

PRÓTESE MECÂNICA DE MÃO DE BAIXO CUSTO

Yara Nunes Oliveira, Faculdade de Tecnologia de São Paulo, yaranunes1@hotmail.com
Carlos Rezende de Menezes, Faculdade de Tecnologia de São Paulo, crmenezes@fatecsp.br

Resumo. O objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento de uma prótese mecânica similar a uma mão humana, de baixo custo e peso limitado a 350g. O protótipo permite ao usuário movimentar pequenos objetos e, no caso de crianças, ser substituído periodicamente durante o crescimento por modelos com dimensões adequadas até a implantação de uma prótese definitiva.

A metodologia considerou inicialmente a obtenção de moldes em alginato e posterior construção de modelos em gesso que foram preparados e escaneados em 3D. Em seguida foi feito o tratamento das imagens em um programa CAD. Os arquivos .stl obtidos permitiram a impressão de um modelo em ABS gerado em uma impressora 3D.

O resultado foi um modelo similar a uma mão humana com movimentos de preensão e abertura obtidos, respectivamente, por meio de tirantes elásticos e cabos de aço revestidos com nylon.

Palavras chave: prótese mecânica, mão, inclusão social.

1. INTRODUÇÃO

O corpo humano tem membros responsáveis por várias funções, todos fundamentais, como é o caso das mãos que, por segurarem objetos facilitam o seu manuseio. É por esse motivo que visamos a reabilitação e inclusão social de pessoas que, por algum acidente ou má formação congênita, enfrentam dificuldades por não terem uma ou ambas as mãos.

Atualmente no mercado de próteses e órteses são encontradas inovações avançadas e tecnológicas que garantem o conforto, resistência, funcionalidade, entre tantas outras vantagens^[1]. Porém, têm como desvantagem o seu alto custo, o que as tornam inacessíveis ao público de baixa renda. Para universalizar estes equipamentos, este projeto utiliza a tecnologia a seu favor, com o auxílio de uma impressora 3D, garantindo qualidade, baixo custo e rapidez.

Baseando-se nas próteses de mãos desenvolvidas pelo projeto Hobohand^[2], criado inicialmente por Richard Van (que teve amputado quatro dedos de sua mão) e posteriormente aprimorado pelo designer norte-americano Ivan Owen, foram criados modelos de prótese dotados de um mecanismo simples, mas com ótima capacidade funcional.

O diferencial deste projeto, Prótese Mecânica de Mão de Baixo Custo, é o fato de imitar o máximo possível uma mão humana, diferentemente do Hobohand, que se assemelha a uma mão robótica.

2. MECANISMO

O projeto utiliza meios totalmente mecânicos para o funcionamento da prótese. Caso o usuário tenha pelo menos parte da mão, à abertura e fechamento da prótese ocorrerá pela flexão do pulso com uma angulação mínima de 30°. Se o usuário for amputado pouco abaixo do cotovelo, será feita uma adaptação e a funcionalidade ocorrerá pela flexão do braço. A movimentação se dá através de canais na parte superior e inferior da mão, conforme mostra a Figura 1.

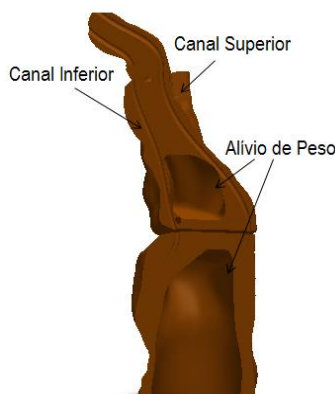


Figura 1. Canal Superior e Inferior

Cada dedo tem o seu respectivo canal, começando nas pontas das falanges distais e terminando logo após a região dos ossos metacarpos. Nos canais inferiores correm cabos elásticos tensionados de maneira a que a mão fique fechada.

Nos superior são passados cabos rígidos de aço revestido de nylon. A regulagem destes últimos é obtida por parafusos colocados em um suporte externo. Pinos de rotação na região do punho e nas falanges permitem o movimento. Ao flexionar o punho, em um ângulo de aproximadamente 45° , os cabos rígidos são tracionados. Todos os dedos são acionados, articulando as falanges e o punho, provocando a abertura da mão. A Figura 2 mostra o projeto da prótese com uma futura adaptação para o acoplamento ao braço do usuário. A fixação é feita com o auxílio de velcro.



Figura 2. Prótese adaptada

A prótese experimental pesa 259,3g, um peso baixo quando comparado às existentes no mercado, que chegam a pesar 1kg, por conterem muitas partes metálicas. O seu custo é relativamente baixo, comparando-se com próteses mecânicas com as mesmas funções, que chegam a custar de US\$5212,00 a US\$6952,00. O valor previsto para uma prótese impressa, objeto deste trabalho, é de aproximadamente US\$38,00. Sua capacidade de preensão foi baseada em informações obtidas por estudos, que relatam a força de preensão palmar limite, que para adolescentes com a faixa etária de 16 anos, é da ordem de $34\text{kgf}^{[3]}$. Para testes tomou-se como referência 50% deste valor. Até o momento há limitação de segurar objetos de pequenas dimensões, e baixo peso (em torno de 1kg). No entanto, o protótipo permite a realização de diversas atividades cotidianas, como por exemplo: escovar os dentes, segurar um copo de água, brincar com uma bola, entre outras.

No estudo dos materiais atualmente disponíveis para impressão 3D, o Acrilonitrila-Butadieno-Estireno (ABS) apresenta uma excelente combinação de propriedades mecânicas e químicas, facilidade de conformação e preço moderado. A bibliografia^[4] indica que a curva tensão-deformação de um corpo de prova de ABS sujeito a uma carga de tração, apresenta uma tensão limite superior a 40 Mpa para uma deformação inferior a 20%.

