

Desenvolvimento um processo de fabricação de órteses de membro superior em TPU por manufatura aditiva

Development of an upper limb orthosis manufacturing process system in TPU by additive manufacturing

RESUMO

Caroline Okuyama Chagas
carolineochagas@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Curitiba, Paraná, Brasil

José Aguiomar Foggiatto
foggiatto@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Curitiba, Paraná, Brasil

Paloma Hohmann
palomahoh@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Curitiba, Paraná, Brasil

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um processo de fabricação de órteses de membro superior exclusivamente realizado por meio de manufatura aditiva por extrusão de material usando TPU (poliuretano termoplástico). Para executar o trabalho a metodologia utilizada seguiu as seguintes etapas: discussão, planejamento do projeto, pesquisa, etapa experimental e definição do processo. Tendo sido utilizados para a execução do projeto os programas Skanect, Meshmixer e Simplify, um sensor Kinect e uma impressora AnetA8. O resultado obtido foi uma sistemática para o processo de fabricação de órteses bem definido e um protótipo de órtese feito inteiramente por manufatura aditiva. Portanto, os resultados do trabalho foram considerados satisfatórios e o objetivo do trabalho alcançado.

PALAVRAS-CHAVE: Prótese de membro superior. Manufatura aditiva. TPU.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The present work has as objective the development of a manufacturing process of an upper limb orthosis made exclusively by additive manufacturing, using TPU (thermoplastic polyurethane). The work the methodology followed the ensuing steps: discussion, project planning, research, experimental stage and process definition. To execute the project the programs Skanect, Meshmixer and Simplify were used, as well as a Kinect scanner device and an aneta8 printer. The result was a well-defined orthosis manufacturing process system and an orthosis prototype made entirely by additive manufacturing. Therefore, the objective of the work was achieved and the results of the work were considered satisfactory.

KEYWORDS: Upper limb prosthesis. Additive manufacturing. TPU.

INTRODUÇÃO

As órteses são dispositivos, externos ao corpo, utilizados para o tratamento de disfunções causadas por lesões, doenças ou problemas congênitos. Os dispositivos são utilizados para a imobilização, correção ou restrição de movimentos ou deformidades e assistência da cura e podem assumir diferentes formas referentes à função desejada (GONÇALVES; FRANCISCO, 2011). As órteses podem ser rígidas, flexíveis, dinâmicas e estáticas. Além disso também podem ser pré-fabricadas, mas muitas vezes é necessário fazer modelos sob medida para atender à demanda do paciente. Ao longo do tempo os materiais utilizados foram evoluindo e atualmente os mais utilizados são os termoplásticos, polímeros que se fundem quando aquecidos acima de seu ponto de fusão. O material ganhou popularidade em meio aos profissionais da área devido ao seu fácil manuseio e grande duração. A escolha do termoplástico específico deve ser feita por alguém especialista sobre as necessidades do paciente, considerando diversos fatores, tais como conforto do material em contato com a pele do paciente, peso, estética e custo do material (GONÇALVES; FRANCISCO, 2011).

O processo de fabricação das órteses pode variar bastante a depender do seu tipo. Órteses pré-fabricadas são produzidas industrialmente e seu processo de confecção é conhecido apenas pelas empresas responsáveis por sua produção. Órteses feitas sob medida, por sua vez, possuem um processo de confecção bem definido (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013). Há, basicamente, dois tipos de processos comumente utilizados para a fabricação desse tipo de órtese. No primeiro são feitos moldes de gesso do membro desejado, e em seguida é utilizado um termoplástico de alta temperatura que é conformado no formato do molde. Entretanto, como existe algumas dificuldades relacionadas a esse tipo de processo, uma alternativa é fazer outro tipo de processo. Esse segundo processo, consiste em modelar um termoplástico de baixa temperatura diretamente no membro do paciente. A escolha do tipo de procedimento varia de acordo com as condições do paciente, a disposição do material, entre outros (ROSENMANN et al., 2017).

Tais processos, no entanto, podem apresentar limitações como disponibilidade de insumos, necessidade de mão de obra especializada e principalmente custo. Em uma tentativa de superar a limitação do custo, surgiu a ideia de produzir órteses por meio de manufatura aditiva, um processo que permite a fabricação de peças por meio da deposição sucessiva de material, em camadas. A fabricação dessas peças pode ser feita com diversos tipos de material e geralmente são feitas a partir de um componente 3D, previamente modelado (VOLPATO, 2017).

