturas ósseas e suportes metálicos correspondentes, em um processo denominado *prosthodontically guided bone regeneration* (PGBR). Essa abordagem garante previsibilidade na posição dos implantes e no ajuste das próteses fixas imediatas, mesmo em arcadas completamente atróficas.

Além disso, materiais como o titânio Ti6Al4V, o PEEK (Polyether-Ether-Ketone) e ligas biofuncionalizadas têm sido amplamente empregados na confecção dessas estruturas. Segundo El Morsy *et al.*¹⁸, o uso de folhas de PEEK customizadas para reconstrução tridimensional da maxila mostrou ganhos ósseos médios de 3,4 mm em altura e 3,4 mm em espessura, com previsibilidade clínica elevada e baixa morbidade cirúrgica.

MATERIAIS E PROCESSOS APLICADOS À RECONSTRUÇÃO MAXILOFACIAL

Os avanços na manufatura aditiva metálica — como a sinterização seletiva a laser (SLS) e a sinterização direta de metais a laser (DMLS) — permitiram a criação de implantes com geometrias complexas e porosidades controladas, favorecendo a osseointegração e a vascularização local¹⁹. Esses métodos possibilitam a fabricação de dispositivos com micro e nanoestruturas osteocondutoras, o que promove adesão celular e neoformação óssea de forma mais fisiológica. Ciocca *et al.*¹² observaram, em estudo clínico prospectivo, que o uso de malhas de titânio personalizadas para regeneração óssea guiada proporcionou aumento médio vertical de 3,9 mm, com resultados satisfatórios de integração e estabilidade para instalação de implantes.

Segundo Maia¹⁵ e Tosin², as próteses personalizadas em titânio usinado ou impresso em 3D apresentam superior adaptação à morfologia óssea, além de oferecerem menor taxa de falhas comparadas a enxertos autógenos volumosos. O fluxo digital também permite a confecção de guias cirúrgicas e biomodelos, otimizando o posicionamento dos implantes e a simulação pré-operatória⁸.

APLICAÇÕES CLÍNICAS E BENEFÍCIOS REABILITADORES

Estudos recentes demonstram que as próteses e implantes customizados representam uma alternativa segura e eficiente para pacientes com maxilas e mandíbulas atróficas, proporcionando melhor qualidade de vida e reabilitação funcional imediata. Angelo e Ferreira²⁰ relatam um caso de reabilitação bimaxilar com implantes subperiosteais customizados e prótese imediata, com plena estabilidade e estética satisfatória. De forma semelhante, Maia *et al.*¹⁵ descrevem um caso de reconstrução simultânea maxilomandibular com próteses customizadas, em que o planejamento digital possibilitou correção da relação maxilomandibular e reabilitação funcional imediata.

Esses achados são corroborados por Brás¹³, que destaca o impacto psicossocial positivo da reabilitação com implantes personalizados, especialmente pela previsibilidade estética e ausência de cirurgias múltiplas. Os autores convergem ao afirmar que essa abordagem representa um novo paradigma clínico, onde a integração entre engenharia, odontologia e tecnologia digital redefine os limites da reabilitação orofacial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA LITERATURA

Com base na literatura revisada, observa-se uma clara tendência de substituição de técnicas tradicionais de enxertia por implantes e próteses customizadas fabricadas digitalmente, sobretudo em pacientes com reabsorções severas. A sinergia entre planejamento digital, manufatura aditiva e biomecânica personalizada proporciona resultados mais previsíveis, com menor morbidade e tempo clínico reduzido. Apesar

do sucesso relatado, diversos autores^{12,16,18} ressaltam que o domínio técnico e o planejamento interdisciplinar são fundamentais para minimizar riscos, especialmente relacionados à exposição de malhas e à adaptação protética.

RELATO DE CASO CLÍNICO

IDENTIFICAÇÃO E HISTÓRICO CLÍNICO

Paciente do sexo feminino, 83 anos, com maxila extremamente atrofica, foi encaminhada ao serviço de cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial para reabilitação funcional e estética. A paciente relatava histórico de perda dentária progressiva e dificuldade para adaptação de próteses removíveis, além de queixas funcionais relacionadas à mastigação e fonética. Exames tomográficos evidenciaram severa reabsorção óssea do rebordo alveolar, com altura e espessura ósseas insuficientes para instalação de implantes convencionais.

Considerando o grau de atrofia e a impossibilidade técnica para enxertos volumosos, optou-se pela instalação de uma prótese customizada de titânio, planejada digitalmente, associada à reabilitação oral imediata com prótese total provisória tipo protocolo.

PLANEJAMENTO DIGITAL E MANUFATURA DA PRÓTESE

O planejamento foi realizado por meio do sistema CustomLife CPMH, com base em tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de alta resolução. Conforme o relatório técnico (Relatório ELF – CPMH, 2025)

O fluxo envolveu:

- Segmentação do modelo ósseo tridimensional;
- Simulação das osteotomias e remoção de remanescentes (p. 2);
- Design da prótese personalizada com suporte bicortical, fixação em pilares zigomáticos e regiões paranasais (p. 5);
- Determinação das perfurações de Ø2,0 mm e parafusos autoperfurantes de 6 a 18 mm de comprimento (p. 5–6);
- Planejamento dos minipilares de 2,0 mm para acoplamento da futura prótese protocolo (p. 6);
- Prototipagem da estrutura via manufatura aditiva metálica (DMLS) em liga Ti6Al4V grau médico, garantindo resistência, leveza e precisão anatômica.

