



# Modelagem e Prototipagem em 3D de Materiais Didáticos e Tecnologias Assistivas

## 3D Modeling and Prototyping of Educational Materials and Assistive Technologies

João Pedro Moreto Lourenção<sup>1</sup>, Daniel Prado de Campos<sup>2</sup>

### RESUMO

O projeto utilizou impressoras 3D para criar tecnologias assistivas acessíveis e apoiar iniciativas acadêmicas. Inicialmente, as impressoras foram montadas, calibradas e testadas com peças básicas para aprimorar o processo de impressão. Na área de tecnologias assistivas, foram desenvolvidos protótipos personalizados, como órteses de punho e garras robóticas, em resposta a demandas específicas. Órteses sob medida foram criadas em colaboração com organizações parceiras. Ademais, peças didáticas foram concebidas para apresentações em escolas e feiras. O projeto teve um impacto social notável ao disponibilizar órteses personalizadas sem custos, fortalecendo os vínculos entre a universidade e a comunidade. Isso evidenciou que a extensão universitária pode causar um impacto direto nas vidas das pessoas, promovendo igualdade de oportunidades e acessibilidade a recursos essenciais. Do ponto de vista técnico, a impressão 3D mostrou-se viável para tecnologias assistivas, devido à sua rapidez, custo acessível e capacidade de personalização. Os materiais PETG e TPU destacaram-se por sua resistência e flexibilidade, oferecendo soluções eficazes em diversos contextos. Trabalhos futuros devem focar na produção de neuro-órteses e aprimoramento de próteses robóticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia Assistiva; Modelagem 3D; Impressão 3D

### ABSTRACT

The project used 3D printers to create affordable assistive technologies and support academic initiatives. Initially, the printers were assembled, calibrated, and tested with basic parts to enhance the printing process. In assistive technologies, customized prototypes, such as wrist orthoses and robotic grippers, were developed in response to specific demands. Custom orthoses were created in collaboration with partner organizations. In addition, educational components were designed for presentations in schools and exhibitions. The project had a notable social impact by providing affordable personalised orthoses, strengthening the bonds between the university and the community. This demonstrated that university extension can directly impact people's lives, promoting equal opportunities and accessibility to essential resources. From a technical standpoint, 3D printing proved feasible for assistive technologies due to its speed, cost-effectiveness, and customization capabilities. PETG and TPU materials stood out for their strength and flexibility, offering effective solutions in various contexts. Future work should focus on the production of neuro-orthoses and the improvement of robotic prostheses.

**KEYWORDS:** Assistive Technology; 3D Modelling; 3D Printing

### INTRODUÇÃO

Pessoas com deficiência motora enfrentam desafios diários que podem limitar sua independência e qualidade de vida. Para muitos indivíduos nessa situação, a assistência de dispositivos e

<sup>1</sup> Aluno do curso de Engenharia de Computação. UTFPR, Apucarana, Paraná, Brasil E-mail: [jlourencao@alunos.utfpr.edu.br](mailto:jlourencao@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 8006821517634980.

<sup>2</sup> Docente no Curso de Engenharia de Computação. UTFPR, Apucarana, Paraná, Brasil E-mail: [danielcampos@utfpr.edu.br](mailto:danielcampos@utfpr.edu.br). ID Lattes: 2260564602839139.



tecnologias assistivas é essencial para superar obstáculos e realizar tarefas cotidianas com autonomia. A busca por soluções eficazes e acessíveis para atender às necessidades dessas pessoas é uma preocupação importante, tanto em termos de inclusão social quanto de melhorias na sua qualidade de vida (GOWRAN et al., 2021).

As tecnologias assistivas desempenham um papel fundamental na vida das pessoas com deficiência motora. Essas tecnologias abrangem uma variedade de dispositivos e soluções que visam compensar ou facilitar as limitações físicas. Isso inclui órteses, dispositivos de mobilidade, sistemas de comunicação alternativa e muitos outros recursos projetados para tornar a vida diária mais acessível e independente (MCSWEENEY-FELD, 2016; SMITH et al., 2022).

A impressão 3D emergiu como uma ferramenta revolucionária no campo das tecnologias assistivas. Com sua capacidade de fabricar peças personalizadas de maneira rápida e acessível, a impressão 3D oferece uma nova perspectiva para a criação de soluções sob medida. Ela permite a produção ágil e econômica de dispositivos adaptativos que se ajustam às necessidades específicas de cada indivíduo. Isso representa um avanço significativo na oferta de tecnologias assistivas altamente personalizadas e acessíveis (SHAH; CHONG, 2018).

O objetivo deste trabalho foi utilizar a impressão 3D para modelar e imprimir peças que atendessem às demandas coletadas de institutos e fisioterapeutas parceiros, visando fornecer soluções personalizadas no campo das tecnologias assistivas de forma econômica e eficaz.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho faz parte de projeto aprovado em comitê de ética: CAAE 55850722.2.0000.5231, parecer da aprovação 5.363.242.

