

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
FELIPE DOS SANTOS MOREIRA
THIAGO SANTOS SILVA**

**Taubaté - SP
2018**

**FELIPE DOS SANTOS MOREIRA
THIAGO SANTOS SILVA**

**MÃO 3D: Um Estudo Sobre o Desenvolvimento de
Próteses utilizando Impressora 3D**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do
curso de Engenharia Mecânica do
Departamento de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me. Fabio Henrique
Fonseca Santejani

Coorientador: Prof. Me. Ivair Alves dos
Santos

**Taubaté – SP
2018**

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

S586m Silva, Thiago Santos
Mão 3D: Um Estudo Sobre o Desenvolvimento de Próteses Utilizando Impressora 3D / Thiago Santos Silva; Felipe dos Santos Moreira. -- 2018. 44 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.
Orientação: Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani, Departamento de Engenharia Mecânica.
Coorientação: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Baixo custo. 2. Impressora 3D. 3. Mão Robótica. 4. Pessoas Deficientes. 5. Próteses. I. Título. II. Moreira, Felipe dos Santos. III. Graduação em Engenharia Mecânica.

CDD – 621.381

Ficha catalográfica elaborada por **Shirlei Righeti – CRB-8/6995**

FELIPE DOS SANTOS MOREIRA
THIAGO SANTOS SILVA

MÃO 3D: Um Estudo Sobre o Desenvolvimento de Próteses utilizando impressora 3D

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE **GRADUADO EM ENGENHARIA MECANICA**

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani
Coordenador de Trabalho de Graduação

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. Ivair Alves dos Santos
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. Antônio Carlos Tonini
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

27 de novembro de 2018

Esse trabalho é dedicado à Deus, que nos deu a sabedoria
para escrever cada página e iluminou os caminhos para
superar as adversidades.
Sem ele, seria impossível.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fonte da vida e da graça. Agradecemos pela vida, inteligência, nossas famílias e amigos.

Agradecemos aos nossos familiares que nos apoiaram até aqui e que foram a nossa fonte de inspiração, em especial nossos respectivos pais que nos deram todas as condições para realização deste sonho, atendidos por Lucimar dos Santos e Váilton Inácio e Iolanda dos Santos e Benedito Donizette.

Somos gratos aos colegas da Universidade de Taubaté - UNITAU que lutaram junto conosco todos os dias. Aos amigos que não deixaram o cansaço nos vencer.

Aos nossos mestres que acompanharam toda a nossa trajetória dentro do curso de engenharia mecânica.

Aos nossos orientadores Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani e Prof. Me. Ivair Alves dos Santos que foram incansáveis em suas orientações, pesquisas e revisões. Sem deixarmos de lembrar a Prof. Maria Elizete Kunkel, que disponibilizou todo o espaço, equipamentos e sabedoria para o desenvolvimento dos estudos da prótese por ela projetada nas dependências da escola de inverno de biomecânica da UNIFESP.

Às funcionárias da Secretaria pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar.

Nosso muito obrigado à Universidade de Taubaté - UNITAU por nos proporcionar o melhor ambiente educacional.

“O que a suas mãos tiverem que fazer, que o façam
com toda a sua força, pois na sepultura, para onde
você vai, não há atividade nem planejamento, não
há conhecimento nem sabedoria”
(ECLESIASTES 9:10)

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de estudar o desenvolvimento de uma mão robótica, a qual apresenta um baixo custo, sendo a mesma produzida através de uma impressora 3D, que poderiam ser utilizadas por pessoas deficientes a qual possuem um padrão de vida de baixa renda, e devido ao alto custo das próteses disponíveis no mercado não teriam acesso a esse bem. Um portador de deficiência física, quando se utiliza de próteses similares a realidade, conseguem retomar alguns movimentos simples, que por muitos são vistos como algo ineficaz, mas para uma pessoa com limitações se torna muito além de movimentos diários básicos, isso também agrega a autoestima, qualidade de vida e promove a inclusão social. Os estudos abordados neste trabalho são em especial os membros superiores, tomando como base principal a prótese realizada com finalidade de atender uma criança com necessidade especial. O item apresentado para estudo se utiliza de materiais simples, que buscam uma redução significativa do valor final do produto, mantendo ainda um aspecto que incentiva a criança a utilizar como uma forma de brincadeira, acostumando-se assim ao uso diário da prótese. Todos os estudos apresentados neste trabalho se dão à integração de pessoas deficientes ao convívio social com finalidade de fazer o uso da prótese. Esta prótese possui como característica própria a simplicidade na construção, mantendo ainda a capacidade de aderência e manipulação dos objetos.

Palavras-chave: Mão Robótica. Impressora 3D. Próteses. Baixo Custo. Pessoas Deficientes.

ABSTRACT

This work aims to study the development of a robotic hand, which has a low cost, it is produced through a 3D printer, which could be used by disabled people who have a low income standard of living, and due to the high cost of prosthetics available on the market would not have access to this good. A physically handicapped person, when using reality like prosthetics, can do some simple movements, which by many are seen as ineffective, but for a person with limitations it goes far beyond basic daily movements, this also adds to self-esteem, quality of life and promotes social inclusion. The studies addressed in this work are in particular the upper limbs, taking as main basis the prosthesis performed with the purpose of attending a child with special need. The item presented for study uses simple materials, which seek a significant reduction of the final value of the product, still maintaining an aspect that encourages the child to use as a form of play, becoming accustomed to the daily use of the prosthesis. All the studies presented in this study are given to the integration of disabled people into social interaction with the purpose of making use of the prosthesis. This prosthesis has as its own characteristic simplicity in the construction, still maintaining the ability of adherence and manipulation of the objects.

Keywords: Robotic Hand. 3d printer. Prosthesis. Low cost. Disabled people.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Prótese Ortopédica	18
Figura 2 – Prótese de Membros Inferiores	19
Figura 3 – Prótese de Membros Superiores	19
Figura 4 – Prótese Mão 3D	33
Figura 5 – Prótese Mão 3D	34
Figura 6 – Prótese Mão 3D	35
Figura 7 – Prótese Mão 3D	35
Figura 8 – Prótese Mão 3D	36
Figura 9 – Prótese Mão 3D	36
Figura 10 – Prótese Mão 3D	37
Figura 11 – Prótese Mão 3D	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferentes Tecnologias de Impressão 3D	26
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.C.	Antes de Cristo
3 D	Três Dimensões
CNC	Controle Numérico Computadorizado
UV	Ultra Violeta
SLA	Stereolithography ou Esteriolitografia
FDM	Fused Deposition Modeling ou Modelagem de Deposição Fundida
SLS	Selective Laser Sintering ou Sinterização a Laser
SLM	Selective Laser Melting ou Derretimento a Laser
IET	Instituto de Engenharia e Teologia
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation ou Comunidade Científica e Organização de Pesquisas Industriais Australianas
NASA	National Aeronautics and Space Administration ou Agência Aeroespacial Nacional Americana
EVA	Ethylene Vinyl Acetate ou Acetato Vinilo de Etileno
PLA	Ácido Polilático

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	15
1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO	16
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 PRÓTESES	18
2.1.1 A história e Surgimento das Próteses	18
2.2 IMPRESSORA 3D DE BAIXO CUSTO	20
2.2.1 Mecânica da Impressora 3D	21
2.2.2 Sistema de Desenvolvimento Eletrônica	22
2.3 SOBRE A CRIAÇÃO DE PROTÓTIPOS	23
2.3.1 A Terceira e Mais Recente Fase	24
2.4 SOBRE A IMPRESSORA 3D	24
2.4.1 Sobre a História da Impressão 3D	25
2.5 AS TÉCNICAS E CARACTERÍSTICAS DE IMPRESSÃO 3D	26
2.5.1 Aplicabilidade	27
3 METODOLOGIA	30
4 DESENVOLVIMENTO	31
4.1 PARA QUE SERVE A MÃO	32
4.2 BENEFÍCIOS DA MÃO	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35

6 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

As novas tecnologias promovem um fácil acesso às ferramentas tecnológicas que, até poucas décadas, se restringiam a uma pequena parcela da população mundial. Com a popularização das formas de manipulação de impressoras 3D, pequenas empresas, universidades e até pessoas físicas que trabalham a partir de suas casas, estão próximas de construir peças de diferentes tipos, formatos e materiais a partir de suas impressoras 3D (INMOOV, 2015).

