

## Recomendações para a tomografia computadorizada de pacientes com mutilações faciais

### Recommendations for computed tomography of patients with facial mutilations

Bárbara Brogim Pinheiro<sup>1</sup>, Karin Barczyszyn<sup>2</sup>, José Aguiomar Foggiatto<sup>3</sup>

#### RESUMO

A Manufatura Aditiva (AM), também conhecida como impressão 3D, e os programas de modelagem 3D são tecnologias promissoras para auxiliar a produção de próteses faciais. Este trabalho, que utilizou o método desenvolvido por Denadai (2021), que confecciona próteses faciais a partir das tomografias dos pacientes, identificou algumas dificuldades na etapa de modelagem 3D. Essas dificuldades apareceram durante a produção de duas próteses óculo palpebrais para o Hospital Angelina Caron e em análises de superfícies 3D da face de pacientes do Complexo Hospitalar do Trabalhador. O estudo demonstrou que, se os pacientes forem orientados a fazer a tomografia com os olhos abertos e sem o uso de quaisquer acessórios, ocorre a diminuição do tempo de modelagem das próteses e um melhor resultado final do biomodelo. Esse estudo contribuiu para as áreas de Design e Saúde, visto que acelerou o processo de produção de próteses faciais com resultados com maior fidelidade e satisfação dos pacientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tomografia Computadorizada, Manufatura Aditiva, Meshmixer®, Próteses Faciais.

#### ABSTRACT

Additive Manufacturing (AM), also known as 3D printing, and 3D modeling programs are promising technologies to assist in the production of facial prosthetics. This work, which used the method developed by Denadai (2021), which creates facial prostheses from patients' CT scans, identified some difficulties in the 3D modeling stage. These difficulties appeared during the production of two oculopalpebral prostheses for the Hospital Angelina Caron and, in analyzes of 3D surfaces of the faces of patients at the Complexo Hospitalar do Trabalhador. The study demonstrated that, if patients are instructed to undergo the tomography with their eyes open and without the use of any accessories, there is a reduction in the time taken to model the prostheses and a better final result of the biomodel. This study contributed to the areas of Design and Health, as it accelerated the process of producing facial prosthetics with results with greater fidelity and patient satisfaction.

**KEYWORDS:** Computed Tomography, Additive Manufacturing, Meshmixer®, Facial Prosthetics.

## INTRODUÇÃO

O rosto desempenha um papel vital na formação da primeira impressão, na autoestima, no bem-estar, na comunicação e na adaptação social do indivíduo. A importância da aparência pode indicar a personalidade, a saúde e até a inteligência. No entanto, muitos pacientes apresentam mutilações faciais, que podem ser congênitas que afetam as estruturas faciais e orais, ou ocasionadas por doenças e acidentes que variam em gravidade e impacto, afetando a estética facial, a fala, a alimentação e a respiração. As próteses faciais são dispositivos médicos que desempenham papel importante na

<sup>1</sup> Bolsista de Iniciação Tecnológica do CNPq. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: barbarabrogimp@gmail.com. ID Lattes: 2029323744394440.

<sup>2</sup> Dentista. Hospital Angelina Caron, Campina Grande do Sul, Paraná, Brasil. E-mail: karinbarczy@gmail.com. ID Lattes: 8199746251782270.

<sup>3</sup> Docente do Departamento Acadêmico de Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: foggiatto@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8013863352635494.

reabilitação desses pacientes. Elas são personalizadas para se ajustar ao paciente e proporcionar o máximo de qualidade de vida e conforto possível. Muitas vezes este tipo de reabilitação com próteses é mais eficaz que reconstruções cirúrgicas, sendo menos desgastante para o paciente e melhor do ponto de vista estético, além de terem um custo mais baixo (GAMARRA, et al.; 2019).

