

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE CAMPUS AVANÇADO LAJES DIRETORIA
ACADÊMICA CURSO TÉCNICO DE ENSINO MÉDIO INTEGRADO EM
INFORMÁTICA**

**ANA LUIZI BARACHO DA SILVA
LARA WILLYANA MARTINS MACHADO**

MÃO ROBÓTICA: PROTÓTIPO DE MÃO MECÂNICA VINCULADA AO ARDUINO

Lajes-RN

2020

DIREÇÃO GERAL

Prof. Christiane Maria da Cunha Cavalcanti

DIREÇÃO ACADÊMICA

Prof. Me. André Luiz Rodrigues Bezerra

COORDENAÇÃO DO CURSO TÉCNICO DE ENSINO MÉDIO INTEGRADO EM INFORMÁTICA

Prof. Esp. Gleiferson de Lima Viana

ANA LUIZI BARACHO DA SILVA
LARA WILLYANA MARTINS MACHADO

MÃO ROBÓTICA: PROTÓTIPO DE MÃO MECÂNICA VINCULADA AO ARDUINO

Trabalho de conclusão de curso, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Avançado Lajes, como requisito básico necessário à obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientador: Prof .Esp. Jarson Alves Medeiros da Silva

Lajes-RN

2020

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a todos que de alguma forma nos auxiliaram, direta ou indiretamente, fazendo com que nossa experiência no meio técnico e científico se tornasse repleta de novas descobertas e muito aprendizado. Deixamos nosso mais sincero agradecimento a todos e, em especial ao nosso orientador, responsável pelo engrandecimento desse trabalho.

RESUMO

A ideia para proceder as pesquisas, ergueu-se do intuito de unir as esferas do campo das ciências biológicas e da tecnologia e tentar usá-las a favor de um grupo minoritário social. Tendo em mente que existem inúmeras pessoas com limitações físicas devido a algum tipo de deficiência em algum lugar específico do corpo, direcionamos nosso objetivo a estrutura da mão humana. Junto a isso, foi decidido realizar um estudo sobre uma forma de poder ajudá-las direta ou indiretamente ao tentar, de alguma forma, suprir mutações ou causas acidentais que afetam tal anatomia nas pessoas. Com isso, foi decidido realizar a implementação de um protótipo de mão mecânica que, futuramente, poderá ser mais bem aperfeiçoado por profissionais ou estudantes da área. É de extrema importância relatar que o coração do projeto será uma das plataformas de *hardware* e *software* mais usadas do mundo no meio acadêmico: o Arduino Uno. Inicialmente, os primeiros testes do protótipo foram feitos na plataforma virtual *tinkercad* e, após isso, iniciamos a implementação concreta do protótipo a partir de inúmeros testes. Em síntese, a metodologia do trabalho consiste em buscar as melhores formas de pesquisa e desenvolvimento no momento presente para, futuramente, pesquisadores da área possam dar continuidade concretizar o principal objetivo do projeto: acessibilidade aos que necessitam e, por algum motivo, não possuem recursos financeiros suficientes a ponto de ter um suporte às suas indigências.

Palavras-chave: Protótipo. Mão robótica. Arduino. Tinkercad. Acessibilidade.

ABSTRACT

The idea to carry out the research arose from the intention to unite the spheres of the field of biological sciences and technology and try to use them for the benefit of a minority social group. Bearing in mind that there are countless people with physical limitations due to some kind of disability somewhere in the body, we direct our goal to the structure of the human hand. Along with this, it was decided to conduct a study on a way to help them directly or indirectly by trying, in some way, to supply mutations or accidental causes that affect such anatomy in people. With this, it was decided to carry out the implementation of a prototype of the mechanical hand that, in the future, could be better improved by professionals or students in the field. It is extremely important to report that the heart of the project will be one of the most used hardware and software platforms in the academic world: the Arduino Uno. Initially, the first tests of the prototype were made on the tinkercad virtual platform and, after that, we started the concrete implementation of the prototype from numerous tests. In summary, the methodology of the work consists in seeking the best forms of research and development in the present moment so that, in the future, researchers in the area can give continuity to achieve the main objective of the project: accessibility to those who need it and, for some reason, do not have enough financial resources to support their indigences.