A criação da impressão 3D, nos Estados Unidos, no ano de 1984, a princípio teve o nome de prototipagem rápida. Com o decorrer dos anos, devido ao baixo custo de produção e facilidade de operação, a impressão 3D foi ganhando espaço no mercado (INMOOV, 2015).

Conforme sua popularidade aumentava, e mais pessoas adquiriam impressoras 3D, surgiram movimentos como a REPRAP'S, que difundia que era possível a auto replicação das máquinas, ou seja: uma impressora 3D podia se auto replicar, contribuindo assim para o aumento de sua difusão ao redor do planeta (REPRAP, 2015).

A impressão 3D é capaz de atender a diferentes segmentos com a mesma eficácia e com baixo custo, como por exemplo na área médica cirúrgica, onde algumas diferentes e muito sofisticadas máquinas são capazes de reproduzir vasos sanguíneos, peles e tecidos humanos. Na área médica-ortopédica são infinitas as possibilidades de criação de próteses de membros inferiores e superiores, com precisão absurda (RICHARD, 2004).

Devido ao alto custo das chamadas “próteses biônicas”, os manipuladores de impressoras 3D desenvolveram próteses mecânicas com baixo custo de produção, e que em sua maioria tem seus portfólios disponibilizados para download. O custo de fabricação é baixíssimo, se comparado às peças biônicas e industriais disponíveis no mercado, fazendo com que o alcance dessas próteses seja muito maior, e atinja a um público de poder aquisitivo baixo, que não seria alcançado com outras formas de próteses (LOPES, 2013).

Este trabalho tem o objetivo de estudar as próteses robóticas, em especial as mãos, criadas a partir de impressoras 3D. A pesquisa se deu partindo do estudo da mão e antebraço do projeto francês INMOOV, cujo desenvolvedor foi o escultor Gael

Langevin. Gael tem como um de seus objetivos a construção de um robô humanoide, que transforma o braço do robô em uma prótese, incluindo movimentos naturais humanos, e ainda com devida atenção à parte estética (INMOOV, 2015).

As próteses auxiliam muito na questão da inclusão social e seu caráter social. Além de favorecerem a autoestima e a autonomia das pessoas com deficiência, elas ainda geram grande impacto na sua saúde e qualidade de vida (HUMAN, 2017).

Um indivíduo que manca, por exemplo, pode vir a sofrer com diversos efeitos colaterais ao longo dos anos, como dor nas costas e nas articulações. Uma prótese, nesse caso, pode reduzir a dor e os efeitos colaterais, melhorando visivelmente a qualidade de vida da pessoa em questão (HUMAN, 2017).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral o desenvolvimento de prótese robótica, com foco na mão robótica, criada através de impressão 3D, com baixo custo de produção, visando alcançar pessoas carentes que tem necessidades especiais, com fim de melhorar a qualidade de vida, autoestima, além da inclusão social.

1.1.2 Objetivos Específicos

O objetivo específico deste trabalho, consiste na aplicação e confecção da prótese robótica, visando verificar os pontos positivos e negativos, aplicabilidade e benefícios, além da preocupação referente à estética da prótese robótica na confecção, com todos os detalhes de mão humana real.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido através de revisão bibliográfica, com pesquisa descritiva e qualitativa, no qual foi realizada consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados, por meio de busca em sites de banco de dados, livros

de diferentes tipos de autores, revistas, artigos e outras fontes de dados, como INMOOV (2015), NASA (2013), REPRAP (2015), REPRAP DO GUILHERME (2015), BRASKEM (2011), 3DERS (2013), ARDUINO (2013), BBC (2012), HUMAN (2016), dentre outras.

Também foi realizado a pesquisa do protótipo robótico, com uso da impressão em impressora 3D no formato de mão robótica. A prótese foi realizada pela professora biomédica e Biomecânica Maria Elizete Kunkel da escola de inverno da UNIFESP. A impressora utilizada para a confecção da mão robótica, que seria o exemplo estudado neste trabalho, foi concedida para estudo por meio da UNIFESP. A mesma foi usada para elaboração da prótese base desse trabalho. O modelo mais adequado e cujo os valores estavam em conformidade com o estudo foi a Sethi3D S3 e a Stella 2. Esta impressora é facilmente encontrada em comparação com as demais impressoras, o que torna seu valor de compra mais baixo e acessível, além de desempenhar o trabalho de forma aceitável, tomando como parâmetros o acabamento final da prótese a velocidade de fabricação.

A pesquisa foi analisada através de um processo de qualidade e verificando a necessidade de aplicabilidade e benefícios, além de identificar os fatores influenciadores da mão robótica, como os pontos positivos e negativos.

1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O legado deste trabalho se dá pelo caráter social, que propõe uma alternativa de prótese por meio de impressoras de fácil acesso para compra ou locação, onde é possível o fornecimento para qualquer indivíduo, independentemente de sua classe social e econômica, que tem necessidades especiais. Com isso, tal melhoria influencia diretamente na questão social da pessoa com necessidade especial, a qual poderá realizar atividades básicas do dia a dia, visando assim a melhoria da sua vida. Ainda mais a fundo, algumas próteses que trabalham em conjunto com sensores de robôs humanoides podem auxiliar diretamente essa classe em inclusões no mercado de trabalho sem fins de vagas específicas, sendo que as próteses robotizadas podem desenvolver uma performance similar a um membro humano, porém ainda essas possuem um alto valor de mercado, inviabilizando o fornecimento a qualquer classe social.

Ainda fica evidente que a preocupação deste trabalho também se refere à estética das próteses a serem confeccionadas, preocupando-se com que a impressão se baseia em uma mão humana real, com todos os detalhes estéticos que possam ser percebidos pelo olho humano ou de forma a incentivar o uso, como por exemplo a estilização de próteses para crianças, utilizando de gostos infantis como super-heróis e as variações de cores do material da prótese.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em capítulos e subcapítulos. Sendo apresentado de acordo com o modelo e formato da ABNT.

No capítulo 1, é apresentado o trabalho de forma resumida, com justificativa, objetivos, relevância, organização e delimitação de estudo.

No capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica, com explicação do histórico, conceito e surgimento da prótese. Além do histórico da impressora 3D, a revolução das impressoras livres, explicação do funcionamento, composição de peças, tecnologias, alimentação, bem como, entendimento da mecânica da impressora, do sistema desenvolvimento eletrônica, da criação de protótipos, do baixo custo de máquina auto replicável, técnicas e características de impressora 3D, hardware e software para o controle de impressão.