O planejamento virtual permitiu simular o assentamento da prótese, angulação dos pilares e estabilidade das áreas de fixação, com guias cirúrgicos específicos para corte e perfurações. Figuras de 1 a 5.

Figura 1 - Planejamento tridimensional da prótese customizada de titânio, obtido a partir de tomografia computadorizada e modelagem virtual do arcabouço ósseo maxilar (Relatório CPMH, 2025).

Figuras 2 e 3 - Vista superior e lateral do design virtual da prótese com definição dos pontos de fixação e posicionamento dos minipilares para futura reabilitação protética. Mapas de perfuração e planejamento da distribuição dos parafusos autoperfurantes de titânio (\varnothing 2,0 mm), conforme simulação digital.



Figuras 4 e 5 – Visualização do encaixe anômico da prótese customizada no modelo ósseo 3D e guia cirúrgico prototipado por manufatura aditiva metálica (DMLS).



PROCEDIMENTO CIRÚRGICO

Figuras 7,8 e 9 - Exposição da maxila atrofica após descolamento do retalho mucoperiosteal, guia de corte e perfuração posicionado e adaptação inicial da prótese customizada.



O procedimento foi realizado sob anestesia geral e condições estéreis hospitalares. Nas Figuras 7 a 9 (acima), observa-se o campo operatório após o acesso em rebordo alveolar em toda a extensão da maxila. O retalho mucoperiosteal foi descolado cuidadosamente, expondo a área de rebordo atrofico.

Com o auxílio do guia cirúrgico personalizado para corte, realizou-se a perfuração inicial com broca de

1,6 mm, seguida de fixação do guia e osteotomia controlada, conforme protocolo estabelecido no planejamento digital. A exposição da base óssea foi mantida sob irrigação contínua para controle térmico.

A prótese customizada de titânio foi então posicionada, apresentando adaptação precisa às curvaturas ósseas e aos pontos de ancoragem zigomáticos e paranasais. A fixação foi feita com parafusos de titânio autoperfurantes (6 a 18 mm), conforme orientação do relatório técnico. A estabilidade primária foi imediata, dispensando qualquer necessidade de enxerto complementar. Após a instalação, o retalho foi reposicionado e suturado com fio reabsorvível (Vicryl 4-0).

Figuras 11, 12 e 13 - Prótese provisória para instalação de carga imediata.



Figura 14 – Prótese provisória instalada



REABILITAÇÃO ORAL

A reabilitação colocação da prótese provisória foi feita no outro dia para não estender o tempo anestésico e evitar complicações, os minipilares de 2 mm foram acoplados à prótese, permitindo a instalação da prótese total provisória tipo protocolo, confeccionada previamente com base no modelo digital. Essa abordagem favoreceu a reabilitação imediata, devolvendo ao paciente função mastigatória, suporte labial e harmonia facial.

O pós-operatório foi acompanhado com antibioticoterapia, anti-inflamatórios e orientações de higiene

oral e alimentação líquida/pastosa nos primeiros dias. A paciente apresentou recuperação sem intercorrências, com excelente adaptação funcional e estética.

DISCUSSÃO

A literatura corrobora o sucesso do uso de implantes e próteses customizadas em casos de atrofia severa, destacando benefícios como menor morbidade, redução do tempo cirúrgico e previsibilidade estética^{12-13,15-16}.

A manufatura aditiva permite a confecção de estruturas anatômicas sob medida, otimizando o contato entre o titânio e o osso e proporcionando melhor distribuição das cargas mastigatórias^{15,18}.

No caso apresentado, a associação entre planejamento digital detalhado e reabilitação imediata demonstrou-se eficaz e segura, alinhando-se aos princípios descritos por Maia¹, Tosin² e Bianchi *et al.*¹⁷, que enfatizam a integração entre CAD/CAM, cirurgia guiada e prótese sobre implante como o novo padrão da implantodontia avançada.

CONCLUSÃO

O presente caso clínico evidência que a reconstrução de maxila severamente atrofica com prótese customizada de titânio é uma alternativa previsível e funcional, possibilitando reabilitação imediata e resultados estéticos satisfatórios.

O uso do planejamento digital tridimensional e da manufatura aditiva permitiu controle absoluto do desenho e da execução cirúrgica, reduzindo riscos e otimizando a previsibilidade.

O acompanhamento pós-operatório indicou estabilidade da estrutura, ausência de infecção e plena satisfação da paciente.