Keywords: Prototype. Robotic hand. Arduino. Tinkercad. Accessibility.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVO GERAL.....	8
1.1.2 Objetivos específicos.....	8
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1 O INÍCIO DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO.....	9
2.2 PRINCIPAIS IDEIAS SURGIDAS CRONOLOGICAMENTE.....	10
2.3 PESSOAS AFETADAS.....	11
2.4 MÃO HUMANA.....	12
2.5 POR QUE O ARDUINO E NÃO O <i>RASPBERRY PI</i> ?.....	14
2.6 ARDUINO UNO.....	14
2.5 CÓDIGO DE FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO.....	15
2.6 COMPONENTES DO ARDUINO QUE FORAM USADOS.....	16
2.6.1 Micro servo motor.....	16
2.6.2 <i>Protoboard</i>	17
2.7 IMPLEMENTAÇÃO NO <i>TINKERCAD</i>	18
3. METODOLOGIA E MATERIAS UTILIZADOS	19
3.1 METODOLOGIA.....	19
3.2 LISTA DE MATERIAIS.....	21
4. DESENVOLVIMENTO	22
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
7. REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Após uma sequência cronológica de avanços advindos desde Revoluções Industriais até movimentos artísticos e científicos, muitos estudiosos dizem que estamos vivenciando uma possível Quarta Revolução Industrial, Indústria 4.0, IoT, inteligência artificial e realidade aumentada são conceitos muito discutidos e com promessas de um futuro mais que evolutivo. Muito embora esses avanços tenha possibilitado uma maior aproximação social, seja por um elevado índice de conectividade ou por encurtamento das distâncias, ainda há embates que impossibilitam milhares de pessoas de estarem inclusas nesse contexto tecnológico. A disparidade social advinda das diferentes distribuições de renda unidas ao alto custo dos atuais recursos, como próteses por exemplo, são uma enorme barreira a ser derrubada. Com isso, podemos dizer que principal objetivo é fazer com que todos esses instrumentos e ferramentas que a tecnologia nos trouxe sejam usados para além do mundo tecnológico, ampliando ainda mais as formas de inclusão social já existentes. Parafraseando a professora de ciências biológicas da PUC, a paz encontrada na ciência está na alma de quem usa-a para o bem.

1.1 OBJETIVO GERAL

Criação do protótipo *online* e físico de uma mão robótica com movimentos considerados básicos, esses serão feitos a partir da junção do modelo da mão e do Arduino, além de outros componentes.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realização de estudos e observações sobre a anatomia da mão humana;
- Escolha dos materiais a serem usados;
- Verificação dos métodos de obtenção dos materiais;

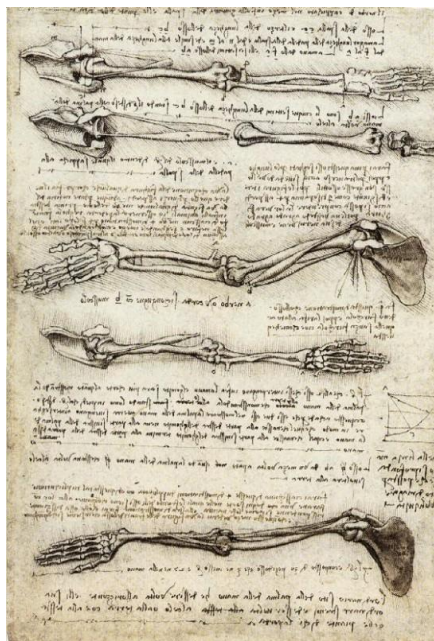
- Início da montagem do protótipo através do *software tinkercad*;
- Coleta e verificação dos resultados do *tinkercad*;
- Observar que acréscimos ou decréscimos podem ser modificados no protótipo;
- Tentar realizar os movimentos do protótipo análogos ao de uma mão humana;
- Verificação e escolha de um protótipo físico ou virtual, dependendo dos materiais obtidos;
- Implementação do protótipo físico a partir dos resultados;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O INÍCIO DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Inicialmente, pode-se afirmar que, em virtude de inúmeros estudos surgidos no século XVI com a ascensão do Renascimento na Itália, houve um avanço gritante no ramo da ciência e tecnologia e, conseqüentemente, o ponto de partida para o avanço da biomecânica, informática e várias engenharias, que são pilares do nosso projeto. O ilustre polímata Leonardo da Vinci foi um dos renascentistas que aprofundou-se em estudos sobre a anatomia humana e seus movimentos mecânicos e, atualmente, as bases e estudos no campo da medicina possuem suas raízes.