Para este trabalho, o material escolhido para a órtese foi o TPU (poliuretano termoplástico), utilizado como material base da órtese. O TPU é um polímero que apresenta características semelhantes à da borracha e isso acontece porque ele é um polímero que possui ligações cruzadas em sua fase rígida. Entretanto, em relação à borracha, esse termoplástico apresenta algumas vantagens como, por exemplo, fácil processamento e maior resistência a tração, abrasão e desgaste (ROSA et al., 2014). Devido às suas propriedades, ele foi um dos primeiros polímeros a ser processado nas formas utilizadas usualmente, tais como injeção e

extrusão. Como consequência disso, ele é um polímero amplamente utilizado em várias áreas da indústria (PIZATTO et al., 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo do trabalho é desenvolver um processo de produção de órteses completamente realizado a partir da manufatura aditiva. Para desenvolver o projeto foram seguidas as seguintes etapas: a) discussão: em um primeiro momento foi discutido o objetivo do projeto, possíveis alternativas para alcançá-lo e dificuldades que pudessem surgir; b) determinação de um plano de projeto: o planejamento de projeto foi estabelecido para tornar a atividade mais eficaz; c) pesquisa: o primeiro passo do planejamento foi fazer uma pesquisa sobre o tema, analisando quais seriam as alternativas mais viáveis e quais os materiais mais adequados ao objetivo; d) etapa experimental: as opções foram testadas para que se pudesse definir a melhor alternativa; e e) definição do processo: após todas as opções terem sido testadas, as melhores foram escolhidas e o processo foi definido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do resultado dos estudos, um processo de produção foi determinado. Esse processo é constituído de quatro etapas: confecção de um molde em gesso do membro superior, escaneamento do molde, elaboração do modelo da órtese com auxílio de programa de modelagem 3D e impressão da órtese por manufatura aditiva. O resultado do trabalho é o procedimento metodológico descrito a seguir:

CONFECÇÃO DO MOLDE DE GESSO

Para a confecção das órteses é necessário um molde do membro real do paciente e para isso são utilizadas ataduras gessadas que envolvem o membro do paciente. Após a atadura secar e adquirir o formato do membro, elas são retiradas e encaminhadas para a digitalização.

DIGITALIZAÇÃO

A digitalização permite a captura da geometria do molde físico e sua transferência para o ambiente virtual. Nesse trabalho a digitalização será feita com o auxílio de um sensor, utilizado no videogame XBOX, denominado Kinect e do programa Skanect (utilizado para fazer o processamento dos dados recebidos). A atividade consiste em preparar os moldes de gesso para serem digitalizados, definir os parâmetros necessários no programa, usar o Kinect para escanear o molde de gesso e exportar o modelo para o formato STL. O resultado dessa etapa é um modelo 3D do molde em gesso e outros objetos próximos usados como referência para acertar o valor da escala (Figura 1).

Figura 1 – Molde de gesso escaneado



Fonte: Autoria própria (2019).

Primeiramente, o molde deve ser posicionado em uma superfície limpa e plana. Além disso, deve-se colocar um outro objeto de dimensões conhecidas adjacente ao objeto escaneado para garantir que as dimensões obtidas estejam corretas. Em seguida, devem ser definidos os parâmetros necessários para que o programa execute o escaneamento. Após a definição dos parâmetros, deve-se utilizar o Kinect para fazer o escaneamento do molde de gesso contemplando toda a superfície visível do modelo. Finalmente, para exportar o modelo escaneado no formato STL deve-se utilizar a função *export model*, selecionando as opções *format STL* e *scale milimeters*.