No capítulo 3 explica a metodologia adotada na pesquisa, sendo apresentada para obter a coleta de dados para a finalidade da pesquisa do trabalho, de forma bibliográfica, busca em banco de dados além da pesquisa do protótipo robótico.

No capítulo 4 é apresentado dentro do desenvolvimento a discussão e resultado, ou seja, a explicação do que foi feito na pesquisa, a importância e benefício da pesquisa, resultado pontos positivos e negativos e como deve melhorar com sugestões para trabalhos futuros. Evidência também o estudo sobre uma prótese real que foi fornecida de forma voluntária pela professora Kunkel.

No capítulo 5 apresenta as considerações finais, explicando a conclusão do trabalho.

E por fim, são apresentadas as referências utilizadas em todo o trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRÓTESES

2.1.1 A história e Surgimento das Próteses

Na Índia antiga entre 3500 e 1800 a.C., foram encontrados os primeiros registros do uso de prótese ortopédica em um poema do livro antigo da cultura Hindu, o chamado Rig Veda. No livro antigo, no poema foi reportado que a rainha guerreira perdeu um dos membros inferiores no campo de batalha e para voltar a guerra colocou uma prótese de ferro (BRASKEM, 2002).

No Museu do Cairo, no Egito Antigo, foram descobertas nas múmias próteses ortopédicas de 600 a.C., como demonstrado na Figura 1, de forma de dedão do pé direito, formadas por três partes de madeiras unidas por tiras de couro, que garantiam a mobilidade e funcionam como dobradiça (BRASKEM, 2002).

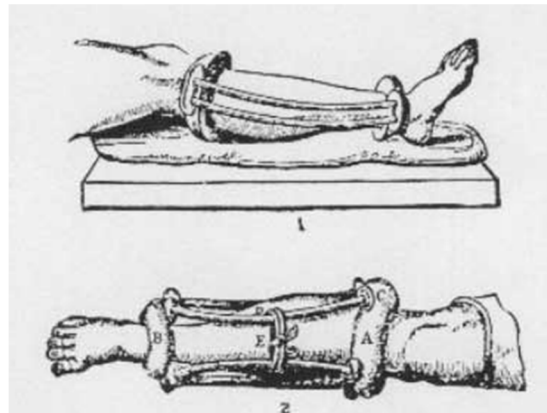
Figura 1: Prótese ortopédica



Fonte: BRASKEM (2002)

Na Grécia Antiga entre 460 – 370 a.C., as próteses de membros inferiores eram formadas por ripas de madeira com tiras de couro e argolas, conforme evidenciada na Figura 2, sendo Hipócrates, criado das talas para corrigir as fraturas na tíbia (BRASKEM, 2002).

Figura 2: Prótese de Membros inferiores



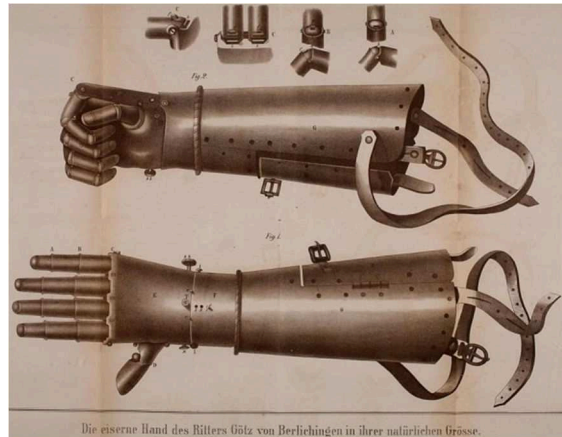
Fonte: BRASKEM (2002)

Putti (2005) e Boccolini (2000) afirmam que o primeiro relato documentado da utilização de prótese foi registrado por Hérodoto, é um soldado Hegistrato que foi preso e condenado a morte em 484 a.C., para conseguir escapar das correntes cortou o próprio pé.

Por volta do século XV e XVI surgiram os primeiros registros de próteses inferiores, sendo os mentores renascentistas Ambreise Paré e Leonardo da Vinci, desenhos impressionantes de capacidade inventiva (BOCCOLINI, 2000).

Putti (2005) explica que as próteses dos membros superiores, possuíam funcionalidades e mecanismos de movimentação dos dedos, permitindo segurar objetos, como no caso de Gotz Von Berlichingen, mão de ferro, sendo uma das próteses mais famosa na história, conforme demonstrada na Figura 3. Durante o cerco de Landsht in Bavaria de 1504, após perder a mão em batalha Gotz utilizou a mão de ferro.

Figura 3: Prótese de Membros Superiores



Fonte: PUTTI (2005)

No fim da primeira Guerra Mundial e durante a segunda Guerra Mundial houve muitas amputações, foram por volta de 300.000 delas, com essa situação foram evoluindo aos poucos as próteses que eram necessárias devido a muitas guerras durante a história (BOCCOLINI, 2000).

Boccolini (2000) explica que durante a segunda Guerra Mundial nos EUA, a comissão de estudo de prótese foi a evolução das próteses, sendo que a prótese ativa se desenvolveu a partir desses estudos pelos institutos científicos.

Richard (2004) explana que o designer de próteses ativas de mão funcional, é desafiador em comparado a mão robótica, visto que tem mais dificuldades em construir mecanismos físicos fornecedores de mobilidade com grau de liberdade, além da limitação severa quanto ao peso, o sistema de alimentação e controle de prótese.

2.2 IMPRESSORA 3D DE BAIXO CUSTO

A organização RepRap (2015) soluciona e amplia a visibilidade, aplicação e popularização de impressoras 3D, com capacidade de imprimir objetos plásticos. A impressora é uma máquina auto replicável, visto que o material de sua composição é o mesmo que pode imprimir as próprias peças.

Reprap (2015), explica que a impressora Darwin, foi a primeira de baixo custo, iniciando uma revolução das impressoras livres.

A harmonia de software e hardware deixam livres necessidade de grande esforço no desenvolvimento, assim alcança firmwares, hardwares e softwares de

domínio de impressão e geração de códigos numéricos gratuitos e aberto (REPRAP, 2015).

Reprap (2015) afirma que os exemplos de firmware gratuitos são o Marlin, Sprinter, grbl, Teacup, dentre outros. Os hardwares são Darwin, Prusa, Mendel, Printboat, Huxury, Rostock, dentre outros. Os Softwares para controle de impressão popular são Print, ReplicatorG e o RepSnaper. Para formar o código da máquina, ou seja, o G-code, é indispensável a ferramenta CAM, Computer Aided Manufacturing, nos exemplos do software são Slic3r Skeinforge e RepSnapper.

2.2.1 Mecânica da Impressora 3D

Os projetos desenvolvidos com a impressora 3D têm capacidade de customizar a prototipagem de soluções. Apesar de limitar projetos implementados em impressoras como Fused Deposition Modeling (FDM), por alguns fatores como dimensões, insumo, resolução, velocidade, dentre outros (3DERS, 2013).

A impressora Prusa Mendel, tem dimensões de 20x20x60cm, camadas a partir de 0.1mm, velocidade ajustável variando de 10mm/s a 100mm/s, possibilidade de escolher diferentes velocidades na mesma impressão, impactando diretamente a resolução da peça, sendo de resultado melhor para uma peça mais resistente a velocidade mais lenta da impressão (3DERS, 2013).