O primeiro passo do projeto envolveu a realização de um levantamento de demandas e a sua priorização, com preferência para projetos de menor complexidade e maior relevância. Foram identificados pelo menos cinco modelos para serem projetados e produzidos ao longo do projeto. Uma vez identificadas as demandas, a equipe prosseguiu para o desenvolvimento de modelos tridimensionais utilizando métodos de Design Assistido por Computador (CAD). Inicialmente, os estudantes receberam treinamento em técnicas de modelagem CAD e uso de software.

Os projetos personalizáveis foram modelados de forma paramétrica utilizando o software OpenSCAD, enquanto os demais modelos foram desenvolvidos com o auxílio de software como Autodesk Inventor, FreeCAD e Blender. Após essa etapa, os modelos puderam ser exportados como arquivos Stereolithography (STL) em formato CAD (CHOO; BOUDIER-REVÉRET; CHANG, 2020; OUD et al., 2021).

Os modelos STL foram então "fatiados", termo utilizado quando um desenho tridimensional computacional é convertido para linguagem de máquina (GCODE). O software Ultimaker Cura foi utilizado para realizar esse processo de fatiamento. Após a obtenção do GCODE, os modelos foram prototipados utilizando impressoras 3D que empregam a tecnologia de Fabricação por Filamento Fundido (FFF), fazendo uso de materiais como Ácido Polilático (PLA), Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol (PETG) e Poliuretano Termoplástico (TPU) (TOSO et al., 2022).

Nesta etapa, foram realizados diversos testes variando os parâmetros de impressão, tais como a seleção do material, espessura da camada, preenchimento, número de camadas e velocidade de



impressão. Após a obtenção do modelo final, ele foi enviado para instituições parceiras para testes e avaliação. O feedback coletado foi utilizado para refinar e remodelar o modelo. Esse processo iterativo continuou até que se obteve um modelo final.

Ao finalizar o projeto, os modelos ficaram disponíveis publicamente em plataformas como GitHub ou Thingiverse, garantindo que o conhecimento e os recursos desenvolvidos estivessem acessíveis a um público mais amplo e contribuíssem para o campo da tecnologia assistiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Além das conquistas técnicas, é relevante destacar os impactos sociais significativos gerados pelo nosso projeto na comunidade. A produção de materiais como órteses sob medida, oferecidas gratuitamente, teve efeitos profundos. Essa iniciativa não apenas atendeu às necessidades individuais das pessoas, mas também fortaleceu os laços entre a universidade e a sociedade. O projeto ilustrou que a extensão universitária vai além da sala de aula, estendendo-se à transformação direta das vidas das pessoas. Ao fornecer soluções práticas e personalizadas, conseguimos atender demandas específicas da comunidade, demonstrando o valor intrínseco da universidade como agente de mudança positiva. A produção e distribuição das órteses sem custos também enfatizaram a acessibilidade de soluções de alta qualidade, eliminando barreiras econômicas que poderiam impedir o acesso a esses recursos essenciais. Essa abordagem inclusiva fortaleceu ainda mais a missão da extensão universitária de promover igualdade de oportunidades e bem-estar.

Os resultados sociais do projeto foram notáveis. A produção sob medida e gratuita de órteses destacou o compromisso da universidade com a comunidade. O projeto não apenas abordou necessidades tangíveis, mas também ressaltou a relevância da extensão universitária como meio de gerar impacto positivo e estreitar os laços entre a academia e a sociedade.

No âmbito técnico, observamos a clara viabilidade da impressão 3D na produção de peças destinadas a tecnologias assistivas, devido a vários fatores. Primeiro, a rapidez do processo de impressão 3D permitiu uma fabricação ágil, atendendo a prazos e necessidades específicas. Além disso, a utilização da impressão 3D ofereceu uma alternativa de produção mais acessível em comparação com métodos tradicionais, sem comprometer a qualidade das peças. A flexibilidade da impressão 3D possibilitou a criação de peças sob medida, aumentando a eficácia das tecnologias assistivas ao atender às necessidades individuais dos usuários. As peças produzidas por meio da impressão 3D demonstraram resistência adequada para a maioria das aplicações relacionadas às tecnologias assistivas, garantindo durabilidade e confiabilidade ao longo do tempo.

Destaca-se ainda o papel crucial dos materiais PETG (Polietileno Tereftalato Glicol) e TPU (Poliuretano Termoplástico) durante o projeto. O PETG apresentou um equilíbrio notável entre resistência e facilidade de impressão, tornando-o uma escolha sólida para uma ampla gama de aplicações. Um exemplo de aplicação de uma peça impressa em PETG é mostrada na Figura 1. A peça consistia em uma tala inicialmente impressa em uma forma plana. No primeiro encontro com o paciente, a fisioterapeuta fazia medições da mão e, em seguida, a tala era moldada usando um soprador térmico. A tala era então posicionada no braço e avaliada novamente. Esse processo era repetido até que a peça estivesse devidamente ajustada para o usuário.

