

## Modelagem e Prototipagem de Órteses de mão por Impressão 3D

### Modeling and Prototyping of Hand Orthoses by 3D Printing

Thales Alves da Silva<sup>1</sup>, Daniel Prado de Campos<sup>2</sup>

#### RESUMO

Para pacientes com Paralisia Cerebral (PC), uma condição neurológica que afeta o desenvolvimento motor e cognitivo, órteses são usadas para prevenir deformidades articulares. Apesar das opções no mercado e do fornecimento pelo SUS, problemas de customização e demora no processo são identificados. O trabalho propõe a utilização da Manufatura Aditiva para modelar e produzir órteses de mão de baixo custo e proporcionar velocidade no processo. Foi utilizado o material flexível para fabricação da órtese, utilizando velocidade de impressão de 25mm/s<sup>2</sup>, que levou a cada modelo ser impresso em torno de 5 horas. As órteses produzidas foram disponibilizadas para profissionais da área em instituições parceiras. Espera-se que essa metodologia possa ser replicada para produzir tecnologias assistivas de baixo custo, promovendo melhora da qualidade de vida da população alvo. Trabalhos futuros devem envolver o uso de scanner 3D para aquisição das medidas de cada paciente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manufatura aditiva, Modelagem 3D, Tecnologia Assistiva

#### ABSTRACT

For patients with Cerebral Palsy (CP), a neurological condition that affects motor and cognitive development, orthoses are used to prevent joint deformities. Despite the options on the market and supply by SUS, customization problems and delay in the process are identified. The work proposes the use of Additive Manufacturing to model and produce low-cost hand orthoses and provide speed in the process. Flexible material was used to manufacture the orthosis, using a printing speed of 25 mm/s<sup>2</sup>, which took around 5 hours for each model to be printed. The orthoses produced were made available to professionals in the field at partner institutions. It is hoped that this methodology can be replicated to produce low-cost assistive technologies, promoting an improvement in the quality of life of the target population. Future work should involve the use of a 3D scanner to acquire measurements for each patient.

**KEYWORDS:** Additive Manufacture, 3D Modeling, Assistive Technology

## INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC), que afeta aproximadamente 2 a cada 1000 nascidos vivos (PEIXOTO, 2021), é caracterizada por alterações neurológicas permanentes que afetam o desenvolvimento motor e cognitivo (VARELLA, 2019). No contexto da PC espástica, pode ser indicada a utilização de órteses, no sentido de prevenir deformidades articulares (ROSENMAN, 2017).

Uma órtese de punho no mercado custa em torno de R\$700 (HIGASHIYAMA, 2019), o SUS também fornece órteses para pacientes com PC, porém não permitem customização do produto para o usuário e a demora no processo, desde a consulta com o especialista do SUS até a entrega definitiva da órtese, prejudicam o tratamento (WEIGERT, 2017).

<sup>1</sup> Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: thalesalves@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 7073787794765043.

<sup>2</sup> Docente no Curso de Engenharia de Computação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: danielcampos@utfpr.edu.br. ID Lattes: 2260564602839139.

Nesse contexto, esse trabalho apresenta um processo de modelagem e produção de órteses de mão rápido e de baixo custo, fazendo uso da Manufatura Aditiva (AM), um processo de fabricação por meio da adição sucessiva de material na forma de camadas, com informações obtidas diretamente de uma representação geométrica computacional 3D do componente (VOLPATO, 2018).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A órtese desenvolvida tem como objetivo auxiliar profissionais da saúde no tratamento da PC, trazendo conforto para os pacientes.

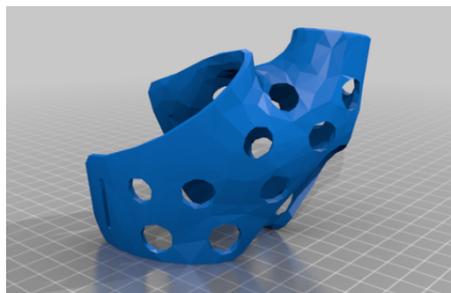
Figura 1 - Exemplo de espasticidade da mão.



Fonte: Baronio, et al (2017).

A fim de otimizar o tempo de desenvolvimento da órtese, foi utilizado um modelo 3D base, disponível na internet (Figura 2), próximo do resultado desejado no modelo final. Foi reduzido sua escala para 87% da original e alongado o encaixe do polegar em 2 cm, com curvatura de 15° para melhorar a ergonomia. As medidas antropométricas foram realizadas com fita métrica por uma especialista da área da saúde.

Figura 2 Modelo 3D base.



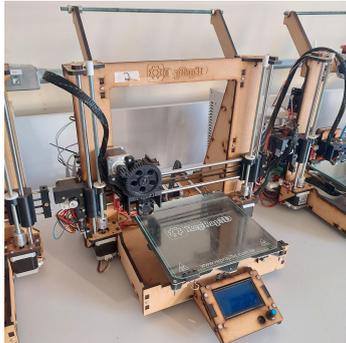
Fonte: <https://www.thingiverse.com/thing:5259956>.

O Software usado para modelagem 3D foi o Autodesk Fusion 360 e para fatiamento do modelo a ser usado na impressora foi utilizado o Ultimaker Cura.

