

# Desenvolvimento de órtese para tratamento da síndrome do túnel do carpo utilizando impressão 3D

Dantas, Laura Sousa<sup>\*1</sup>; De Oliveira, Vitória Souza<sup>2</sup>; Sousa, Reges Washington Magalhães<sup>3</sup>; Gonçalves, Pedro Henrique<sup>4</sup>

1 – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, UFG, lauradantas@discente.ufg.br

2 – Instituto de patologia Tropical e Saúde Pública, UFG, oliveira\_oliveira@discente.ufg.br

3 – Faculdade de Artes Visuais, UFG, regesmagalhaes@discente.ufg.br

4 – Faculdade de Artes Visuais, UFG, pedrogoncalves@ufg.br

\* -Correspondência: Av. Esperança, s/n, FAV UFG – Campus Samambaia, Goiânia, Goiás, Brasil, 74690-900.

DOI 10.52050/9788579177149-03

## RESUMO

A síndrome do túnel do carpo é caracterizada pela compressão do nervo mediano no túnel do carpo, tendo como um dos principais tratamentos, o uso de órtese para estabilização do punho. Este estudo buscou desenvolver uma órtese utilizando manufatura aditiva, que proporcionasse estabilização, conforto e leveza. A metodologia envolveu as etapas de revisão de literatura, planejamento, escaneamento, modelagem e impressão 3D. Os métodos utilizados viabilizaram a otimização do tempo e redução de custos, resultando em um produto que atendesse aos objetivos. A modelagem e impressão 3D demonstraram-se eficientes em diversos aspectos, sendo um potencial para o desenvolvimento de novos dispositivos.

**Palavras-chave:** síndrome do túnel do carpo, órtese, impressão 3D

## ABSTRACT

Carpal tunnel syndrome is characterized by compression of the median nerve in the carpal tunnel, and one of the main treatments is the use of orthosis to stabilize the wrist. This study sought to develop orthosis using 3D printing that would provide stabilization, comfort, and lightness. The methodology involved the steps of literature review, planning, scanning, modeling, and 3D printing. The methods used enabled time optimization and cost reduction, resulting in a product that met

the objectives. 3D modeling and printing proved to be efficient in several aspects and have potential for the development of new devices.

**Keywords:** Carpal tunnel syndrome, orthosis, 3D printing.

## 1. INTRODUÇÃO

A síndrome do túnel do carpo (STC) é uma neuropatia caracterizada pela compressão do nervo mediano no túnel do carpo, uma estrutura anatômica situada entre o retináculo dos flexores do punho e o sulco carpal (PADUA *et al.*, 2016, p. 1273; OSIAK *et al.*, 2021, p. 852). As principais consequências dessa compressão, são os sintomas de dor e parestesia nas regiões inervadas pelo mediano: polegar, dedo indicador, dedo médio e porção radial do dedo anular, além dos músculos lumbricais e opositores (CHAMMAS, 2013, p. 78). Ademais, em casos graves pode-se desencadear perda sensorial e em casos mais severos a paralisia tenar (KEITH *et al.*, 2009, p. 397), afetando a realização e o desempenho das atividades de vida diária (CELIKERÇ *et al.*, 2002, p.183).

Dentre os fatores de risco para desenvolvimento de STC têm-se: sexo feminino, obesidade, idade entre 45-60 anos e movimentos de flexão e extensão realizados repetidamente por longos períodos (BECKER *et al.*, 2002, p.1433; PALMER *et al.*, 2006, p. 63-64). Outrossim, pode-se existir uma relação da patologia com o diabetes mellitus, porém, não é bem definida e apresenta divergências entre os estudos (WERNER *et al.*, 1994, p. 636).