Figura 1 – Desenho dos membros superiores feito por Leonardo Da Vinci



Fonte: Reprodução/the drawings of Leonardo da Vinci. (2020)

A partir de seus livros deixados, Leonardo Da Vinci deixou claro o seu contundente estudo da anatomia das mãos humanas, detalhando-as tanto em contexto científico quanto artístico. “A mão humana tem sido alvo de estudo desde o início do período da história da humanidade. A sua arquitetura é um fino exemplo de elegância mecânica na natureza.” (GASPAR, 2010, p.1). Hoje, vê-se o quão importante é cada parte da nossa estrutura corporal e, também, que a falta de qualquer parte mínima nos traz uma maior dificuldade para realizar tarefas básicas e elementares.

2.2 PRINCIPAIS IDEIAS SURGIDAS CRONOLOGICAMENTE

Direcionando o foco ao escopo do nosso artigo, que é o protótipo de uma mão mecânica, daremos ênfase as pessoas que não possuem ou possuem uma parte incompleta da sua mão, acarretando em maiores dificuldades no dia-a-dia. Ao observar à importância das funções exercidas por uma mão no corpo humano sendo possível, principalmente, pela junção de um sistema composto por ossos, músculos, articulações, tendões e veias e todos estando aptos a atender comandos do sistema nervoso, surge o a maior dificuldade em se fazer um protótipo que seguiria à risca todo o funcionamento.

Por isso, como dito anteriormente, criamos pontos e objetivos principais a serem alcançados na fase inicial desse projeto. A criação do protótipo possui três objetivos principais: a execução de movimentos básicos de uma mão; acessibilidade no preço da hipotética implementação do protótipo e o uso de materiais recicláveis.

Por último e não menos importante, temos o responsável por comandar todos os comandos lógicos do protótipo: o Arduino Uno. Desde sua criação no ano de 2005 por um grupo de pesquisadores, o Arduino vem sendo um dos principais *hardwares* usados em projetos escolares e de pesquisa. Ele terá um papel fundamental nos movimentos da estrutura da mão, fazendo o papel semelhante ao do sistema nervoso central do corpo humano.

O conjunto e base de todas as informações das atividades citadas acima terão sua implementação no *software tinkercad*. O *tinkercad* é uma plataforma *online* para desenvolver projetos escolares repleto de ferramentas que possibilitam a criação de sistemas elétricos e eletrônicos com ou sem o Arduino. A partir do nosso modelo de protótipo implementado virtualmente, as tentativas da montagem do protótipo são iniciadas junto ao uso dos materiais recicláveis.

2.3 PESSOAS AFETADAS

Visto que várias pessoas possuem altos riscos diários ao exercerem seu ofício, há uma grande quantidade de pessoas que acabam sofrendo lesões no ambiente de trabalho. “Lesões da mão causadas por problemas derivados, por exemplo, pelo uso de objectos de baixa ergonomia (objectos não ajustados ao trabalho em questão) são a causa de problemas sociais para o indivíduo lesado.” (GASPAR, 2010, p.16)

Pode-se ter casos de perda completa ou parcial da mão, na qual dependerá do incidente ocorrido. “[...] No entanto, os principais problemas relacionados com as disfunções da mão estão fortemente ligados a acidentes, quer de viação quer de trabalho.” (GASPAR, 2010, p.16) No entanto, possuímos variadas formas de uma pessoa chegar a perder ou danificar a mão, que é um “instrumento” muito importante para atividades básicas e necessárias à vida.