Uma alternativa para a confecção de próteses personalizadas e complexas tem sido a Manufatura Aditiva (AM). Também conhecida como impressão 3D, a AM é uma tecnologia disruptiva em diversos setores devido à sua versatilidade e capacidade de produzir peças com complexidade geométrica, como é o caso das próteses faciais. Por outro lado, o processo de obtenção da coloração e da caracterização estética, no que abrange a similaridade com o biótipo original do paciente, ainda representa um grande desafio para as pesquisas nessa área (DE SOUZA, et al.; 2021; TASHMA, 1967, p. 303-305).

O objetivo deste trabalho foi utilizar o método de Denadai (2021) de desenvolvimento e fabricação de próteses faciais, utilizando modelagem 3D e impressão 3D, e indicar recomendações para os pacientes durante a Tomografia Computadorizada, que repercutem no aumento da qualidade das próteses e diminuição do tempo de modelagem.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Núcleo de Manufatura Aditiva e Ferramental (NUFER) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em parceria com o Hospital Angelina Caron (Campina Grande do Sul - PR) e o Complexo Hospitalar do Trabalhador (Curitiba, PR).

A metodologia do estudo foi dividida em quatro etapas: Inicialmente foi estudado o método desenvolvido por Denadai (2021) e realizados treinamentos nos programas utilizados pelo autor na modelagem de próteses faciais. Na sequência foram desenvolvidas duas próteses óculo palpebrais para o Hospital Angelina Caron, uma em que o paciente tirou a tomografia com os olhos fechados e outra em que o paciente estava com os olhos abertos. Logo após foram analisadas algumas tomografias da lista de pacientes, com mutilações faciais, do Complexo Hospitalar do Trabalhador. Por fim, foram levantadas as recomendações para otimizar o processo de modelagem das próteses faciais. Abaixo são descritas as atividades desenvolvidas em cada etapa.

### ETAPA 1: APRENDIZAGEM DOS PROGRAMAS E DO MÉTODO

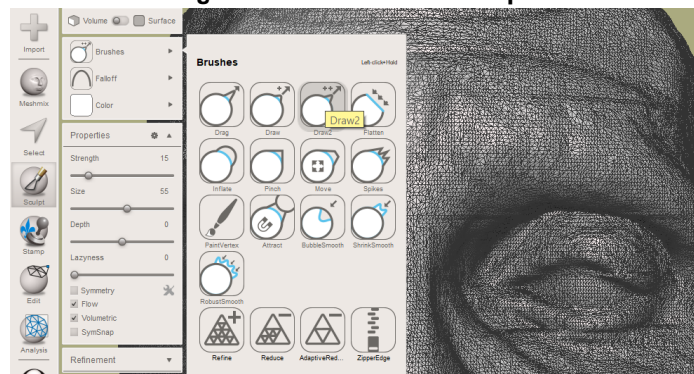
Essa aprendizagem foi desenvolvida a partir do método proposto por Denadai (2021), que contribuiu para o aprendizado de modelagem 3D. Esse método é dividido em quatro fases: A fase inicial (que compreende a conversão das imagens tomográficas em malhas 3D feitas no programa InVesalius), a fase de modelagem da prótese (que é desenvolvida no programa gratuito da Autodesk Meshmixer®), a fase da modelagem do molde e a fase final que é a fabricação do molde por impressão 3D (DENADAI, 2021).

A fase inicial compreende a conversão da tomografia em um modelo 3D. Nessa fase é usado o programa InVesalius que utiliza as imagens no formato DICOM geradas na tomografia e permite a visualização das estruturas tridimensionais do rosto do paciente. A forma como são utilizadas essas imagens tomográficas, é de suma importância para a

qualidade da prótese, ou seja, a geração da superfície 3D, que permite a modelagem e a impressão das características faciais, depende da correta escolha da faixa de densidade dos tecidos e da ausência de elementos cobrindo o rosto do paciente.

Durante essa etapa de aprendizagem, foram geradas diversas superfícies da face de pacientes até identificar que, a fase mais importante é a “fase da modelagem da prótese”. Nessa fase o biomodelo 3D, gerado a partir das tomografias dos pacientes, é modelado digitalmente no programa Meshmixer e as marcas de expressão do indivíduo são conservadas e, às vezes, recriadas ou ressaltadas com a ferramenta “Sculpt” (Figura 1).