REFERÊNCIAS

1. MAIA, S. S. *Estudo clínico das reabilitações protéticas com implantes personalizados em titânio obtidos por manufatura aditiva CAD/CAM*. Campinas: São Leopoldo Mandic, 2022.
2. TOSIN, D. C. *Reabilitação orofacial com próteses customizadas: fluxo digital como ferramenta de previsibilidade clínica*. Curitiba: Universidade Positivo, 2020.
3. SILVA, G. W. *Aplicações da manufatura aditiva em reabilitação oral: revisão de literatura*. Campinas: UNICAMP, 2020.
4. GREGOLIN, R. F.; *et al.* Biomechanical Stress and Strain Analysis of Mandibular Human Region from Computed Tomography to Custom Implant Development. *Advances in Materials Science and Engineering*, v. 2017, p. 1–7, 2017. DOI: 10.1155/2017/2106571.
5. GRANDE NETO, N. S.; CARVALHO, R. C.; SOUSA, J. C. B.; *et al.* Material alternativo de baixo custo aplicado à técnica de impressão tridimensional (3D printer). *Revista Ibero-Americana de Engenharia Mecânica*, v. 22, n. 1, p. 93–103, 2018.

6. ANTAS, A. F. F. *Utilização das tecnologias de prototipagem rápida na área médica*. Porto: Universidade do Porto, 2007.
7. COBEIN, M. V. *Evolução dos sistemas de retenção, fixação e ancoragem extraoral na reabilitação bucomaxilofacial: revisão sistemática*. São Paulo: USP, 2014.
8. GONÇALVES, L. S.; SILVA, G. D. G.; FORMIGA FILHO, A. L. N. Aplicação de biomodelos de prototipagem rápida em CTBMF. *Anais do II Congresso Brasileiro de Ciências da Saúde*, 2019.
9. MOREIRA, T. C. A.; et al. Reabilitação com implantes em maxila atrófica por meio de cirurgia guiada utilizando a técnica All-on-Four. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 5, e27512541725, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i5.41725.
10. LIMA, E. B.; et al. Reabilitação em prótese fixa implanto suportada em maxilares atróficos e o impacto na qualidade de vida dos pacientes. *UNILAGO*, São José do Rio Preto, 2023.
11. CHOWDHURY, R.; et al. The ITI Consensus Report on Zygomatic Implants for the Rehabilitation of Atrophic Maxillae. *Clinical Oral Implants Research*, v. 35, n. S1, p. 173–194, 2024. DOI: 10.1111/clr.14085
12. CIOCCA, L.; LIZIO, G.; BALDISSARA, P.; et al. Prosthetically CAD-CAM-Guided Bone Augmentation of Atrophic Jaws Using Customized Titanium Mesh: Preliminary Results of an Open Prospective Study. *Journal of Oral Implantology*, v. 44, n. 2, p. 131–137, 2018. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-17-00125.
13. BRÁS, V. M. Patient Specific Implant – A Reliable Alternative to Atrophic Maxillas. *Journal of Dentistry and Oral Sciences*, v. 3, n. 1, p. 1–2, 2021. DOI: 10.37191/Mapsci-2582-3736-3(1)-068.
14. MOMMAERTS, M. Y. Evolutionary steps in the design and biofunctionalization of the additively manufactured subperiosteal jaw implant ‘AMSJI’ for the maxilla. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 48, n. 1, p. 108–114, 2019. DOI: 10.1016/j.ijom.2018.07.014.
15. MAIA, S. S.; BARBOSA, A. P. C.; ZAVAGLIA, C. A. C.; et al. Reconstrução maxilofacial com reabilitação dentária bimaxilar simultânea com próteses customizadas. *Revista FAIPE*, v. 15, n. 1, p. 1–16, jan./jun. 2025. DOI: 10.5281/zenodo.15825536.
16. CIOCCA, L.; MAZZONI, S.; SCOTTI, R.; et al. Work flow for the prosthetic rehabilitation of atrophic patients with a minimal-intervention CAD/CAM approach. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 114, n. 1, p. 22–26, 2015.
17. BIANCHI, A.; VAIRO, G.; GIANNI, A. B.; et al. Full Digital Workflow in Maxillofacial Prosthodontics: From Planning to Fabrication. In: *Digital Dentistry: Recent Advances and Applications*. Springer, 2023. DOI: 10.1007/978-3-031-12755-7_7.
18. EL MORSY, O. A.; EL NAHASS, H. A.; EL SAYEH, H.; EL-GENDY, E. A. Assessment of 3-dimensional bone augmentation of severely atrophied maxillary alveolar ridges using patient-specific polyether-ether-ketone (PEEK) sheets. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 22, n. 2, p. 148–155, 2020. DOI: 10.1111/cid.12890.
19. COHEN, D. J.; et al. Novel Osteogenic Ti-6Al-4V Device for Restoration of Dental Function in Patients with Large Bone Deficiencies. *Scientific Reports*, v. 6, 20493, 2016. DOI: 10.1038/srep20493.
20. ÂNGELO, D. F.; FERREIRA, J. R. V. The role of custom-made subperiosteal implants for rehabilitation of atrophic jaws – a case report. *Annals of Maxillofacial Surgery*, v. 10, n. 2, p. 507–511, 2020. DOI: 10.4103/ams.ams_263_20.