A partir disso, ao observar o fato de os deficientes estarem cada vez mais inserindo-se na sociedade, ou seja, com uma relevante ascendência social e, quando direcionamos o olhar a décadas anteriores, é possível enxergar um considerável avanço dos tempos remotos para cá. Porém, mesmo com um certo acervo de inclusão, uma das características que ainda inviabilizam esse processo é a drástica distinção entre as classes sociais.

Segundos dados do site Estado de Minas, o Brasil tem cerca de 700 mil acidentes por ano sofridos no âmbito de trabalho. Temos, ainda, aproximadamente 45.650.039 pessoas com algum tipo de deficiência no Brasil segundos dados de IBGE do ano de 2017. Ainda sobre isso, é válido considerar que, em sua maior parte, as pessoas com algum tipo de deficiência não possuem o ensino fundamental completo, o que dificulta ainda mais sua inserção no âmbito do trabalho

Pensando na exorbitante quantidade de pessoas que possuem alguma deficiência e que desejam ter de volta o movimento das mãos, seja para fins de labutarias ou por pleno ímpeto pessoal, resolvemos pesquisar sobre alguma maneira de ajudá-las e com o método mais acessível possível.

2.4 MÃO HUMANA

Desde a antiguidade visa-se o estudo da anatomia. Isso ocorreu de uma forma contundente do período do Renascimento, tendo como um dos principais nomes o do pintor, engenheiro e cientista Leonardo da Vinci. “O fascínio de Leonardo da Vinci (1452-1519) pela anatomia da mão é óbvio na sua arte. O trabalho “De humani corporis fabrica” de Andreas Vesalius em 1543, dinamizou para um novo nível a exploração da anatomia da mão, com muitas gravuras dedicadas a esta.” (GASPAR, 2010, p.11).

Figura 2 – Desenho das mãos feito por Leonardo Da Vinci



Fonte: Reprodução/the drawings of Leonardo da Vinci. (2020)

Desde o período Paleolítico observa-se a importância do uso das mãos, seja para a caça, fabricação de instrumentos ou preparo da comida. “A sua arquitetura é um fino exemplo de elegância mecânica na natureza. ” (GASPAR, 2010, p.1). Atualmente seguimos a mesma linha de importância e utilidade. Com isso, de uns tempos para cá, houve o surgimento de variadas maneiras de poder ofertar uma melhor base às pessoas que possuem alguma deficiência na mão, uma das mais abrangentes atualmente é a prótese.

No ano de 2009, a empresa escocesa *Touch Bionics* criou uma prótese biônica que resolveu alguns embates anteriores relacionados à difícil movimentação dos cinco dedos e o preço estabelecido a essa prótese foi de R\$130.000,00 a R\$150.000,00 mil reais. Com o passar dos anos os preços só passaram a elevar-se, pois, haveria melhoras tanto no tipo de material quanto nos equipamentos e tecnologias usadas. O maior problema em questão é o elevado custo delas, resultando na falta de acessibilidade de muitos por não ter condições para tal aquisição.

Pensando nisso, temos o propósito de desenvolver um protótipo que possa ser usado para estudos com o intuito de implementar uma prótese sustentável, funcional e, principalmente, acessível em termos de preços a tal grupo minoritário

pertencente a nossa sociedade. Na seção 3 da Metodologia, haverá uma melhor abordagem sobre como pretendemos executar algumas atividades desta pesquisa.

2.5 POR QUE O ARDUINO E NÃO O RASPBERRY PI?

Assim como o Arduino, o *Raspberry Pi* é composto por um uma série de *hardware* em conjunto integrados em uma única placa com o principal objetivo de facilitar projetos do meio acadêmico que podem ou não estar relacionados a ciência da computação. Seus componentes internos também são bem análogos ao do Arduino, atribuindo-lhes funções praticamente iguais.