As impressoras 3D diferem das máquinas livres por inúmeros projetos, pois a demanda de cada projeto tem que atender o melhor requisito. Já a questão de precisão, a Reprap (2015) explica que se verifica outros fatores, como o diâmetro do bico da extrusora, resolução do driver de corrente e dos passos do motor, são similares na maioria das impressoras como os modelos Rostok, Morgan e Cyberus, essa podendo imprimir pelas maiores que 50cm de altura. Com a velocidade da impressão é necessário diminuir o peso da extrusora ou desacoplá-la do bico de extrusão, coordenando o filamento por um tubo. Já no caso de portabilidade tem modelos como FoldaRap, Tantillus e Printbot. Para ter um suporte técnico de melhor qualidade, manual, fórum, tem-se o modelo Prusa Mendel. No site da Reprap encontram os procedimentos necessários para confecção e montagem de diversos modelos de impressoras 3D (REPRAP, 2015).

2.2.2 Sistema de Desenvolvimento Eletrônica

As impressoras têm diferentes modelos de controladoras disponíveis para a impressão, alguns como o microcontrolador externo tem uma expansão para plataforma de desenvolvimento Arduino, sendo o caso da Ramps e Ultimaker. Outras controladoras de impressão disponíveis possuem componentes embarcados na mesma placa, apenas com exceção do driver de motor de passo. Portanto nessa categoria existem a Sanguinololu, Gen7. E na última categoria tem a Rambo e a Melzi, que possuem nas placas todos os componentes integrados (3DERS, 2013).

A plataforma de desenvolvimento Arduino é muito utilizada em projetos open source de impressora 3D, devido a facilidade de elaboração de soluções e da grande quantidade de documentação referente a plataforma micro controlada de desenvolvimento de projetos eletrônicos (ARDUINO, 2013).

Segundo Arduino (2013) a placa Ramps foi construída para encaixar sobre a placa Arduino Mega, sendo esta compatível com a placa Arduino Mega 1280 e a Placa Arduino Mega 2560 com as seguintes funções:

- a) 3 saídas mosfets controladas com PWM para controle de potência;
- b) 3 circuitos para termistores;
- c) 5 soquetes para driver de motor de passo Pololu;
- d) 6 conjuntos de pinos digitais em conectores com VCC e GND para sensores de fim de curso;
- e) Usa conector de potência "plugável" e parafusáveis;
- f) Pinos extras para expansão: PWM, digital, serial, SPI, I2C e analógico.

O uso de pinos de expansão permite que a Ramps seja conectada a impressora a dispositivos externos, como displays externos e cartão de memória para a impressão, sem que seja necessário o auxílio do externo do computador, ou seja, o controlador Arduino possui poder de processamento suficiente para sua finalidade (3DERS, 2013).

Polulu (2013), explica que os drivers de motor fabricados em sua empresa, como o modelo driver A4988, é um driver de motor de passo bipolar, contendo micro

passos de até um sobre dezesseis avos. Assim o número de micro passos é o fator que interfere na resolução da impressora, possibilitando que o micro passo tenha um grande controle da rotação do motor passo. Sua tensão na operação varia de 8 a 35 V, podendo fornecer até dois amperes de corrente por fase do motor.

2.3 SOBRE A CRIAÇÃO DE PROTÓTIPOS

A criação de modelos, em sua forma tradicional, é uma prática muito antiga, tendo seu início quando o homem teve a necessidade de criar ferramentas que o auxiliasse nas tarefas do dia-a-dia. No entanto, o desenvolvimento de protótipos de produtos se iniciou há algumas centenas de anos, como desenvolvimento manual (PRICE, 2014).

Neste período inicial os protótipos não eram sofisticados e o tempo de criação era lento e demorado. As técnicas de criação dos protótipos eram mais baseadas em artesanatos e costumavam ser trabalhosas (PRICE, 2014).

À medida que eram desenvolvidas aplicações para CAD, no início dos anos 1980, começava uma nova fase evolutiva da prototipagem, que criava protótipos virtuais. Essa nova etapa evoluía aos poucos, conforme mais softwares de computador eram criados (PRICE, 2014).

Com essas novas ferramentas em mãos, um grande número de modelos de designs podia serem testados, apenas mudando virtualmente seu formato. E também a complexidade dos produtos e seus protótipos iam avançando em direção a serem cada vez mais complexos, dobrando o nível de complexidade do modelo anterior (PRICE, 2014).

O tempo que era gasto na construção do modelo físico ia aumentando, à média de ser necessário até quatro vezes mais tempo que no modelo anterior, isso porque os avanços de criação do modelo físico não acompanhavam a evolução dos protótipos, que nesse momento ainda se baseavam em trabalhos básicos e artesanais, auxiliados apenas pela introdução de máquinas como as de Controle Numérico Computadorizado, ou CNC (PRICE, 2014).

2.3.1 A Terceira e Mais Recente Fase

A criação de protótipos de peças físicas, feita de forma mais rápida, é a terceira fase de evolução na criação de protótipos. Essa é considerada um divisor de águas no que se refere a criação de protótipos, por ser capaz de ter uma considerável economia de tempo e custo de produção (3DERS, 2013).

Ainda que, nesse momento, as peças sejam até três vezes mais complexas que as produzidas na primeira fase, nos anos de 1970, o tempo gasto na sua produção cai de 4 semanas para menos de três semanas (3DERS, 2013).

Ao considerar que o mercado ao qual a atuação deste produto está inserida, é a tecnologia, e sendo mais específico, a tecnologia de impressão 3D, o ideal é que o projeto seja para a criação de um produto novo e diferenciado, que atenda bem ao seu público alvo, e ao mesmo tempo seja passível de receber melhorias, à medida que a tecnologia avance em relação aos novos produtos do mercado (3DERS, 2013).

Ao pensar ainda que se trata de uma tecnologia nova, muito pouco difundida no país, há que se considerar o imenso potencial que se tem para o produto no mercado (PRICE, 2014).

2.4 SOBRE A IMPRESSORA 3D

A tecnologia da impressão 3D começou a revolucionar a maneira como produzimos peças e objetos nos últimos anos. A amplitude de itens produzidos por impressoras tridimensionais é imensa, e continua a se tornar mais ambicioso. Também poderemos utilizar a tecnologia para confecção de instrumentos musicais ou até partes do corpo humano, este último sendo a tecnologia mais estudada nos últimos anos (KASTNER, 2018).

A melhor forma de entender o funcionamento de uma impressora 3D passa por analisarmos uma impressora jato de tinta comum. Primeiro, cria-se um arquivo computadorizado, independente do que ali estiver. Uma vez pronto a ser impresso pelo computador, utiliza o comando “Imprimir” da aplicação. A impressora então extruda a tinta que sai de seus cabeçotes a um papel. Após um ciclo, o resultado final

é uma representação bidimensional de um arquivo digital. A impressão 3D funciona de forma semelhante, porém com ciclos de impressão extras (KASTNER, 2018).

Segundo Kastner (2018), com impressão 3D, também necessita enviar um arquivo digital a um dispositivo. Os arquivos são denominados como modelos, arquivos gráficos 3D, arquivos CAD e outros tipos. Independentemente do que forem, as impressoras 3D necessitam de um arquivo antes de imprimir o seu projeto. Nas tecnologias mais populares, a impressão 3D usa um tipo especial de tinta, também conhecido como filamento. Eles podem ser de uma gama de termoplásticos, metais, vidros, papéis ou até madeiras. Outra principal característica, é que a impressão 3D funciona através de múltiplos ciclos, gerando camadas, até criar um objeto físico. É aí que nasce o nome de “Manufatura aditiva”.