Para impressão das peças foi utilizado o material flexível (TPU) da marca 3D Fila,

em uma impressora 3D do tipo Fusão por Deposição de Material (FDM) modelo RepRap3D (Figura 3), com estrutura em mdf e driver direto.

Figura 3 - Impressora 3D RepRap3D.

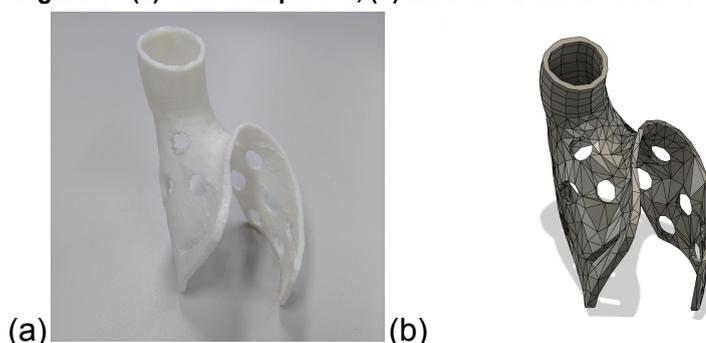


Fonte: Autoria própria.

Para os parâmetros de impressão foi utilizado o padrão dado pelo Ultimaker Cura para a impressora Prusa I3 Mk2, material Genérico TPU, modificando apenas a velocidade de impressão, para 25 mm/s<sup>2</sup>. Esta mudança foi feita com base em testes preliminares realizados no laboratório FABLAB da UTFPR-AP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 4 - (a) Órtese impressa, (b) Modelo 3D da órtese no Fusion 360.



Fonte: Autoria própria.

A maior dificuldade do projeto foi a modelagem (Figura 4 b), o modelo utilizado como base foi disponibilizado em formato de malha, que dificulta a alteração posterior. Para as modificações do modelo foi preciso uma conversão de arquivo malha para um sólido do Fusion 360, causando inconsistências que precisaram ser corrigidas.

Esta abordagem tem o benefício de ser mais ágil, uma vez que não necessita desenvolver um modelo do zero e não necessitar de um scanner 3D, porém possui

algumas limitações como não permitir ajustes profundos, e necessitar de conhecimento prévio das ferramentas computacionais para modelagem. Uma análise detalhada das ferramentas disponíveis no Fusion 360 poderia solucionar os contratempos durante a modelagem.

Importante observar que o material TPU é flexível, ou seja, em casos severos de PC onde o objetivo é imobilizar o membro, recomenda-se o uso do PETG, pois tem uma rigidez mais elevada, aliada a uma boa resistência mecânica.

As órteses (Figura 4 a) fabricadas, cada uma leva cerca de 5 horas para ser impressa, foram distribuídas para profissionais da área, de instituições parceiras, como a ACF-Londrina. Durante o processo de desenvolvimento foi recebido *feedback* desses profissionais para ajustar medidas do modelo final.

Para trabalhos futuros pretende-se usar um scanner 3D para aquisição das medidas do paciente, a fim de aumentar a personalização da órtese, com parâmetros mais precisos das necessidades individuais de cada paciente.

## CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um método rápido de produção de órteses sob medida. Obteve uma metodologia que traz vantagens sobre a velocidade de produção, porém necessita conhecimento prévio das ferramentas de modelagem. Este método não é escalável e o acabamento da peça depende também da qualidade do equipamento usado para impressão. Para os trabalhos futuros, pretende-se fazer uso de scan 3D para aquisição das medidas do paciente e obter um modelo paramétrico para facilitar a modificação posterior.

## Agradecimentos

À Fundação Araucária pela bolsa concedida. Ao laboratório da UTFPR FABLAB do campus Apucarana e ao LENeR - Laboratório de Engenharia Neural e Reabilitação da UEL. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

ROSENMAN, Gabriel C. **Avaliação de sistemas de digitalização 3D de baixo custo aplicados ao desenvolvimento de órteses por manufatura aditiva**. 2017. 113f. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) - Universidade

Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em:  
<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2630>. Acesso em: 21 Ago. 2023.

WEIGERT, Mateus C. **Método de desenvolvimento de órtese personalizada de baixo custo para a manufatura aditiva**. 2017. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em:  
<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2775>. Acesso em: 21 Ago. 2023.

HENSEN, Jéssica C. D. dos S. F. **Desenvolvimento de um procedimento para a fabricação de órteses não articuladas de tornozelo e pé por Manufatura Aditiva**. 2019. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em:  
<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4305>. Acesso em: 21 Ago. 2023.

VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva**; Tecnologias e Aplicações da Impressão 3D. São Paulo: Blucher, 2018. 250 p.

VARELLA, Dráuzio. Paralisia Cerebral. **Biblioteca Virtual em Saúde**. Disponível em:  
<https://bvsmms.saude.gov.br/paralisia-cerebral-2/>. Acesso em: 21 Ago. 2023.

BARONIO, Gabriele; *et al.* Concept and Design of a 3D Printed Support to Assist Hand Scanning for the Realization of Customized Orthosis. **Applied Bionics and Biomechanics**, vol. 2017, pp. 1-8, Nov. 2017. Disponível em:  
<https://www.hindawi.com/journals/abb/2017/8171520/>. Acesso em: 23 Ago. 2023.