Figura 1 – Ferramenta Sculpt.



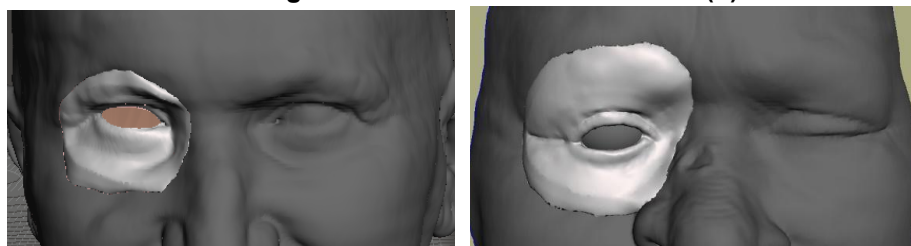
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

## ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESES ÓCULO-PALPEBRAIS

Durante o estudo foram atendidos dois pacientes do Hospital Angelina Caron, que realizaram as tomografias de maneira convencional (sem orientação) e serviram de comparativo para indicar que: Tomografias realizadas com os olhos do paciente fechados dificultam a modelagem das próteses faciais, pois a abertura do olho é realizada via programa de modelagem e, nem sempre, o resultado é fiel a geometria do olho do paciente.

Isso acontece porque, as tomografias realizadas com os olhos abertos geram o modelo 3D da própria pálpebra do paciente, enquanto nas com os olhos fechados, precisam ser esculpidas pálpebras novas para alojar a cavidade do globo ocular (Figura 2). Esse processo de esculpir uma nova estrutura no rosto do paciente faz com que a grande maioria das características, captadas naturalmente pela tomografia, sejam perdidas e substituídas por novas que dependem da habilidade de design do usuário do programa de modelagem.

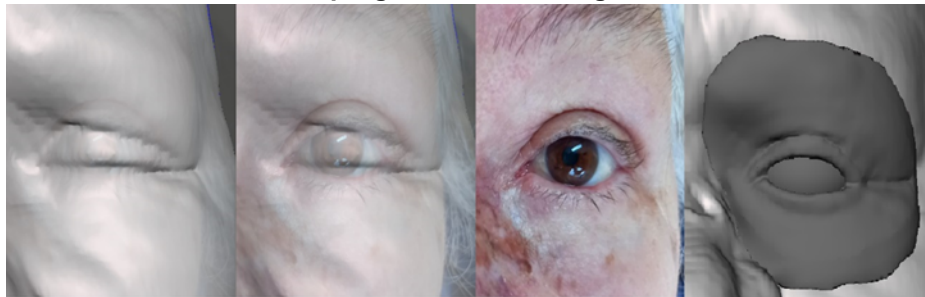
Figura 2 – Prótese gerada a partir de tomografia tirada com o olho aberto (a); Prótese gerada a partir de tomografia tirada com o olho fechado (b).



(a) (b)  
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao longo do processo de produção das próteses foi perceptível que além da perda de características faciais o tempo demandado para a modelagem aumentou significativamente do Paciente A para o Paciente B. Essa consequência se dá porque a dificuldade de inserir novamente essas características, de forma fiel, após a escultura da cavidade ocular exige o uso de comparações/sobreposições fotográficas e da habilidade de reprodução do modelador, o que aumenta muito o tempo de produção (Figura 3). As superfícies 3D, geradas a partir de tomografias obtidas com os olhos abertos, não necessitam dessas etapas e as características são mantidas através do espelhamento da região não mutilada.

**Figura 3 – Técnica desenvolvida de sobreposição fotográfica para abertura do olho fechado via programa de modelagem.**



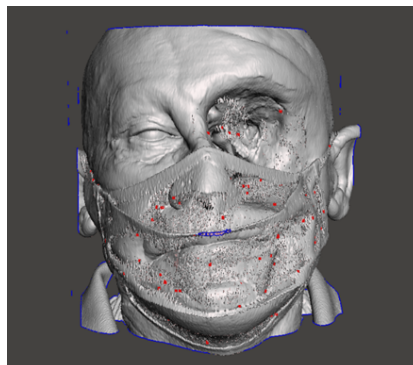
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

### ETAPA 3: ANÁLISE DE TOMOGRAFIAS DO COMPLEXO HOSPITALAR DO TRABALHADOR

As tomografias analisadas, fornecidas pelo Hospital do Trabalhador, apresentaram outras características que complicaram a modelagem das próteses: o uso de bandagens, máscaras e curativos (Figura 4).

