

Uso de planejamento digital e impressão 3D na confecção de prótese auricular adesiva: Relato de caso clínico

Stramandinoli-Zanicotti, Roberta Targa^{*1}, Sade, Maria Clara Abdala Vasques²; Borges, Mariana Ortelan³; Foggiatto, José Aguiomar⁴

1 – Serviço de Prótese Facial Reconstructiva, CHT/HR, robertastramandinoli@yahoo.com.br 2 – Serviço de Prótese

Facial Reconstructiva, CHT/HR, mcabdala.vasques@gmail.com

3 – Departamento de Odontologia, UFPR, mariana.ortelan@ufpr.br

4 – Departamento de Mecânica, UTFPR, foggiatto@utfpr.edu.br

* - Correspondência: Centro Hospitalar de Reabilitação Rua Quintino Bocaiuva, 329 Curitiba PR Brasil 800035-090 .

DOI 10.52050/9788579177149-27

RESUMO

Pacientes com mutilações faciais enfrentam desafios estéticos, funcionais, psicossociais e dificuldades na reabilitação protética, tanto por falta de acesso a serviços e profissionais especializados, quanto pela dificuldade técnica de confecção das próteses faciais. Este estudo relata a confecção de uma prótese auricular adesiva por meio de tecnologias digitais e manufatura aditiva. Foi utilizado um fluxo digital com tomografia computadorizada, segmentação via *InVesalius*, modelagem em *Meshmixer* e impressão 3D do protótipo. A fabricação final da prótese auricular em silicone grau médico seguiu-se pelo método convencional. Os resultados demonstraram precisão anatômica e redução no tempo clínico. Conclui-se que a abordagem tecnológica favorece a individualização protética, otimizando e facilitando o processo de reabilitação e reintegração social.

Palavras-chave: prótese auricular, prótese facial, manufatura aditiva, planejamento digital.

ABSTRACT

Patients with facial mutilations face aesthetic, functional, and psychosocial challenges, along with difficulties in prosthetic rehabilitation due to limited access to specialized professionals and the technical complexity of facial prosthesis fabrication. This study reports the creation of an adhesive auricular prosthesis

using digital technologies and additive manufacturing. A digital workflow was applied, involving CT imaging, segmentation with InVesalius, modeling in Meshmixer, and 3D printing. The final fabrication of the medical-grade silicone auricular prosthesis was carried out using the conventional method. The results showed anatomical accuracy and reduced clinical time. The technological approach supports prosthetic customization, optimizing and facilitating the rehabilitation process and social reintegration.

Keywords: *auricular prosthesis, additive manufacturing, digital planning.*

1. INTRODUÇÃO

A reabilitação de pacientes com mutilações faciais decorrentes de neoplasias malignas constitui um dos maiores desafios no campo da prótese bucomaxilofacial, considerando tanto os aspectos funcionais quanto os impactos estéticos e psicossociais envolvidos. A perda de estruturas faciais, como a orelha, compromete diretamente a identidade, a autoestima e a qualidade de vida dos indivíduos, exigindo abordagens terapêuticas precisas e adaptadas à singularidade de cada caso (RODRIGUES et al., 2021). No contexto oncológico, o carcinoma espinocelular configura-se como uma das principais causas de ressecções extensas na região da cabeça e pescoço, frequentemente demandando intervenções cirúrgicas amplas que inviabilizam a reconstrução por meio de enxertos convencionais (MSD MANUALS, 2025). Nessa perspectiva, a prótese auricular surge como uma alternativa viável e menos invasiva, sobretudo quando confeccionada a partir de fluxos digitais que integram tecnologias como a tomografia computadorizada e a manufatura aditiva.

O desenvolvimento de ferramentas tridimensionais tem possibilitado avanços relevantes na reabilitação estética e funcional de pacientes, oferecendo maior precisão anatômica, otimização do tempo clínico e resultados personalizados, compatíveis com a morfologia individual (KHORSANDI et al., 2021). Estudos recentes demonstram que o uso combinado de *softwares* de segmentação e modelagem, como o *InVesalius* e o *Meshmixer*, associado à impressão tridimensional, contribui para um processo mais eficiente e assertivo na confecção de próteses faciais (STADLINGER et al., 2020; ZOABI; REDENSKI, 2022). Tais ferramentas digitais ampliam as possibilidades de planejamento protético ao permitir a reprodução simétrica de estruturas perdidas com base em elementos anatômicos preservados, além de facilitar as etapas de escultura e adaptação com menor suscetibilidade a falhas manuais (HEYDENRYCH; VAN DER WALT; VAN DEN HEEVER, 2023).