2.4.1 Sobre a História da Impressão 3D

A primeira vez em que alguém produziu um protótipo através de um arquivo virtual, foi com Chuck Hull no ano de 1984. O que Hull produziu foi chamada de estereolitografia, e foi patenteada em 1986 como “stereolithography” ou SLA (SHARMA, 2013).

Tratava-se de uma técnica única de prototipagem rápida, e nas palavras de Hull: “método e máquina para fazer objetos sólidos através da impressão sucessiva de finas camadas do material UV curável, uma em cima da outra” (SHARMA, 2013).

Em outras palavras, a estereolitografia de Hull fazia uso de um certo tipo de resina, que se solidificava à medida em que sofria radiação de raios ultravioleta. Assim, a radiação era projetada tantas vezes nas camadas que elas eram solidificadas (SHARMA, 2013).

No final dos anos 1980 Hull fundaria a companhia “3D Systems”, empresa que se ocupava de produzir e comercializar o tipo distinto de prototipagem que havia sido descoberta e patenteada pelo seu fundador (SHARMA, 2013).

Em pouco tempo a empresa já era alvo de atenção da mídia e do mercado da época, que através de investimentos na pesquisa e produção da empresa, desenvolvia seus métodos de produção a cada vez mais avançados (SHARMA, 2013).

As técnicas de impressão em 3D da empresa dispensavam ferramentas que intermediassem o processo, e faziam uso unicamente de suas impressoras para produzir (SHARMA, 2013).

A estereolitografia de Hull começa, então, a fabricar modelos e conceitos que eram impossíveis em outras formas de fabricação. Além disso, suas formas de produção são economicamente mais viáveis, dispensando moldes, ferramentas e adaptações que eram a razão do encarecimento dos produtos finais. Há que se considerar que, o baixo custo de produção poderia ser ainda menor quando se iniciasse a produção em larga escala, diminuindo os custos de matéria prima. Ademais, as impressoras geravam pouco ou nenhum lixo de produção, fazendo com que não houvesse custo de dispensa de sucatas e sendo assim ecologicamente sustentável (SHARMA, 2013).

2.5 AS TÉCNICAS E CARACTERÍSTICAS DE IMPRESSÃO 3D

Na década de 80 teve a descoberta da técnica de impressão 3D da SLA, após cinco anos de sua invenção ganhou companhia da técnica FDM (Fused Deposition Modeling) ou modelagem de deposição fundida por Scott Crump. Assim no decorrer do tempo surgiram SLS (Selective Laser Sintering) ou sinterização a laser, SLM (Selective Laser Melting) ou derretimento a laser, plyjet entre outras técnicas. Essas técnicas de impressão 3D têm minuciosidade e semelhança, dentre elas tem destaque a que possui característica de produzir direto do arquivo digital, reduzindo assim o custo de produção, armazenagem e transporte de ferramentas (CASEY, 2009).

As diferentes técnicas são analisadas em seus aspectos fundamentais como materiais, precisão, textura de acabamento, resistência e disponibilidade cromática ou pluricromática (CASEY, 2009).

Na Tabela 1 verifica-se uma síntese das principais técnicas de impressão em 3D.

Tabela 1: Diferentes Tecnologias de Impressão 3D

TIPO DE TÉCNICA	TECNOLOGIA	MATERIAIS
------------------------	-------------------	------------------

Extrusão	FDM: Deposição de Filamento fundido	Termoplásticos, Misturas e Metais Eutéticos
Granular	SLS: Sinterização a laser	Ligas Metálicas: Titânio, alumínio, aço Inoxidável
Granular	SLM: Derretimento a laser	Termoplásticos, Pós metálicos e cerâmicos
Polimerização	Polyjet	Resinas e foto polímeros combinados
Polimerização fotossensível	Estereolitografia	Foto Polímeros e resinas

Fonte: OLIVAREZ (2010)

Ao analisar minuciosamente são verificadas as características fundamentais, assim percebe-se que cada técnica tem a vantagem com direcionamento ao propósito e ao investimento vantajoso. As técnicas SLS e SLM são em sua essência muito parecidos, visto que, ambas utilizam matérias primas em estado granular, ou seja, utilizam um pó do material a ser usado. Diferente de técnicas de FDM e impressão 2D. A SLS e SLM são impressões de alta precisão e com gama de materiais de alta resistência e resiliência, ou seja, as técnicas de impressão produzem em caráter de produto acabado ou semiacabado para segmentos de alta complexibilidade como aeroespacial, automotivo, entre outros. Como já detalhado, a alimentação para a produção é um material em forma de pó, não sendo possível a fabricação de dois materiais diferentes e falta da variação de tonalidade, pois o material é da mesma cor do pó que alimenta para a produção (OLIVAREZ, 2010).

2.5.1 Aplicabilidade

Tipos de aplicações como prototipagem, modelagem e mock-ups são parte na fabricação aditiva de impressoras 3D, atingindo seu público alvo em grande proporção, como grandes industrias aeroespacial, automobilística, aparelhos Médicos e ortodôntica, dentre outros, sempre vem crescendo e expandindo. Nas industrias o uso das impressoras 3D é econômico, além de aplicar designs complexos e alta personalização, sendo uma vantagem ter na empresa, pois se o volume de produção

estiver entre 50 e 5000 unidades é garantido a vantagem econômica (SHARMA, 2013).

No artigo publicado na revista IET (Instituto de Engenharia e Teologia) Sharma foca apenas nas técnicas que envolvem modelagem plástica, sem utilizar referências de técnicas de impressão 3D que alimentam metais, resinas e outros materiais para sua impressão. Nota-se a economia de fabricação aditiva de impressoras 3D e sua importância por exemplo em áreas médicas e biomédicas, pois a produção é de baixo e médio custo, além de que a alta capacidade de personalização de próteses e outros aparelhos fabricados em tamanhos previamente estabelecidos tem uma representação de grandes avanços tecnológicos. Assim possibilita que a estrutura de um membro do paciente seja escaneada por uma consulta e após aprovação a impressora produzir um aparelho sob medida e personalizado para este cliente, como por exemplo o aparelho auditivo, em 2013 Sharma afirma existir 10 milhões de aparelhos auditivos impressos em circulação no mundo todo (SHARMA, 2013).

A fabricação de prótese também é semelhante ao caso de aparelho auditivo, pois escaneia a estrutura óssea do paciente e logo após aprovação, recebe a prótese impressa na impressora 3D, como no caso de uma senhora de 83 anos na Holanda que tem doença degenerativa (BBC, 2012).

A CSIRO (Comunidade Científica e Organização de Pesquisa Industriais Australiana), publicou a fabricação de ferraduras de titânio impressas com técnicas de sinterização a laser, sob medida. Pois escaneou o casco do cavalo e projetou no software o gráfico para obter a ferradura com a medida certa e apta ao uso, sendo feito tudo no mesmo dia (BARNES, 2013).

No setor alimentício também tem a inclusão de desenvolvimento de impressoras 3D, a tecnologia vem avançando e evoluindo, assim ganhando espaço no setor alimentício com capacidade de reproduzir receitas com precisão de um chefe de cozinha renomado. A impressão 3D no setor alimentício é de grande importância, visto que teve destaque na NASA (Agência Aeroespacial Nacional Americana), que teve informações de envio ao espaço de equipamentos de impressão 3D capaz de imprimir alimentos (NASA, 2013).