Existem diversos tratamentos, sendo eles, cirúrgicos e não cirúrgicos, e para identificar o tratamento inicial mais adequado, considera-se diversos parâmetros, como idade, resultados clínicos e de eletromiografia (EMG), período dos sintomas, entre outros (RIASI *et al.*, 2015, p. 154). Porém, o tratamento com órtese/tala é frequentemente indicado, pois promove a estabilização do punho na posição neutra, contribuindo para minimização da compressão (CELIKERÇ *et al.*, 2002, p. 183). Em um estudo realizado por HALL *et al.* (2013, p. 456), o uso desse dispositivo mostrou-se eficaz em pacientes que usaram e receberam orientações educacionais por 8 semanas, uma vez que estes demonstraram melhora nos sintomas e na funcionalidade.

No que tange a produção de órtese, a Manufatura Aditiva (MA), popularmente conhecida como impressão tridimensional (3D), tem ganhado cada vez mais destaque, uma vez que permite a produção de estruturas complexas e personalizadas, com otimização de tempo e redução de custos (NGO *et al.*, 2018, p. 172). Na revisão realizada por CHOO *et al.* (2020, p. 4267), as órteses produzidas com Impressão 3D apresentaram resultados superiores ou igualmente satisfatórios em relação às tradicionais. Além disso, o estudo de CHAE *et al.*

(2020, p. 5) evidenciou que o uso de órteses feitas por meio de Impressão 3D foi satisfatório na terapêutica de lesões nervosas periféricas.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi desenvolver uma órtese para indivíduos com síndrome do túnel do carpo utilizando a Impressão 3D, que possuísse resistência, leveza, conforto e estabilidade na região do punho.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi utilizada a metodologia de desenvolvimento tecnológico, fundamentada no escaneamento 3D, modelagem computer aided design (CAD) e fabricação por Impressão 3D. A obtenção dos dados da superfície do membro superior do indivíduo e a geração do modelo digital da órtese seguiram o Processo de Confecção de Órteses Digitalizado (DSP) proposto por PATERSON et al. (2014, p.104), conforme detalhado em seu estudo sobre o design de talas de punho com suporte de CAD e impressão 3D. Na etapa 1 foi realizada uma busca nas bases de dados National Library of Medicine (NLM) – PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) e Scientific Electronic Library Online – Scielo (<https://www.scielo.br/>), utilizando a estratégia de busca cruzada com os operadores booleanos “AND” e “OR”, do seguinte modo: “carpal tunnel syndrome” AND “orthosis”; “carpal tunnel syndrome” OR “orthosis” OR “Printing Three-Dimensional”. Na segunda etapa utilizando o programa FigJam, da empresa Figma, foi planejada uma órtese que atendesse a requisitos de conforto, leveza e estabilidade. Posteriormente, foi efetuado o escaneamento de superfície do antebraço e mão de um indivíduo do sexo feminino, de 20 anos, sem STC (etapa 4), utilizando um escâner 3D modelo EinScan PRO 2X Plus. O modelo obtido foi utilizado como molde para o processo de modelagem da órtese no programa Fusion 360, na quinta etapa. Por fim, no sexto momento, foi realizada a impressão do objeto por meio de uma impressora 3D Creality k1, utilizando bico de 0,4 mm. O dispositivo foi completamente preenchido, impresso a 200 °C, com ventilador desligado, e mesa com 80 °C, sendo utilizada cola bastão para aderência.

## **3. RESULTADOS**

Este estudo de desenvolvimento tecnológico buscou relatar a produção de uma órtese para síndrome do túnel do carpo utilizando o escaneamento, modelagem e impressão 3D. A partir de um levantamento bibliográfico, foi notada a existência de poucas pesquisas que relataram a produção de uma órtese por meio da impressão 3D para essa patologia. Nesse sentido, identificou-se a necessidade de desenvolver e relatar a construção de um dispositivo que oferecesse conforto, leveza e estabilidade ao usuário. Além disso, essa etapa

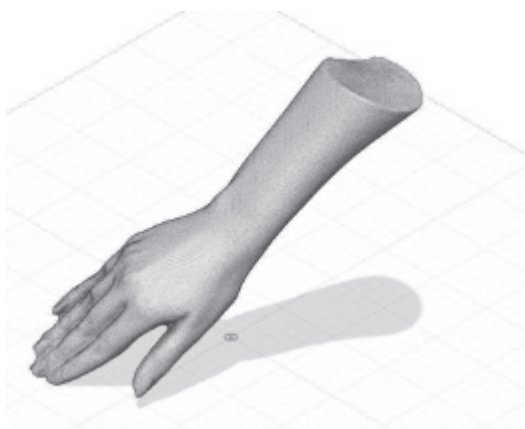
proporcionou o conhecimento de algumas indicações da literatura para o desenvolvimento de uma órtese.

