

**Projeto de Iniciação Científica
submetido para avaliação no
Edital: (04/2022)**

**Título do projeto: Otimização de Prótese da Mão com movimento da
munheca de baixo custo fabricada em impressora 3D**

**Palavras-chave do projeto: Próteses de Mão, Baixo Custo, Biomecânica,
Análise Numérica e Otimização**

Área do conhecimento do projeto: Engenharia Biomédica

Sumário

1 Resumo	2
2 Introdução.....	3
3 Objetivos.....	5
4 Materiais e Métodos.....	5
5 Viabilidade.....	8
6 Cronograma de atividades.....	8
Referências.....	9

1. Resumo

A vida das pessoas que por ventura não tem algum membro, seja esse inferior ou superior, é muito dificultada e essas pessoas tem sempre que estar buscando meios de se adaptar para que possam viver a vida da melhor maneira possível. As próteses são uma alternativa muito bem vinda que podem mudar a vida das pessoas de maneira muito rápida, dando possibilidade de realizar novas ações que antes seriam impossíveis e gerando uma melhora muito grande na autoestima. Hoje a tecnologia é capaz de rastrear atividade muscular para que apenas com contrações musculares a prótese seja capaz de realizar alguma ação, e facilitar muito a vida da pessoa que a utiliza. Dito isso, deveriam ser acessíveis a todos que as necessitam independente dos custos, contudo sabemos que essa não é a realidade em que vivemos e portanto, torna-se extremamente necessário o trabalho feito pelos grupos citados anteriormente como a E-Nable e o Atomic Lab, dando acesso à próteses muito funcionais e baratas àqueles que não conseguem pagar por uma com as mais novas tecnologias. Assim, o objetivo desse trabalho é contribuir com a comunidade fazendo melhorias no modelo disponibilizado pelo grupo E-Nable, a Phoenix Hand V3, por meio de testes feitos em softwares gratuitos e por meio de testes práticos após feita a impressão na impressora 3D. Após o final do experimento, o projeto será postado na comunidade da E-Nable para que fique disponível para o público.

2. Introdução

Em muitas culturas do mundo, a utilização das mãos é essencial e muito prestativa quando queremos passar alguma mensagem (1). Alguns sinais são claros e muito conhecidos em vários países, como um “joinha” com seu dedão, outros já mais desconhecidos como o hábito italiano de colocar o dedo na bochecha após uma refeição para sinalizar que está boa. Linguagens e alfabetos inteiros como LIBRAS são desenvolvidos para a comunicação de surdos e mudos. Em geral, utilizamos nossas mãos para os mais diversos cenários do dia a dia, desde pegar um copo para beber, até escrever os mais complexos trabalhos científicos. Desse modo, perder uma ou as duas mãos tem um impacto significativo na vida de qualquer pessoa, seja pelos efeitos práticos ou pelo efeito psicológico de se sentir diferente do resto das pessoas. É dito que em grande parte das pessoas que sofreram uma cirurgia de amputação desenvolvem-se sintomas de depressão no pós-operatório (2). Devido a todas essas dificuldades, a tecnologia das próteses vem crescendo, talvez não com a velocidade que gostaríamos, e buscando solucionar da melhor maneira possível os impactos que a falta de um membro tão importante pode causar. É verdade que as próteses começaram de maneira muito simples, porém nos dias atuais é possível ver um avanço significativo em seus materiais, movimentos e funcionalidades. Contudo, toda essa inovação chegou com um preço, literalmente, próteses mais avançadas com tecnologia de eletromiografia e os melhores componentes, chegam até 40 mil dólares (3), o que é inviável para grande parte da população mundial, principalmente nos países menos desenvolvidos ou emergentes.

No Brasil, estima-se que em torno de 40 mil pessoas são amputadas por ano devido a diversas causas (4), além das pessoas que nascem com algum tipo de deformidade dos membros. O grande problema é que em países como o Brasil, grande parte da população não tem condições básicas de vida, tendo que se preocupar a todo tempo com ter o suficiente para manter uma moradia e comprar comida. Assim, as próteses, mesmo que extremamente necessárias, se tornam uma alternativa inviável para a população. Dessa realidade, surgem diversos projetos e equipes que tentam resolver esse problema de modo que apesar do preço exorbitante de próteses mais tecnológicas e com mais movimentos possíveis, existe a possibilidade de criar próteses mais baratas e mais simples que podem ser feitas sob medida para cada necessidade. As próteses são feitas em impressoras 3D de acordo com as medidas do paciente. A impressão 3D pode ser usada em próteses simples ou para algumas partes de próteses mais complexas.

Figura 1: Primeira próteses feita em impressora 3D do Reino Unido, utilizada por uma garota de 5 anos.