No setor alimentício as impressoras 3D têm destaque de exploração comercial em fabricas de chocolates, sendo uma tecnologia similar a FDM, só que com

modificações para adaptar e depositar as camadas de chocolate no formato programado no computador previamente, sem que se utilize moldes de plásticos (GABAGHAN, 2012).

O projeto produzido e distribuído por Cody Wilson é utilizado da tecnologia tridimensional, causando debates e polêmicas da The Liberator, que é uma arma de fogo letal e totalmente fabricada de plástico, e também não é detectável por aparelhos de segurança (THE GUARDIAN, 2013).

3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho foi baseado na Revisão Bibliográfica, de forma descritiva, explicativa e qualitativa, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e artigos científicos selecionados, por meio de busca em sites de banco de dados, livros de diferentes tipos de autores, revistas, artigos e outras fontes de dados, com principais autores de livros da área Engenharia Mecânica, com foco principalmente dentro do tema, Mão 3D - Um estudo sobre o desenvolvimento de próteses utilizando impressora 3D e também a prótese realizada pela professora Kunkel, como dizem INMOOV (2015), NASA (2013), REPRAP (2015), REPRAP DO GUILHERME (2015), BRASKEM (2011), 3DERS (2013), ARDUINO (2013), BBC (2012), Putti (2009), Polulu (2013), Lopes (2013), Almeida (2013), Boccolini (2000), Richard (2014), Price (2014), Barnes (2013), Sharma (2013), Casey (2009), Gargahan (2012), Olivarez (2010), dentre outros.

Para o estudo deste trabalho também foi realizada uma pesquisa descritiva e explicativa do protótipo de mão 3D, através de impressão em impressora 3D no formato de mão robótica. A impressora utilizada para a confecção da mão robótica que foi o exemplo estudado neste trabalho, foi disponibilizada pela Professora Biomédica e Biomecânica Kunkel. O modelo mais adequado e cujo os valores estavam em conformidade com o estudo foi a Sethi3D S3 e a Stella 2. A confecção do protótipo robótico de baixo custo é de suma importância, visto que, através desta pesquisa, pode-se identificar pontos positivos e negativos, verificar o resultado para poder melhorar num futuro trabalho, além de identificar os requisitos para seu fim, de modo a conseguir ajudar futuramente pessoas carentes com necessidades especiais, para ter benefícios e uma melhor qualidade de vida.

4 DESENVOLVIMENTO

Para a obtenção de resultados deste trabalho seria imprescindível o uso de uma impressora 3D, que pudesse fornecer subsídios reais de resultados. Porém, devido a indisponibilidade de valores monetários, não foi possível a aquisição de uma impressora 3D, e tornou-se mais plausível o uso de uma impressora 3D de modelo Senti 3D S3 e a Stella 2, ambas fornecidas nas dependências da escola de inverso da UNIFESP.

Na confecção da mão foi utilizado o software que acompanha a impressora, de nome Simplify3D software, cuja atualização de 209 MB foi adicionado ao software posteriormente. Nesse software a impressão se dá por partes, e a união das partes pode ser dada pelo próprio usuário. No caso desta prótese foi usado inicialmente parafusos para a união de partes das próteses, uma vez que as partes foram impressas em plástico, utilizando como sua principal matéria prima o polímero PLA (Ácido Poliático). A junção foi conseguida através de parafusos e pinos de metal, porém foi verificado que com o uso desse material a prótese teve uma elevação de seu peso final, que conseqüentemente dificulta o uso da mesma junto ao deficiente, que tende a usar a próteses durante o dia todo. Além do mais, conforme se utilizava a prótese, o movimento axial da mesma acabava deixando os parafusos soltos e, com isso, alguns desses elementos de fixação acabavam caindo, tornando assim a prótese ineficaz e tendo um número maior de manutenção corretiva. Logo a ideia de manter esses parafusos e pinos metálicos foi extinguida.

Para que houvesse conformidade na composição das peças, posteriormente à impressão foi aplicado designs de super-heróis, o que causou um resultado visual muito mais atrativo para as crianças com a textura macia para evitar danos, além de ser possível obter uma melhor elasticidade.

Em um segundo momento foi estudado a possibilidade de estruturar as próteses realizada com pinos de mesmo material das peças, ou seja, o polímero PLA. Com isso apareceu um outro problema, o atrito entre as peças se elevou, deixando o movimento menos natural e o esforço que o deficiente deveria fazer era maior. A solução técnica mais rápida para troca dos elementos de fixação da prótese, foi revestir os pinos com um tipo de verniz que deixava a rugosidade da peça mais baixa e conseqüentemente o atrito entre as peças era diminuído. Sendo assim foi aplicado

nesses pinos diferentes corantes para auxiliar nas diferenças de cores, deixando a prótese mais atrativas para as crianças. As partes de logos de super-heróis foram fixadas com cola adesiva própria para EVA, evitando assim a perda desses itens. Nos dedos foram colocados elásticos de dimensão reduzida para movimentos das mãos. Um problema nessa parte era a qualidade desses elásticos que acabavam se deteriorando ou estourando com o tempo, sendo necessário trocar periodicamente. Nas pontas dos dedos e palmas das mãos foram colocadas pequenas luvas de látex líquidos, um material barato e de fácil manuseio. Além disso, o látex líquido após a secagem apresentou a função de anti-deslizante, fazendo com que a mão conseguisse segurar objetos evitando que estes caíssem.

Um problema que ainda permaneceu nas próteses realizadas pela professora Kunkel foi a resistência do material em relação ao calor. Em alguns casos, os deficientes deixavam as próteses expostas ao sol, como por exemplo, guardada dentro do carro durante uma atividade externa. Como o PLA não é um material de polímero muito resistente ao calor, quando se utilizava a prótese novamente era notório o travamento de algumas partes devido a deformação plástica sofrida pelo excesso de temperatura. Com isso, a recomendação era não deixar a prótese exposta ao sol por muito tempo, inclusive em utilização ao ar livre.

4.1 PARA QUE SERVE A MÃO

A mão biônica feita a partir de impressora 3D ainda é um projeto que deve evoluir ao longo dos anos, e promover melhores resultados para as pessoas que dela fizerem uso.

Em um primeiro momento, a mão biônica tem o impacto de trazer de volta ao usuário um pouco da autoestima perdida que pessoas que tiveram seus membros amputados ou ainda acometidos por doenças, sentem diante deste novo modo limitado de viver, principalmente no que diz respeito as crianças.

À princípio, sem que perceba, usa-se as mãos o dia todo, em todas as situações do dia-a-dia, em atividades simples, mas que seriam impossíveis sem que esses mágicos membros tivessem em funcionamento. À propósito, o trabalho de todas as pessoas advém de suas mãos. É fácil imaginar-se como seria o trabalho de um

motorista de ônibus sem as suas mãos guiando o enorme volante. Ou a costureira. Ou o médico, o policial, o bombeiro. Todas as pessoas, em todos os momentos, estão usando suas mãos para trabalhar, para se divertir ou até mesmo para passar o tempo em frente a uma TV, tem-se uma das mãos segurando o controle remoto.