Para produzir uma órtese que se adaptasse a anatomia do indivíduo foi realizado o escaneamento de superfície (figura 2), que proporcionou trabalhar a modelagem sobre o membro digitalizado (figura 3).

**Figura 02 - Processo de escaneamento**



**Figura 03 - Membro digitalizado**



O processo de modelagem foi realizado sobre a mão escaneada, seguindo os contornos do modelo. Também foram feitas adaptações, utilizando o arredondamento nas bordas do modelo digital para aumentar o conforto e ergonomia do dispositivo. Além disso, com o intuito de proporcionar maior respirabilidade à pele e leveza à órtese, foram criadas aberturas tanto na parte superior quanto na inferior (figura 4). Na modelagem foi utilizada a

espessura de 2 mm em toda a órtese, buscando garantir leveza e estabilidade concomitantemente, entretanto esse valor foi modificado para 5 mm na região do punho, a fim de aumentar a resistência do dispositivo nesse local (figura 5).

**Figura 04** - Aumento da espessura nas regiões do punho

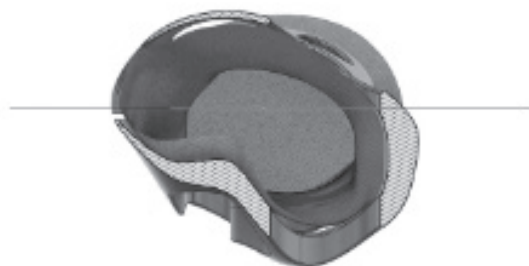
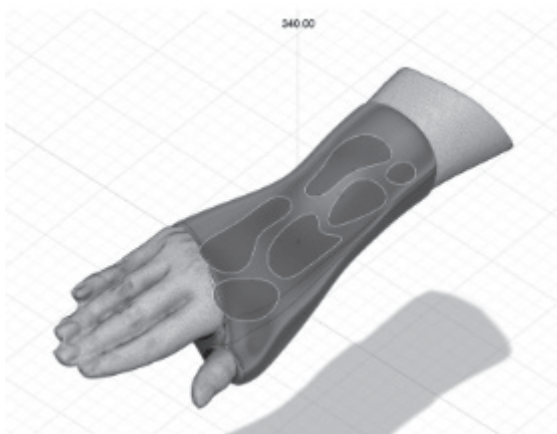


**Figura 05** - Órtese com alterações realizadas



Após serem feitas alterações na modelagem, o objeto foi impresso. No primeiro modelo impresso (modelo 1) aplicou-se o filamento Poliuretano Termoplástico (TPU), com o intuito de proporcionar maior conforto ao usuário, devido à sua alta flexibilidade (figura 6), entretanto esse material não proporcionou a estabilidade necessária na região do punho. Ademais, esse material demandou gasto excessivo de TPU para suporte do modelo.

Já no segundo modelo (modelo 2), utilizou-se o Polipropileno (PP) (figura 7), que possibilitaria flexibilidade, porém, com maior rigidez nas áreas com a densidade alterada. Este material demonstrou maior resistência e estabilidade no punho, de forma a limitar os movimentos de flexão e extensão da estrutura,

além de otimizar o gasto de material. O tempo de impressão de ambos foi de 3 horas.