Foi observado que, quando os pacientes são submetidos a tomografia, não há a preocupação de que esse exame possa ser utilizado para a produção de próteses faciais. Por esse motivo, muitas tomografias tinham que ser descartadas após a geração da superfície 3D.

**Figura 4 – Exemplo de tomografia realizada com o paciente usando máscara.**



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O Invesalius, programa usado na Fase inicial deste trabalho (Denadai, 2021), mapeia o tecido epitelial baseado em uma faixa de densidades que normalmente contém também a densidade do tecido da máscara. Dessa forma, toda e qualquer superfície acoplada ao rosto do paciente será identificada como pertencente ao tecido epitelial e gerará malhas que terão que ser retiradas manualmente, dificultando a modelagem e a visualização das características originais do paciente. Assim, ficou evidente a necessidade de definir algumas recomendações para os pacientes e técnicos que operam os equipamentos de tomografia computadorizada para que as imagens possam ser usadas na modelagem de próteses faciais.

## RESULTADOS

Como resultados, são apresentadas no Quadro 1 as recomendações para serem utilizadas pelos pacientes com mutilações faciais e técnicos responsáveis pela operação dos tomógrafos, objetivando a geração de modelos 3D de próteses faciais com qualidade e fidelidade:

**Quadro 1 – Recomendações para tomografias de pacientes com mutilações faciais**

	Recomendações
1	Realizar a tomografia com os olhos naturalmente abertos
2	Não utilizar máscaras ou qualquer tipo de cobertura durante a tomografia
3	Não utilizar curativos ou bandagens na face durante a tomografia
4	Não utilizar nenhum artefato metálico na face durante a tomografia

## CONCLUSÕES

O aperfeiçoamento da tecnologia de modelagem 3D na área médica é fundamental para a melhoria da qualidade estética de próteses faciais que têm um papel crucial nas interações sociais. Essa pesquisa comprovou a necessidade de elaborar algumas recomendações referentes à abertura do olho e ao uso de máscaras, curativos ou artefatos metálicos.

Os resultados apresentados neste trabalho, contribuem significativamente na otimização da modelagem de próteses faciais, sem a necessidade da repetição de visitas aos centros de imagens por pacientes, o que resulta em menor exposição à radiação ionizante.

## Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Araucária pelo apoio financeiro através do NAPI-TA (Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva) e ao CNPq pela bolsa de iniciação tecnológica e de produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora (DT2).

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

DENADAI, B. B; FOGGIATTO, J. A; BARCZYSZYN, K. **Produção de moldes por impressão 3D para próteses óculo-palpebrais.** 2021. UTFPR- Guarapuava. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 26, 2021.

DE SOUZA, L.P; COLLICCHIO, R.M.O; ALMEIDA, J.Á; TOSIN, D.C; SGANZERLA, J.T. **Caracterização de Prótese Facial na Reabilitação Estético Funcional de Deformidades Craniofaciais: Uma Revisão integrativa de Literatura.** 2021. Universidade de Gurupi – TO. Revista Amazônia Science & Health2021, Vol. 9, No 4.

GAMARRA, R.E.S; SEELAUS, R; SILVA, J.V.L; DIB, L.L; MORAES, C. 2019. **Introdução à Metodologia "Mais Identidade": Próteses Faciais 3d Com A Utilização De Tecnologias Acessíveis Para Pacientes Sobreviventes De Câncer No Rosto.** 10.22533/at.ed.265192903.

TASHMA, J. **Coloring somatoprotheses.** The Journal of Prosthetic Dentistry, v. 17, n. 3,p. 303-305, 1967.