Diante dessas inovações, torna-se fundamental relatar casos clínicos que evidenciam a aplicabilidade e os benefícios das tecnologias emergentes no

cotidiano da prática clínica especializada. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um relato de caso clínico sobre a confecção de uma prótese auricular adesiva por meio de planejamento digital e impressão 3D, destacando os aspectos técnicos envolvidos, os ganhos estético-funcionais obtidos, bem como as implicações clínicas e psicossociais decorrentes da intervenção.

2. DESENVOLVIMENTO

A integração da manufatura aditiva no contexto das próteses bucomaxilofaciais representa um avanço significativo no processo de reabilitação de pacientes acometidos por mutilações faciais. A utilização das tecnologias de impressão tridimensional na criação de próteses personalizadas tem demonstrado potencial transformador, viabilizando não apenas a restauração funcional, mas também a melhoria do bem-estar psicossocial dos pacientes (STRAMANDINOLI-ZANICOTTI; CORSO; KUNKEL, 2022).

O paciente foi diagnosticado com uma neoplasia maligna na região auricular esquerda e direita, sendo submetido a procedimento cirúrgico com mutilação parcial em ambos os lados, porém no lado esquerdo a exértese do tumor resultou em mutilação extensa seguido de radioterapia. Após o acompanhamento, optou-se pela confecção de uma prótese auricular total adesiva, colada sobre o remascente (Figura 01)

Para garantir a personalização e adaptação da prótese, foi realizada uma tomografia computadorizada multislice, com cortes axiais de 1 mm de espessura. Os arquivos obtidos em formato DICOM foram utilizados para segmentação anatômica e geração do modelo 3D (Figura 02 e 03).

Etapas do processo digital

O desenvolvimento do fluxo digital teve início com a segmentação da tomografia, realizada por meio do software InVesalius 3.1. A partir da importação dos arquivos DICOM (formato .DCM), foi feita a seleção de uma faixa de densidade correspondente a tecidos moles e duros, permitindo a geração automática de um modelo 3D com base na densidade desses tecidos. Por fim, o arquivo foi exportado em formato STL. Esse processo foi essencial para a obtenção de um modelo anatômico fiel, aspecto fundamental para a reabilitação funcional e estética (KHORSANDI et al., 2021).

Em seguida, foi realizada a modelagem digital no software Meshmixer (Autodesk), com a importação do arquivo STL. O fluxo de trabalho envolveu a limpeza digital da região afetada, criação de uma cópia em 3D do rosto e

impressão 3D por extrusão de material (Figura 02), além do espelhamento da orelha preservada para gerar a prótese contralateral. Também foram realizados ajustes finos na base da prótese e no planejamento da borda de fixação adesiva, seguidos de suavização e preparação do modelo final. A possibilidade de espelhamento e personalização digital garantiu simetria e naturalidade à prótese, características essenciais para a reintegração psicossocial do paciente (STADLINGER et al., 2020; ZOABI; REDENSKI, 2022).

A etapa seguinte consistiu na impressão 3D do biomodelo, utilizando uma impressora Anycubic Photon Mono X e resina fotopolimerizável lavável. Foram adotados os seguintes parâmetros: espessura da camada de 0,05 mm, tempo de exposição inicial de 30 segundos e tempo de exposição por camada de 2,5 segundos. O modelo foi impresso inclinado a 45°, com suportes automáticos gerados no slicer. O resultado foi um biomodelo físico altamente preciso, que serviu como guia para a escultura da prótese em cera e posterior moldagem em silicone (STADLINGER et al., 2020).

Após a impressão, o pós-processamento incluiu a lavagem do biomodelo com álcool isopropílico 96%, seguido de cura em câmara UV por 10 minutos. Por fim, os suportes foram removidos manualmente, garantindo a integridade do modelo.

A escultura da prótese definitiva foi realizada com base no biomodelo impresso. Primeiramente, foi confeccionada uma versão em cera para avaliação estética e adaptação sobre o remanescente (Figura 02). Após a avaliação e prova no paciente, seguiu-se para a fabricação da prótese final em silicone médico, com aplicação de coloração intrínseca para simular com fidelidade a tonalidade da pele, além de pigmentação extrínseca para reproduzir texturas e manchas naturais. (Figura 04).