**Figura 06 - Modelo impresso em TPU**

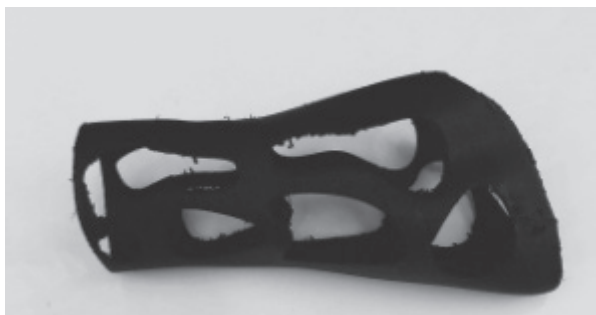
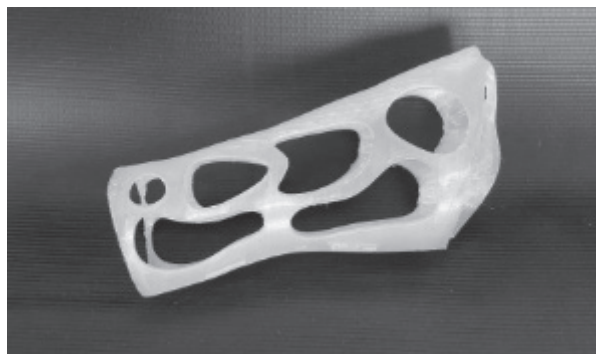
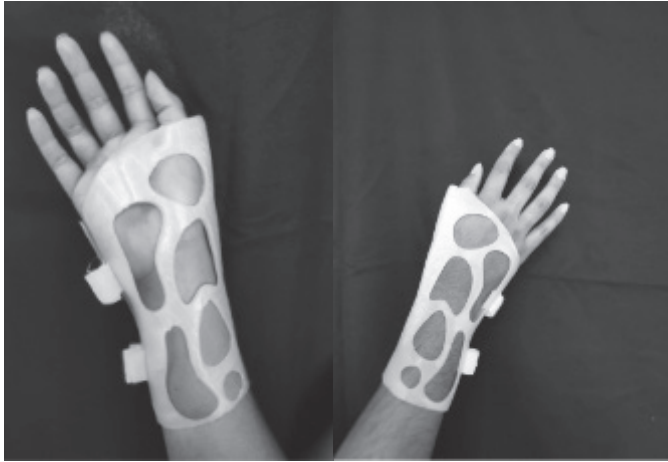


**Figura 07 - Modelo impresso em PP**



No que tange a leveza, o modelo 1 apresentou 63 gramas e o segundo 41 gramas, sendo consideravelmente leve quando comparado a dois modelos de órteses produzidas com métodos e materiais tradicionais que apresentaram, em pesagem feita pelos autores 55 e 106 gramas. Outrossim, o design desenvolvido permitiu a liberdade de movimentos das falanges, com exceção da falange proximal do polegar, e as aberturas na face superior e inferior proporcionaram a circulação de ar, contribuindo para oferecer maior conforto ao usuário. Ademais, o modelo final (figura 08) se adequou à anatomia do indivíduo que teve o membro escaneado.

**Figura 08** - Modelo final na mão do usuário



Para a produção da órtese foram gastos 3 horas e o custo total foi de 32,50 reais, sendo gastos 23 metros de filamento PP.

#### **4. DISCUSSÃO**

O objetivo deste estudo foi desenvolver uma órtese para indivíduos com síndrome do túnel do carpo utilizando a Impressão 3D, que possuísse resistência, leveza, conforto e estabilidade na região do punho. FARAHMAND *et al.* (2021, p. 4) realizaram um estudo e identificaram que o uso de órteses/talas para punho pode ter efeito significativo na dor e sintomas de usuários com STC quando utilizadas em um período mínimo de 3 semanas.

A partir da busca na literatura foi possível encontrar evidências a respeito dos parâmetros para a produção de uma órtese para tratamento da STC. Segundo CHAE *et al.* (2020, p.1), esse dispositivo deve cumprir alguns requisitos, como: leveza, conforto e facilidade de manuseio, os autores recomendam também que o material utilizado na produção seja resistente.