2.1. Desenvolvimento

Foram criados dois modelos similares de gesso a partir de um molde de alginato da mão de um dos autores. Inicialmente uma mão masculina, pois as dimensões são maiores, facilitando o manuseio. A necessidade de dois moldes de gesso ocorreu para garantir a semelhança e ganhar tempo no processo. No primeiro molde foram trabalhados todos os recortes e articulações, obtendo-se primariamente as medidas e referências principais, baseados nas articulações de uma mão humana. O segundo molde foi submetido ao processo de escaneamento 3D, gerando um arquivo com extensão Para Solid, onde foram inseridos os canais de guia para os cabos de movimentação, articulações das falanges e toda a modelagem necessária, tendo com referência o primeiro molde de gesso. A partir da modelagem de cada parte da mão pronta (dedos e palma), foi possível fazer a montagem do conjunto em um software e aprimorar os ajustes e medidas de encaixe das articulações.

Os quatro dedos indicador, médio, anular e mínimo têm uma articulação na região das falanges médias e nas proximidades do metacarpo. O polegar apenas uma articulação, ao término do metacarpo.

A Figura 3 mostra o molde da mão de gesso trabalhada e com todos os recortes, furações e cabos provisórios. A Figura 4 mostra a mão em Solid recortada e montada.



Figura 3. Mão de gesso trabalhada



Figura 4. Arquivo Solid recortado e montado

O arquivo em solid foi salvo em uma extensão .STL, necessário pra a leitura da impressora 3D. A mão impressa é mostrada na Figura 5.



Figura 5. Mão impressa.

Com as peças apenas da mão impressa, foram passados nos canais os cabos elásticos e os rígidos de aço, todos chumbados nas pontas dos dedos (início dos canais). Em seguida, as articulações dos dedos foram montadas e rebitadas. Os cabos, tanto os elásticos quanto os rígidos, foram regulados.

2.2. Materiais

Para a realização do projeto os materiais utilizados foram: plástico ABS para a impressora 3D; gesso, para a fabricação dos moldes; cabos de aço revestido de nylon e cabos elásticos para realização dos movimentos; rebites de alumínio utilizados como eixos das articulações; velcro para a fixação e regulação da prótese no braço.

2.3. Resultados

Apesar do protótipo pronto, ainda não foram feitos testes em seres humanos, o que deverá ocorrer brevemente. Porém foi feita uma adaptação especial, para que testes dinâmicos em laboratório fossem realizados e permitissem comprovar, principalmente, o mecanismo de abrir e fechar e a habilidade de segurar. Os testes indicaram que o funcionamento está correto, porém serão necessário ajustes das articulações, para que o fechamento corresponda aos ângulos ideais. A Figura 6 mostra o protótipo da prótese de mão na posição aberta segurando uma garrafa plástica. A Figura 7 mostra a protótipo na posição fechada. Na Figura 8, visualizamos o protótipo em uma atividade comum, cumprimentando uma pessoa.

É importante destacar que é possível fazer uma prótese espelhada caso a pessoa possua apenas uma das mãos. Neste caso, ainda que a aparência seja de um objeto mecânico, seu aspecto se assemelha mais a uma mão humana do que os modelos robóticos atualmente disponíveis no mercado.



Figura 6. Mão na posição fechada, segurando uma garrafa.



Figura 7. Mão aberta.



Figura 8. Protótipo da prótese cumprimentando uma pessoa

3. CONCLUSÃO

O projeto Prótese Mecânica de Mão de Baixo Custo foi desenvolvido visando auxiliar pessoas que não têm uma das mãos. Tem como diferencial utilizar materiais acessíveis e de baixo custo e, produzir uma prótese com o formato próximo de mão humana.

4. REFERÊNCIAS

- [1] Cesar, 2009. “Historia das Próteses”, 16 Set. 2014, <<http://orthoenam.skyrock.com/2398747349-HISTORIA-DAS-PROTESES.html>>
- [2] Pixelmagic, 2014. “Projetos Robohand”, 14 Maio 2014, <<http://www.robohand.net/press-package/>>
- [3]Moura, P. M. L. S., Estudo da força de preensão palmar em diferentes faixas etárias do desenvolvimento humano. 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Saúde). Faculdade Ciência da saúde. Universidade de Brasília. Brasília, 2008.
- [4] Costa T. H. S., Fontana J. A. C., Kossaka J., Taraszkiewicz T.; Estudo do Comportamento Mecânico de Alguns Termoplásticos; Departamento de Engenharia Mecânica/DEMEC; Universidade Federal do Paraná; Curitiba – PR; 1998.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Paulo Roberto Araújo, Reinaldo Pereira de Oliveira, Renato Rosa e Silvestre da Silva Neto por toda ajudam e auxilium prestados.

6. ABSTRACT

The purpose of this work is the development of a mechanical prosthesis similar to a human hand, inexpensive, with limited weight 350 g, which allows the user to move small objects and, in the case of children, can be replaced periodically during growth by appropriate models until the implementation of the final prosthesis.

The methodology initially considered getting molds in alginate subsequent construction of plaster models that were prepared and subsequently scanned in 3D. Then was made the treatment of images in engineering program, concluding with 3D printing.

The result was a model similar to a human right hand to hold and opening moves obtained respectively by elastic straps and steel cables coated with nylon.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Yara Nunes Oliveira e Carlos Rezende de Menezes.