Por fim, cabe destacar as considerações clínicas e tecnológicas envolvidas. O uso do fluxo digital possibilitou um alto grau de personalização, o que foi especialmente relevante em um caso clínico com presença de tecido cicatricial. A abordagem digital reduziu significativamente o tempo clínico, aumentou a precisão do encaixe da prótese e contribuiu para a satisfação do paciente. Dessa forma, a reabilitação bucomaxilofacial extrapola o campo estético e se apresenta como uma importante ferramenta terapêutica diante do impacto psicossocial causado por mutilações (DODZIUK, 2016; STRAMANDINOLI-ZANICOTTI; CORSO; KUNKEL, 2022).

3. RESULTADOS

A aplicação do fluxo digital descrito resultou em uma prótese auricular personalizada com alto grau de fidelidade anatômica e adaptação funcional. O

uso integrado da tomografia computadorizada, da segmentação com o software InVesalius e da modelagem no Meshmixer permitiu a reprodução precisa da anatomia auricular contralateral por meio da ferramenta de espelhamento. Isso foi decisivo para alcançar simetria facial e um resultado estético natural.

A impressão tridimensional do biomodelo foi realizada com sucesso utilizando resina fotopolimerizável lavável, garantindo definição adequada das estruturas anatômicas. O biomodelo impresso serviu como guia para a escultura em cera da prótese, facilitando o ajuste clínico e reduzindo etapas manuais do processo. A qualidade do encaixe obtido foi significativamente superior em comparação com métodos convencionais, sobretudo devido à possibilidade de testar previamente a adaptação ao leito cicatricial do paciente.

Durante o pós-processamento, o biomodelo foi devidamente limpo e curado, mantendo suas propriedades estruturais e servindo como base confiável para as etapas subsequentes. A escultura em cera, guiada pelo biomodelo, assegurou fidelidade ao planejamento digital e possibilitou a moldagem do protótipo final em silicone médico, com aplicação individualizada de coloração intrínseca e extrínseca.

Clinicamente, observou-se excelente adaptação da prótese ao leito receptor, com estabilidade, conforto e naturalidade estética (Figura 05 e 06). O paciente relatou melhora na autoestima e maior segurança para reinserção social. A estratégia digital adotada reduziu o tempo clínico total necessário para a confecção da prótese, além de minimizar falhas recorrentes em moldagens convencionais, especialmente em áreas com presença de tecido fibroso ou irregularidades anatômicas.

Este caso demonstra que o uso da manufatura aditiva, aliado a ferramentas de planejamento digital, pode ser eficaz mesmo em contextos clínicos complexos, promovendo reabilitação estética e funcional com impacto positivo na qualidade de vida do paciente.

Figura 01 - Aspecto clínico inicial do remanescente auricular esquerdo e área a ser reabilitada.

Figura 02 - Protótipo impresso em 3D com posicionamento da escultura em cera.

Figura 03 - Modelo 3D virtual gerado a partir da tomografia computadorizada.

Figura 04 - Prótese auricular caracterizada e finalizada.

Figura 05 - Vista frontal do paciente com a prótese auricular em posição.

Figura 06 - Comparação da caracterização da prótese auricular com a orelha direita do paciente, a qual também apresenta mutilação parcial por câncer.



4. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo relatar a aplicação do planejamento digital aliado à manufatura aditiva na confecção de uma prótese auricular adesiva, buscando demonstrar sua viabilidade técnica e benefícios clínicos. A partir do uso integrado de tomografia computadorizada, segmentação digital, modelagem e impressão 3D, foi possível alcançar os propósitos delineados, confirmando-se, de forma plena, a eficácia do fluxo digital na obtenção de um resultado protético preciso, estético e funcionalmente satisfatório.

Como contribuição prática, destaca-se a individualização da prótese conforme a anatomia do paciente, promovendo conforto, simetria e reintegração psicossocial. A utilização de ferramentas digitais como *InVesalius* e *Meshmixer* possibilitou uma abordagem menos invasiva e mais eficiente, reduzindo o tempo clínico, o número de etapas manuais e, consequentemente, o potencial de falhas. Tais características evidenciam o potencial das tecnologias digitais baseadas em manufatura aditiva para ampliar o acesso a soluções de reabilitação facial com maior qualidade e previsibilidade, especialmente em contextos oncológicos.