Com a construção desse modelo de órtese, buscou-se proporcionar uma resistência aos movimentos de flexão e extensão. Tal estratégia é usada nos dispositivos disponíveis no mercado, pois a neutralidade da posição do punho melhora a compressão do nervo mediano (CELIKER *et. al.*, 2002, p. 183).

No que tange ao método de produção, a modelagem CAD e a Impressão 3D foram utilizadas por promoverem um aproveitamento eficiente do material (JAVOID *et al.*, 2021, p. 314), pelo baixo custo, pela representação fiel da anatomia do indivíduo e pelo tempo reduzido de produção (ARCE, FOGGIATTO, 2017, p.7). Destaca-se que os materiais utilizados nesse método, como o TPU e PP, são

recicláveis, contribuindo assim para uma produção sustentável, minimizando os impactos ambientais.

No processo de confecção das órteses tradicionais geralmente são utilizados materiais como: tesoura, equipamentos térmicos, gesso e tecido, seguindo etapas de modelagem em papel, recorte do molde na placa termomoldável, aquecimento do termo moldável, aplicação da placa na mão do indivíduo para verificar a necessidade de mudanças, esfriamento da órtese, realização de ajustes para melhora da ergonomia e posicionamento de velcros e pontos de pressão (CAMPOS *et. al.*, 2014, p. 202-218). Nesse contexto, a produção da órtese a partir da MA torna-se um método mais eficiente, não somente pela redução de custo, mas por exigir menos etapas, proporcionando a otimização do tempo.

Contudo, este estudo apresenta limitações, uma vez que não foi realizado o teste em indivíduos com STC. Nesse sentido, são necessários estudos adicionais que avaliem os efeitos desse dispositivo na funcionalidade e sintomas das pessoas com a referida síndrome.

## **5. CONCLUSÕES**

Em síntese, o desenvolvimento de órteses personalizadas por meio da Impressão 3D para indivíduos com síndrome do túnel do carpo é de suma importância, pois proporciona uma modelagem adaptada à especificidade anatômica do usuário, de modo a ser um potencial para se obter melhores resultados no tratamento no qual ela é utilizada. Este estudo buscou analisar novos métodos e possibilidades de produção de órteses para STC, utilizando a Impressão 3D, visando proporcionar redução de custos e otimização do tempo. Nesse contexto, a Impressão e modelagem 3D demonstraram-se eficientes, uma vez que atenderam esses requisitos. Por fim, diante da carência e importância de estudos sobre essa temática, o projeto desenvolvido torna-se um fomentador para novas pesquisas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação pelo financiamento das pesquisas em desenvolvimento do grupo de pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

ARCE, R. P.; FOGGIATTO, J. A. *Modelagem de Órteses para fabricação por manufatura aditiva*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, n. 9 Joinville, Santa Catarina, ed.9, p. 30, Jul. 2017

BECKER, J.; NORA, D. B.; GOMES, I.; STRINGARI, F.F.; SEITENSUS, R.; PANOSSO, J. S.; EHLERS, J. A. C. An evaluation of gender, obesity, age and diabetes mellitus as risk factors for carpal tunnel syndrome. *Clinical Neurophysiology*, [s/l], v. 113, p. 1429 – 1434, Jun. 2002.

CAMPOS, A. A.; CARDOSO, C. M. C.; MELO, C. M. M.; BARBOSA, D. M.; RIBEIRO, D. M.; MAGALHÃES, E. P.; SANTOS, H. S.; GRANDI, L.; CHRISTÓFARO, M. A. C.; SILVA, P. N. *Técnico em Próteses e Órteses*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

CHAE, D. S.; KIM, D. H.; KANG, K. Y.; KIM, D. Y.; PARK, S. W.; PARK, S. J.; KIM, J. H. The functional effect of 3D-printing individualized orthosis for patients with peripheral nerve injuries: Three case reports. *Medicine*, [s/l], v. 99, p. e19791, Abr. 2020.