Por sua vez, o TPU demonstrou flexibilidade e adaptabilidade, sendo particularmente útil em

Figura 1 – Tala de mão impressa em PETG.



Fonte: Autoria Própria (2023)

situações que exigem peças mais maleáveis. Um exemplo de aplicação de uma peça impressa em TPU é mostrada na Figura 2. Quando uma órtese era necessária, o processo começava com a medição da mão do paciente. Com base nas dimensões da mão e nas especificações, uma órtese base era adaptada. O modelo era impresso e enviado para avaliação. Quaisquer ajustes necessários eram registrados e a peça era reformulada, se necessário.

Em resumo, os resultados obtidos corroboram a viabilidade da impressão 3D na produção de peças para tecnologias assistivas, destacando vantagens como rapidez, custo acessível e personalização. As peças demonstraram resistência adequada, e os materiais PETG e TPU emergiram como opções promissoras para diferentes contextos, contribuindo para a expansão das possibilidades na área de tecnologias assistivas e reforçando a eficácia da impressão 3D como uma solução efetiva.

## CONCLUSÃO

O projeto atingiu seus objetivos técnicos, utilizando abordagens avançadas na impressão 3D para abordar questões assistivas e didáticas. Além disso, a interação com a comunidade resultou em benefícios tangíveis, como a produção personalizada de órteses e adaptações, fortalecendo o compromisso da universidade com a responsabilidade social e a promoção da igualdade de oportunidades. Trabalhos futuros deverão incluir a criação e aprimoramento de próteses robóticas e neuro-órteses, criando um maior alinhamento com a pesquisa científica.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. O trabalho foi feito em cooperação com o Laboratório de Engenharia Neural e Reabilitação (LENeR) da UEL, do Laboratório de Biossinais

Figura 2 – Órtese de mão impressa em TPU.



Fonte: Autoria Própria (2023)

e Tecnologias Assistivas (BIOTECA) da UTFPR-CT e com a Associação Flávia Cristina (AFC) de Londrina.

### Disponibilidade de Código

Os modelos e códigos estarão disponíveis no site <https://www.le-ner.org/>. Alguns modelos serão disponibilizados diretamente no site da plataforma Thingiverse, já que são modificações de modelos pré-existentes.

### Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

### REFERÊNCIAS

CHOO, Yoo Jin; BOUDIER-REVÉRET, Mathieu; CHANG, Min Cheol. 3D printing technology applied to orthosis manufacturing: narrative review. **Annals of Palliative Medicine**, v. 9, n. 6, 2020. ISSN 2224-5839. Disponível em: [🔗](#).



GOWRAN, Rosemary Joan et al. Understanding the Global Challenges to Accessing Appropriate Wheelchairs: Position Paper. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, MDPI AG, v. 18, n. 7, p. 3338, mar. 2021. DOI: [10.3390/ijerph18073338](https://doi.org/10.3390/ijerph18073338). Disponível em: [↗](#).

MCSWEENEY-FELD, M. H. Assistive technology and older adults in disasters: implications for emergency management. **Disaster Medicine and Public Health Preparedness**, v. 11, p. 135–139, 1 2016. DOI: [10.1017/dmp.2016.160](https://doi.org/10.1017/dmp.2016.160).

LOUD, TAM et al. Effectiveness of 3D-printed orthoses for traumatic and chronic hand conditions: A scoping review. **PLoS ONE**, v. 16, n. 11, e0260271, 2021. DOI: [10.1371/journal.pone.0260271](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260271).

SHAH, P.; CHONG, B. S. 3d imaging, 3d printing and 3d virtual planning in endodontics. **Clinical Oral Investigations**, v. 22, p. 641–654, 2 2018. DOI: [10.1007/s00784-018-2338-9](https://doi.org/10.1007/s00784-018-2338-9).

SMITH, E. et al. Network analysis of assistive technology stakeholders in malawi. **Global Health Action**, v. 15, 1 2022. DOI: [10.1080/16549716.2021.2014046](https://doi.org/10.1080/16549716.2021.2014046).

TOSO, H. et al. Design and Performance Evaluation of a Custom 3D Printed Thumb Orthosis to Reduce Occupational Risk in an Automotive Assembly Line. In: BASTOS-FILHO, Teodiano Freire; OLIVEIRA CALDEIRA, Eliete Maria de; FRIZERA-NETO, Anselmo (Ed.). **XXVII Brazilian Congress on Biomedical Engineering**. Cham: Springer International Publishing, 2022. P. 1269–1275. ISBN 978-3-030-70601-2.