Diante dos avanços apresentados, recomenda-se o fomento a estratégias de capacitação técnica para profissionais da área, bem como a realização de estudos multicêntricos que explorem diferentes variações anatômicas e contextos clínicos. Além disso, investimentos em pesquisa e desenvolvimento são fundamentais para aprimorar a acessibilidade às ferramentas digitais, reduzir os custos envolvidos e ampliar o alcance da tecnologia assistiva na reabilitação protética de indivíduos mutilados faciais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária pelo apoio financeiro através do NAPI-TA (Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva) e ao CNPq pela bolsa de produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora. Ainda, agradecemos aos colegas de iniciação científica e professores que auxiliaram no processo. Agradecemos também à Liga Acadêmica de Prótese Bucomaxilofacial do Hospital do Trabalhador, por oportunizar aos estudantes de odontologia estágio no Serviço de Prótese Facial Reconstructiva.

REFERÊNCIAS

DODZIUK, H. *Applications of 3D printing in healthcare*. *Polish Journal Of Cardio-Thoracic Surgery*, [S.l.], v. 3, p. 283-293, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5114/kitp.2016.62625>.

HEYDENRYCH, A.; VAN DER WALT, J. G.; VAN DEN HEEVER, H. J. *Auricular prosthesis positioning using virtual planning in combination with additive manufacturing*. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 124, n. 1, p. 101258, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jor-mas.2022.08.001>.

KHORSANDI, D.; FAHIMIPOUR, A.; ABASIAN, P.; SABER, S. S.; SEYEDI, M.; GHANAVATI, S.; AHMAD, A.; STEPHANIS, A. A.; TAGHAVINEZHADDILAMI, F.; LEONOVA, A. *3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: printing techniques, materials, and applications*. *Acta Biomaterialia*, [S.l.], v. 122, p. 26-49, mar. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actbio.2020.12.044>.

MELLO, B. et al. *Advancements in Digital Workflows for 3D-Printed Maxillofacial Soft Prostheses: A Scoping Review*. *Applied Sciences*, v. 15, n. 4, p. 1701, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/4/1701>.

MSD MANUALS. *Carcinoma de células escamosas*. *MSD Manual Versão para Profissionais*, 2025. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/dist%C3%BArbi-os-do-ouvido-nariz-e-garganta/tumo-res-da-cabe%C3%A7a-e-do-pesco%C3%A7o/carcinoma-oral-de-c%C3%A9-lulas-escamosas>.

PROKOP, M.; GALANSKI, M. *Spiral and Multislice Computed Tomography of the Body*. In: VAN DER MOLEN, A. J.; SCHAEFER-PROKOP, C. M. (eds.). New York: Thieme, 2003. p. 1-1090.

RODRIGUES, A. et al. *Impacto psicossocial da reabilitação protética em pacientes com mutilações faciais devido ao câncer*. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 87, n. 5, p. 583-589, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjorl/a/XsGnGrSFJsR9QtTdPdQccB/>.

ROSE, A. M.; LUTHER, P. J.; JAYASENA, C. N.; VERITY, D. H.; ROSE, G. E. *Primary Orbital Melanoma: Presentation, Treatment, and Long-term Outcomes for 13 Patients*. *Frontiers in Oncology*, v. 7, p. 316, 2017. doi: 10.3389/fonc.2017.00316.

STADLINGER, B.; VALDEC, S.; WACHT, L.; ESSIG, H.; WINKLHOFER, S. *3D-cinematic rendering for dental and maxillofacial imaging*. *Dentomaxillofacial Radiology*, [S.l.], v. 49, n. 1, p. 20190249, jan. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1259/dmfr.20190249>.

STRAMANDINOLI-ZANICOTTI, R. T.; CORSO, P. F.; KUNKEL, M. E. *Maxillofacial prostheses: Assistive technology in mutilated facial patients*. In: *Personalized Orthopedics*. Berlin: Springer, 2022. p. 355-371.

ZOABI, A.; REDENSKI, I.; OREN, D.; KASEM, A.; ZIGRON, A.; DAOUD, S.; MOSKOVICH, L.; KABLAN, F.; SROUJI, S. *3D Printing and Virtual Surgical Planning in Oral and Maxillofacial Surgery*. *Journal of Clinical Medicine*, v. 11, n. 9, p. 2385, 24 abr. 2022. doi: 10.3390/jcm11092385.