CHAMMAS, M.. Carpal tunnel syndrome. *Chirurgie de la Main*, [s/l], v. 33, p. 75-94, Nov. 2013.

CHOO, Y. J.; REVÉRET, M. B.; CHANG, M. C. 3D printing technology applied to orthosis manufacturing: narrative review. *Annals of palliative medicine*, [s/l], v. 9, n. 6, p. 4262 – 4270, Set. 2020.

ÇELIKER, R.; ARSLAN, S.; INANICI, F. Corticosteroid Injection vs. Nonsteroidal Antiinflammatory Drug and Splinting in Carpal Tunnel Syndrome. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, França, v. 81, n. 3, p. 182- 186, Mar. 2002.

FARAHMAND, B.; POURHOSAINGHOLI, E.; BAGHERI, A. Investigating the effects of volar wrist cock-up splint and dorsal lock wrist hand orthosis in reducing signs of carpal tunnel syndrome. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, [s/l], v. 35, art. 53, Abr. 2021.

HALL, B.; LEE, H. C.; FITZGERALD, H.; BYRNE, B.; BARTON, A.; LEE, A. H. Investigating the effectiveness of full-time wrist splinting and education in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *American Journal of Occupational Therapy*, [s/l], v. 67, n. 4, p. 448 – 459, Ago. 2013.

JAVOID, M.; HALEEM, A.; SINGH, R. P.; SUMAN, R.; RAB, S. Role of additive manufacturing applications towards environmental sustainability. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, [s/l], v. 4, p. 312 – 322, Jul. 2021.

KEITH, M. W.; MAESAR, V.; PETER, C. A.; ANDARY, M.; BARTH, R. W.; GRAHAM, B.; CHUNG, K.; MAUPIN, K.; WATTERS, W. C.; HARALSON, R. H.; TURKELSON, C. M.; WIELS, J. L.; MCGOWAN, R. Treatment of carpal tunnel syndrome. *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, [s/l], v. 17, n. 6, p. 397- 405, Jun. 2009.

NGO, Tuan D.; KASHANI, A.; IMBALZANO, G.; NGUYEN, K. T.Q.; HUI, D. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites Part B: Engineering*, [s. l.], v. 143, p. 172-196, 2018.

OSIAK, K.; ELNAZIR, P.; WALOSHA, J.A.; PASTERNAK, A. Carpal Tunnel Syndrome: state of the art review. *Folia Morphol*, [s/l], v. 81, n. 4, p. 851- 862, Nov. 2021.

PADUA, L.; CORACI, D.; ERRA, C.; PAZZAGLIA, C.; PAOLASSO, I.; LORETI, C.; WEBB, L. D. H. Carpal Tunnel Syndrome clinical features, diagnosis, and management. *The Lancet Neurology*, [s/l], v. 15, p. 1273-1284, Nov. 2016.

PALMER, K. T.; HARRIS, E. C.; COGGON, D. Carpal tunnel syndrome and its relation to occupation: a systematic literature review. *Occupational Medicine*, [s/l], v. 57, p. 57 – 66, Nov. 2006.

PATERSON, A. M.; DONNISON, E.; BIBB, R.J.; CAMPBELL, I. Computer-aided design to support fabrication of wrist splints using 3D printing: A feasibility study. *Hand Therapy*. [s/l], v. 19, p. 102-113, 2014.

RIASSI, H.; RAJABPOUR, S. A.; SALEHI, F.; SALEHIAN, H.; GHAEMI, K. Analyzing the therapeutic effects of short wrist splint in patients with carpal tunnel syndrome (CTS) under ibuprofen treatment from an EMG-NCV perspective. *Journal of Medicine and Life*, [s/l], v. 8, p. 154-158, Dez. 2015.

WERNER, R. A.; ALBERS, J. W.; FRANZBLAU, A.; ARMSTRONG, T. The relationship between body mass index and the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve*, [s/ l], v. 17, p. 632 – 636, Jun. 1994.