Todas essas situações levam a resposta sobre, para que serve a mão 3D. À medida em que essa mão, produzida através de uma impressora 3D, e que é capaz de reproduzir, pelo menos em parte, os movimentos de uma mão humana, essa tecnologia está devolvendo ao seu usuário a capacidade mínima de vida em sociedade, trabalho, lazer.

4.2 BENEFÍCIOS DA MÃO

A mão biônica feita a partir de impressoras 3D não tem contraindicações, não causa efeitos colaterais, podendo ser usada por qualquer pessoa que deseje fazer seu uso, e tendo como benefício principal uma reintegração à sociedade e ao trabalho.

Especialistas dizem que “ao fazer uso de uma prótese, seja ela de qual modelo for ou ainda de qualquer tipo de fabricação, os amputados sentem-se como se tivessem renascidos para uma nova vida, um novo recomeço, recebendo uma oportunidade que a vida tivera lhes negado anteriormente” (BOCCOLINI, 2000).

Já é possível que pessoas de todas as idades sejam beneficiadas pelo uso de próteses, que como dito por Boccolini (2000), é o início de uma nova vida para os amputados ou acidentados que perderam seus membros.

Além de seus efeitos psicológicos favoráveis, a mão biônica feita a partir de impressora 3D também possui a capacidade de segurar e manter presos alguns objetos. Somente com essa possibilidade, milhares de pessoas que tiveram seus membros amputados poderiam estar sendo devolvidos ao mercado de trabalho e educação, já que essas pessoas, que anteriormente não conseguiriam escrever adequadamente, e necessitariam de atendimento especial em escolas e universidades, agora poderiam frequentar salas de aula comuns, com outros estudantes, em pé de igualdade, podendo escrever segurando canetas e cadernos, de forma prática, sem a necessidade de ajuda.

Já é prática comum de algumas empresas admitir em seu quadro de funcionários, pessoas que sejam portadoras de deficiência. Com o uso de uma prótese de mão feita a partir de impressora 3D, esse usuário poderia disputar cargos que envolvam a necessidade de segurar e manter objetos suspensos, sem que necessariamente sejam colocados em ambientes de trabalho próprios para deficientes.

Com a prótese de mão 3D, a vida de um usuário passa a ser praticamente igual à que essa mesma pessoa tinha antes de seu acidente ou amputação. Com pequenas variáveis de limitações, mas que não impedem o acesso ao trabalho e a educação, um usuário de prótese de mão feita a partir de impressora 3D, pode ter uma vida absolutamente normal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na pesquisa foram significativos, pois possibilita ao destinatário grandes conquistas pessoais e sociais. A mão 3D é pesquisada com finalidade de ajudar um grupo de pessoas de certa forma excluídas da sociedade, igualando os mesmos direitos e possibilitando a melhor qualidade de vida. Além de proporcionar estética e oportunidades, visam ajudar um público carente com necessidades especiais, com a prótese em 3D de baixo custo.

Para definir o protótipo de mão 3D, foi necessário um estudo aprofundado de como é feito as peças em impressoras 3D e sua alimentação, o tipo de material, além de ver as que tem baixo custo.

No protótipo estudado e efetuado neste trabalho na Figura 4, tem capacidade de segurar objetos, como um simples copo de água, possibilitando o portador o uso e manuseio sem interferências.

Figura 4: Prótese Mão 3D



Fonte: Elaborado pelo autor

A prótese de mão 3D foi usada com finalidade de segurar um objeto, como um copo de água, possibilitando ao destinatário um uso correto e de forma natural, não encontrando obstáculos.

Na Figura 5 o protótipo estudado e efetuado neste trabalho tem capacidade de segurar objetos, como um simples copo de água, possibilitando o portador o uso e manuseio sem interferências. A capacidade de segurar objetos foi um grande avanço para este trabalho. As ações realizadas neste trabalho foram analisadas por processos com finalidade de controlar, definir e melhorar o protótipo em 3D para uma possibilidade de um futuro protótipo com material e característica de pele humana, tornando possível a utilização através de ondas elétricas geradas pelo cérebro do paciente, conseguindo captar os sinais e enviar para um software, por meio deste tem a programação do controle remoto da prótese robótica.

Figura 5: Prótese de Mão 3D



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 6 a 11, a prótese de mão 3D e prótese de mão 3D com antebraço, com vários ângulos, ambas com a mesma finalidade.

Figura 6: Prótese de mão 3D



Fonte: Elaborado pelo autor

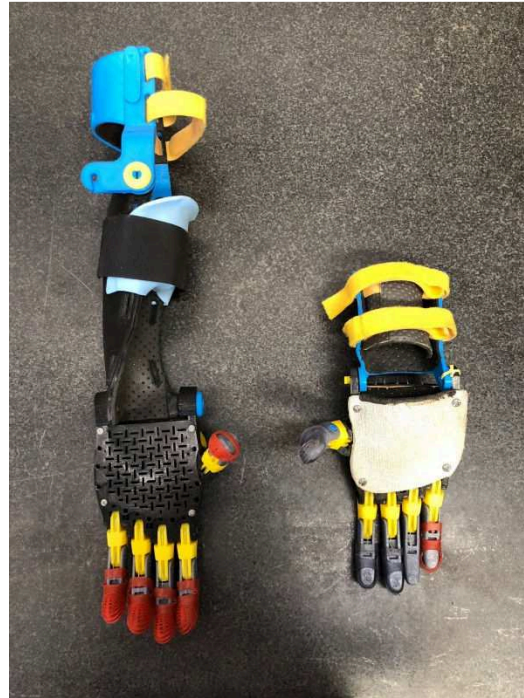
Nas Figuras 6, 7 e 8, é possível a verificação da palma da mão dos protótipos, das peças utilizadas para compor a prótese de forma funcional.

Figura 7: Prótese de Mão 3D



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8: Prótese Mão 3D



Fonte: Elaborado pelo autor

Nas Figuras 9, 10 e 11, é possível a verificação da parte superior do protótipo com personalização e das peças que compõem a prótese em 3D de forma funcional, conforme já explicado no campo de desenvolvimento, todo material e tipo de fixações se utilizam de polímeros. Além disso fica evidente o uso de polímeros com cores fortes e logos que indicam super-heróis, incentivando as crianças a utilizarem desde pequenas. A ideia de uso por forma de brincadeira, auxilia bastante aos deficientes a utilizarem as próteses durante o seu crescimento, deixando assim o uso delas mais natural com o decorrer do tempo e chegando a vida adulta já estão aptos a usos de próteses.

Figura 9: Prótese de Mão 3D



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10: Próteses de mão 3D



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11: Prótese de Mão 3D



Fonte: Elaborado pelo autor

Um ponto de destaque para tal estudo foi a possibilidade de entender os funcionamentos das próteses e os pre projetos realizados de acordo com cada paciente. Entretanto, o que mais ganha espaço nesse desenvolvimento é a possibilidade de alcançar além da questão de mobilidade de um deficiente, é poder incluir novamente a pessoa em um ambiente social saudável e principalmente no que tange a autoestima dessas pessoas, conseguindo de certa forma estabelecer a igualdade. As próteses ainda possuíam um bom acabamento, e na prótese estudada, ainda havia o fato de ser personalizada para uma criança, afim de incentivar o uso da mesma como uma forma de brincadeira e não obrigação. No mais, a qualidade da prótese e seu baixo preço formam os destaques positivos do estudo.