<https://www.oficinadanet.com.br/post/13420-menina-sem-dedos-recebe-protese-feita-a-partir-de-impressora-3d>

Em 2014, essas próteses eram feitas por apenas 200 reais na conversão direta da libra. A prótese foi realizada pelo grupo E-Nable, que é um grupo sem fins lucrativos que busca atingir o maior número possível de pessoas com suas próteses impressas em 3D. A prótese funciona com a combinação dos fios presos no pulso e na ponta dos dedos e o movimento do pulso, assim quando movimentado os dedos irão se fechar, dando a possibilidade de agarrar objetos ou até mesmo realizar atividades mais complicadas como desenhar. Além disso, o fato de poder executar ações que antes pareciam impossíveis traz um grande efeito psicológico positivo para a pessoa. Dessa maneira, apesar de não serem o ápice da tecnologia conhecida, tornam a vida das pessoas necessitadas muito mais próxima do ideal.

Figura 2: Foto de uma prótese de funcionamento parecido feita pelo Atomic Lab em que vemos a pessoa desenhando.



<https://www.instagram.com/theatomiclab/>

No artigo de Buccino et al. de 2022(6), os autores apontam que um dos maiores problemas com as próteses mais avançadas, é que com o número de componentes que precisam ser adicionados, o peso delas acaba ficando maior que o desejado, dessa maneira causando o incômodo dos usuários. Assim o objetivo deles era, por meio de softwares e de teste experimentais, achar maneiras de diminuir o peso dos dedos das próteses sem comprometer seu funcionamento. Já no artigo de Munakata et al. de 2020 (7), os autores buscam se inspirar no movimento das pernas das aranhas para biomimetizá-lo e usar em dedos de próteses de impressão 3D de baixo custo para melhorar o movimento produzido por essas próteses, e para isso usam um software para fazer o design do que eles chamam de “dedo pneumático”. Por fim, no artigo Ferreira et al. de 2017, os autores se baseiam na ideia do grupo E-Nable para criar do zero um novo design de prótese de baixo custo fazendo uma análise anatômica de uma mão e tentando recriar seus movimentos da melhor maneira possível no novo design de prótese.

3. Objetivos

Mesmo sendo de grande utilidade, uma prótese mais simples como as apresentadas até então tem funções limitadas por conta do seu propósito em si de não ter um preço muito elevado e poder ser facilmente fabricada. Deste modo, o objetivo deste trabalho é analisar o design de uma prótese liberada ao público pelo grupo E-Nable e testar de maneira metodológica seus pontos fracos, seu material e suas principais funcionalidades e de

acordo com os resultados obtidos buscar as melhores maneiras de se melhorar o projeto sem desviar de sua principal característica, ou seja, a prótese deve se manter barata. Dessa forma, o principal objetivo é que a prótese seja capaz de realizar novas ações possibilitando uma melhora ainda maior dessas pessoas.

4. Materiais e Métodos

A prótese escolhida para que os testes sejam realizados, como dito anteriormente, vem da plataforma E-Nable. O modelo será a Phoenix Hand V3:

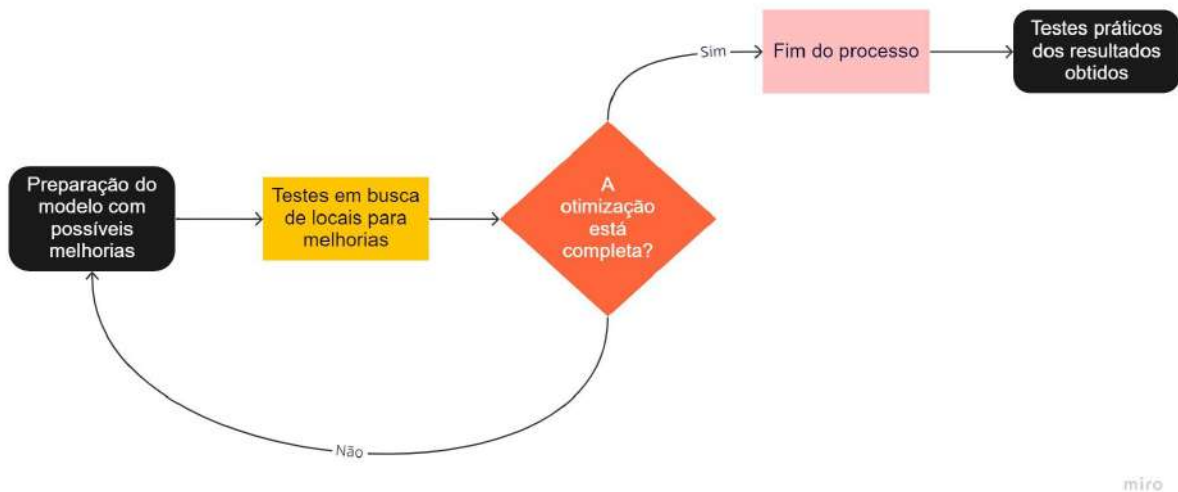
Figura 3: Prótese Phoenix Hand V3



<https://hub.e-nable.org/s/e-nable-devices/wiki/e-NABLE+Phoenix+Hand+v3>

Para isso, iremos fazer uma combinação de testes experimentais com testes em um software de análise e otimização gratuito. Dessa maneira, utilizaremos o software para fazer vários testes e procurar locais de melhora, seja reforçando o material ou até mesmo tirando

partes que se mostrem desnecessárias com o objetivo de diminuir o peso da prótese. Ao final dos testes de software o programa fará as sugestões de locais de melhora, funciona como nesse fluxograma:



Os testes para buscar os locais de melhoria devem ser feitos baseados em três pilares

- Geometria: A geometria da prótese será a disponibilizada pelo grupo E-Nable e é nela que trabalharemos em cima.
- Biomecânica: O software olhará para coisas como, o tamanho dos dedos; a distância entre os dedos; o funcionamento, o número e distância das articulações; como o cabo que conecta os dedos está colocado; mecanismos internos de funcionamento e outros.
- Material: Dado a ampla gama de materiais disponíveis para impressão 3D como TPU, CFR e PLA cada parte da prótese deve ser analisada em busca do material mais adequado para seu funcionamento.

Após toda a gama de testes, iremos fazer a análise dos resultados em busca das otimizações, que podem ser variadas, como

- Redução da densidade do material buscando diminuição de peso
- Reforço de áreas frágeis
- Mudança do material de certas partes buscando melhor desempenho
- Mudança direta na biomecânica como distância entre articulações ou dedos
- Adição de materiais em busca do aumento da firmeza da pegada

Como mostrado, após o final dos testes, os resultados obtidos pelo programa serão testados experimentalmente para mostrar se a análise numérica corresponde à prática. Se durante os experimentos, novas possíveis melhorias que o software não apontou aparecerem, também serão adicionadas aos testes. Além disso, também será testado

quanto peso a prótese consegue levantar e a firmeza da pegada em diferentes materiais, sempre em busca de modos de se melhorá-la. Após o final do experimento, o novo design encontrado será disponibilizado na plataforma para que seja aproveitado pelas outras pessoas também.

5.Viabilidade

O projeto depende da obtenção do design da prótese, que se encontra disponível gratuitamente no site do grupo E-Nable, da utilização de um software que também se encontra gratuito e por fim, da utilização de uma impressora 3D que esteja disponível na faculdade. O Professor orientador tem acesso a impressora 3D de outros pesquisadores, e também dispõe do material a ser utilizado caso necessário.

6.Cronograma de Atividades

1. Etapa 1

- a. Revisão Bibliográfica**
- b. Revisão dos Dados**
- c. Revisão Biomecânica**

2. Etapa 2

- a. Testes com Software**
- b. Análise de Viabilidade dos Resultados**
- c. Análise e Otimização: Projeto**

3. Etapa 3

- a. Impressão 3D**
- b. Testes experimentais**
- c. Análise final dos Resultados**

4. Etapa 4

a. Relatório e Simpósio

b. Publicação em Congresso

Tabela 1 – Exemplo de cronograma de atividades previstas

Etap a	Mês											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1.a.	X	X	X									
1.b.		X	X	X								
1.c.			X	X	X							
2.a.				X	X	X	X					
2.b.					X	X	X	X	X			
2.c.								X	X			
3.a.								X	X			
3.b.							X	X	X	X		
3.c.									X	X	X	
4.a.									X	X	X	X
4.b.									X	X	X	X

7. Referências

- (1) Weil, P.; Tompakowo, R.; Corpo Fala: A linguagem silenciosa da comunicação não-verbal. Editora Vozes, 1986
- (2) Macedo, L.; Aparecida, M.; Aspectos psicológicos da cirurgia de amputação. Aletheia 30, 2009
- (3) John, B.; The Design and Test of an Anthropomorphic Hand Prosthesis with Multigrasp Capability. THE UNIVERSITY OF NEW BRUNSWICK, 2015
- (4) dos Reis, G.; Casa Júnior, A.; da Silveira, R.; Perfil epidemiológico de amputados de membros superiores e inferiores atendidos em um centro de referência. RESC, 2012
- (5) Buccino, F. et al. Mechanical Design Optimization of Prosthetic Hand's Fingers: Novel Solutions towards Weight Reduction. Materials, 2022
- (6) Munakata, G. et al. 3D fingerprint design proposal using spider movement mechanism and soft robotic technology. Springer, 2020
- (7) Ferreira, D. et al. Development of low-cost customised hand prostheses by additive manufacturing. Taylor and Francis, 2017

Figura1:

<https://www.oficinadanet.com.br/post/13420-menina-sem-dedos-recebe-protese-feita-a-partir-de-impressora-3d>

Figura 2: <https://www.instagram.com/theatomiclab/>

Figura 3: <https://hub.e-nable.org/s/e-nable-devices/wiki/e-NABLE+Phoenix+Hand+v3>