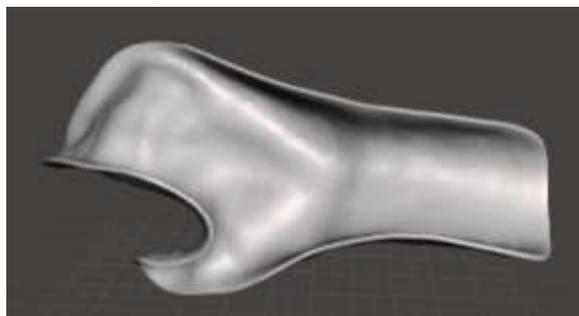
ELABORAÇÃO

Após a digitalização, o modelo resultante vem com alguns defeitos que precisam ser corrigidos. Nessa etapa, utilizou-se os modelos 3D do molde previamente escaneados no formato STL e o programa Meshmixer. Os procedimentos necessários para a realização da atividade foram:

- a) exportar a geometria;
- b) retirar as partes que não seriam utilizadas na modelagem da órtese;
- c) fazer o acabamento das bordas do molde do gesso;
- d) fazer um *Offset* da espessura desejada, normal a superfície com sentido para fora;
- e) separar a superfície criada do original selecionando-a e usando a função *Separate*;
- f) nomear essa superfície como “Superfície 2”;
- g) corrigir qualquer irregularidade que possa ter surgido na borda do molde;
- h) suavizar as bordas da superfície criada, selecionado a superfície e usando a função *Smooth Boundary*;
- i) salvar um novo arquivo com a nova superfície como “Offset 1”;
- j) extrudar a superfície para fazer o corpo 3D, utilizando o comando *Extrude* definindo a direção como “normal” e inserindo um *offset* de 3mm;
- k) adicionar um tipo de fixação;
- l) importar a geometria como arquivo STL.

A atividade resulta em um modelo 3D em STL da órtese desejada, um exemplo simples e sem fixação pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo 3D da órtese



Fonte: Autoria própria (2019).

FABRICAÇÃO DA ÓRTESE POR MANUFATURA ADITIVA

Para a execução dessa etapa foram utilizados a impressora Anet A8, filamento de TPU (poliuretano termoplástico - GRAVAPLAST) e o modelo 3D apresentado na Figura 2. Na atividade se utiliza o programa Simplify para fazer o fatiamento da órtese e nele são determinados os parâmetros de impressão. Além disso, é feito um planejamento para definir a melhor disposição para a impressão que nesse caso foi escolhida a posição horizontal. Em seguida, é gerado um arquivo no formato G-code e a peça é enviada para a impressão. A atividade resulta em um protótipo da órtese impresso. O resultado pode ser observado nas Figuras 3 e 4.

Figuras 3 e 4 – Órtese fabricada por manufatura aditiva



Fonte: Autoria própria (2019).

CONCLUSÃO

Verifica-se que o trabalho foi bem-sucedido por ter sido possível desenvolver uma sistemática para a produção de uma órtese de baixo custo fabricada totalmente por manufatura aditiva, com os recursos existentes.

Algo notável é que devido à boa qualidade do acabamento da órtese fabricada, existe a possibilidade de eliminação da necessidade de material de conforto uma vez que o material é maleável e não gera desconforto.

Possíveis trabalhos futuros na área envolvem a adição de dispositivos de fixação nas órteses que também possam ser produzidos por manufatura aditiva, visando à diminuição do custo das mesmas.

REFERÊNCIAS

GONÇALVES, Bruna Alvarenga; FRANCISCO, Naya Prado Fernandes. **Órteses: orientações e cuidados**. XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação—Universidade do Vale do Paraíba, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Confecção e manutenção de órteses, próteses e meios auxiliares de locomoção: confecção e manutenção de próteses de membros inferiores, órteses suropodálicas e adequação postural em cadeira de rodas**. Biblioteca Virtual em Saúde, 2013. Disponível em: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsms/resource/pt/mis-37380>. Acesso em: 26 jul. 2019.

PIZATTO, Leandro et al. **Morfologia e propriedades mecânicas de Compósitos de TPU com argila**. In: 10º Congresso Brasileiro de Polímeros, Foz do Iguaçu, PR. 2009.

ROSA, Bruna dos Santos et al. **Estrutura e propriedades de misturas poliuretano termoplástico com aditivos condutores**. 2014.

ROSENMANN, Gabriel C. et al. **Development and Evaluation of Low-Cost Custom Splint for Spastic Hand by Additive Manufacturing**. In: **International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics**. Springer, Cham, 2017. p. 701-711.

VOLPATO, Neri. **Manufatura Aditiva: Tecnologias e aplicações da impressão 3D**. Editora Blucher, 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq pela bolsa de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação (PIBITI) e ao Núcleo Manufatura Aditiva e Ferramental e (NUFER).