A possibilidade de obter melhoria na vida de pessoas com necessidades especiais é de fato alcançáveis, já que o baixo custo atende a pessoas carentes, além

de ter um grande fator positivo de não ser necessário cirurgias, apenas a colocação das próteses que lhe foi conferida e determinada.

Na prática com o uso da prótese em 3D, o destinatário poderá fazer atividades e necessidades corriqueiras do dia a dia, que antes não conseguia ou com grande dificuldade. Além de oferecer oportunidades em empregos de igualdade, também poder com o uso da prótese em 3D, a possibilidade de um melhor aprendizado nas escolas e universidades, já que a dificuldade na escrita é um fator negativo e influenciador.

A finalidade deste trabalho por meio do protótipo de mão 3D, é dar início a uma futura prótese robótica de baixo custo controlada pelas ondas cerebrais, sendo aceita a estética aos pacientes, além da facilidade de não precisar de uma intervenção cirúrgica, ao mesmo tempo garantindo o fim social das pesquisas científicas, servindo de interesses e corresponde a necessidade da sociedade e seus aspectos.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o lado positivo da prótese em 3D foi o estudo do material, da impressora, os tipos de alimentação das impressoras e seu funcionamento, o projeto e elaboração da próteses em 3D, para alcançar um estudo científico significativo, com objetivo de ajudar pessoas carentes com necessidades especiais possibilitando uma melhor qualidade de vida e ao mesmo tempo oferecendo oportunidades para o convívio social, conseguindo de certa forma estabelecer a igualdade com um material bom e de qualidade com baixo custo. O ponto negativo das próteses mais simples, muitas vezes são na adaptação da pessoa junto ao novo objeto, onde a solução para o caso pode ser a viabilização das próteses com sensores robóticos, onde tornam a mesma com movimentos mais próxima de um membro humano.

O protótipo da mão robótica é uma alternativa de poder aquisitivo as pessoas que tem menor condição financeira, sendo que a parte estrutural é de forma simples na impressora 3D, e o componente de hardware é parte do Simplify3D e os polímeros, sendo de fácil acesso e de baixo custo sua fabricação.

“O valor de produção para fabricação do protótipo custa em torno aproximadamente R\$ 400,00, sendo um preço de baixo custo em comparada as próteses robóticas disponíveis no mercado que tem em média por valores comercializados um custo de R\$650.000,00” (ZHPLANETACIÊNCIA, 2014).

O custo baixo na prototipagem rápida torna possível uma personalização e customização da mão robótica com facilidade a qualquer pessoa, como crianças, adolescente e idosos. Como o paciente pode ter um crescimento rápido é necessário trocar a próteses constantemente, reduzindo assim o custo do tratamento.

Este trabalho cujo protótipo de mão 3D é um início de uma futura prótese robótica de baixo custo controlada pelas ondas cerebrais, com aceitação da estética aos pacientes, e facilitação por não ter a necessidade de uma intervenção cirúrgica, ao mesmo tempo garantindo o fim social das pesquisas científicas, servindo de interesses e corresponde a necessidade da sociedade e seus aspectos.

REFERÊNCIAS

- 3DERS. **How far 3D printing has come since Good Morning America**. 2013. Disponível em: <http://www.3ders.org/articles/>. Acesso em: 29 mar 2018.
- ARDUINO **Mega 2560**. 2013. Disponível em: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>>. Acesso em: 24 mar 2018.
- BARNES, J. **3D Printed Horseshoe To Improve Racing Performance**. Disponível em: <http://www.csiro.au/>>. Acesso em: 01 mar 2018.
- BBC. **Transplant Jaw Made By 3D Printer Claimed As First**. 2012. Disponível em: <http://www.bbc.com/news/technology-16907104>> Acesso em: 07 mar 2018.
- BRASKEM. **Paratletismo**. 2002. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/paratletismo-infografico>>. Acesso em: 08 mar 2018.
- BOCCOLINI, F. **Reabilitação, Amputados** - Amputações - Próteses. Segunda. [S.I.]: Robe Editorial, 2000.
- CASEY, L. **Ready Prototype**. *Packaging Digest*, v. 46, n. 8, 2009, p. 54-56. Disponível em: <https://www.packagingdigest.com/digital-editions/2009/06.htm>> Acesso em 07 mar 2018.
- GABAGHAN, J. **Good News For Sweets Fans: 3D chocolate printer to go on sale tomorrow**. Daily Mail Online. 2012. Disponível em: <http://www.dailymail.co.uk/>>. Acesso em: 02 fev 2018.
- HUMAN. **Como o Alto Custo de Próteses Promove a Inacessibilidade e Inclusão Social**. 2017. Disponível em: <http://blog.wearehuman.com.br/>>. Acesso em: 02 nov 2018.
- INMOOV. **Open Source 3D Printed Life Size Robot**. 2015. Disponível em: <http://inmoov.blogspot.com.br/>. Acesso em: 24 mar 2018.
- KASTNER, Guilherme. **História e Conceitos da Impressão 3D**. 2018. Disponível em: <http://www.kastner.com.br/>, Acesso em: 03 Nov 2018.
- LOPES, Jeferson Andris Lima; ALMEIDA, Lucas Coelho. **Metodologia para concepção de prótese ativa de mão utilizando impressora 3D**. 2013. 68 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- NASA. **3D Printing: Food in Space**. United States Government, 2013. Disponível em: <http://www.nasa.gov/>>. Acesso em: 07 mar 2018.

OLIVAREZ, N. **3-D Printers Go Beyond Paper And Ink: Mostly celebrated by hobbyists and geeks, 3-D printers may be commonplace one day.** Buffalo News, 2010, p. C4. Disponível em: <https://buffalonews.com/fisical-health-08.html>> Acesso em 02 fev 2018.

POLULU. **A4988 Steper Motor Driver Carrier.** 2013. Disponível em: <http://www.pololu.com/product/1182>>. Acesso em: 24 mar 2018.

PRICE, T. R. **Infographic: A Brief History of 3D Printing.** 2014. Disponível em: <http://individual.troweprice.com/>>. Acesso em: 24 mar 2018.

PUTTI, V. **Historical prostheses.** Journal of Hand Surgery (British and European Volume), v. 30, n. 3, p. 310–325, 2005. Disponível em: <http://jhs.sagepub.com/content/30/3/310.short>> Acesso em: 07 mar 2018.

REPRAP. **Main Page.** 2015. Disponível em: <http://reprap.org/>>. Acesso em: 27 mar 2018.

REPRAP DO GUILHERME. **O Suco de ABS Super Refrescante.** 2005. Disponível em <http://reprapdoguilherme.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 28 mar 2018.

RICHARD, F. **Standard Handbook of Biomedical Engineering and Design.** [S.l.]: McGraw-Hill, 2004.

SHARMA, R. **The 3D Printing Revolution You Have Not Heard About.** Forbes Online, Outubro, 2013. Disponível em: <http://www.forbes.com/>>. Acesso em: 24 mar 2018.

THE GUARDIAN. **Senator Seeks To Extend Ban On ‘Undetectable’ 3D-Printed Guns.** 2013. Disponível em: <http://www.theguardian.com/>>. Acesso em: 01 mar 2018.

ZHPLANETACIÊNCIA. **Mão Biônica de Baixo Custo para Deficientes.** Disponível em: <http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/planeta-ciencia/noticia/2014/06/pucrs-projeta-mao-bionica-de-baixo-custo-voltada-para-deficientes-4531623.html>>. Acesso em: 24 mar 2018.