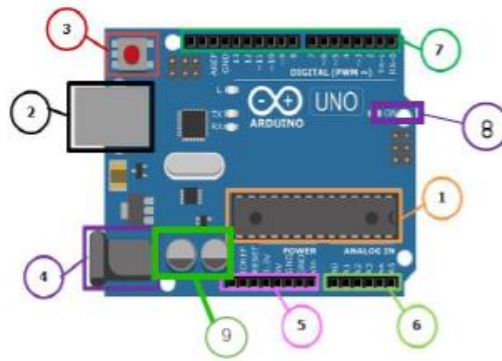
Porém, apesar de todas essas características em comum, a escolha do Arduino em si se deu por experiências vivenciadas e manuseadas com o próprio. Além disso, sua disponibilidade de forma *online* na plataforma *tinkercad* contribuiu ainda mais para a escolha do nomeado microcomputador do meio acadêmico.

2.6 ARDUINO UNO

Desde a criação do Arduino no ano de 2005 que ele vem sendo usado com frequência nos âmbitos escolares e acadêmicos pela sua alta praticidade. “[...] o Arduino é uma plataforma *open-source* de prototipagem eletrônica com *hardware* e *softwares* flexíveis e fáceis de usar, destinado a artistas, *designers*, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.” (NUNES *et al.*, 2019, p. 5).

A sua alta capacidade na implementação de projetos e o seu modo de poder se conectar a vários componentes que fez com que ele fosse o escolhido para ser usado junto ao nosso protótipo. A comunicação do usuário com o Arduino é feita a partir de códigos de programação na linguagem C++ que é muito utilizada na atualidade e, dessa forma, o Arduino pode funcionar do modo que o usuário desejar de acordo com os comandos inseridos no código. Cada componente que faz parte da placa eletrônica do Arduino é de extrema importância para o seu funcionamento, como mostrado com destaque na figura a seguir.

Figura 3 - Arduino Uno



Fonte: Arduino Básico (2019)

2.5 CÓDIGO DE FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

```
#include <Servo.h>
```

```
int pos = 0;
```

```
Servo servo_8;
```

```
Servo servo_9;
```

```
Servo servo_10;
```

```
Servo servo_11;
```

```
Servo servo_12;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  servo_8.attach(8);
```

```
  servo_9.attach(9);
```

```
  servo_10.attach(10);
```

```
  servo_11.attach(11);
```

```
  servo_12.attach(12);
```

```

}

void loop()

{
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1) {
    servo_8.write(pos);
      servo_9.write(pos);
        servo_10.write(pos);
          servo_11.write(pos);
            servo_12.write(pos);
          }
        }
      }
    }

  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) {
    servo_8.write(pos);
      servo_9.write(pos);
        servo_10.write(pos);
          servo_11.write(pos);
            servo_12.write(pos);
          }
        }
      }
    }

}

```

2.6 COMPONENTES DO ARDUINO QUE FORAM USADOS

2.6.1 Micro servo motor

Por ser uma ferramenta multiuso, o Arduino possui inúmeros recursos para ser usado junto a outro elemento e executar os comandos digitados no código. No caso em questão, escolhemos o micro servo motor. Ele é o responsável por

executar, de forma física, os comandos do Arduino. Basicamente, ele realizará movimento de 0° a 180° movendo as linhas ligadas à mão e consequentemente os dedos. “Os membros e os dedos são os últimos filtros mecânicos entre as ordens motoras provenientes do sistema nervoso e as ações físicas que delas resultam.” (GASPAR, 2010, p.14).

Cada micro servo motor possui um torque capaz de suportar 1,5 kg, sendo suficiente para manusear objetos com essa proximidade de massa. “A estrutura anatômica dos membros e dedos interioriza como *inputs* as ações musculares e produz como *outputs* movimentos e forças.” (GASPAR, 2010, p.15) Na presente citação, há uma importante descrição da autora sobre o método de funcionamento dos membros da mão, havendo também uma aproximação dos movimentos produzidos com o funcionamento do Arduino.

Figura 4 - Micro servo motor



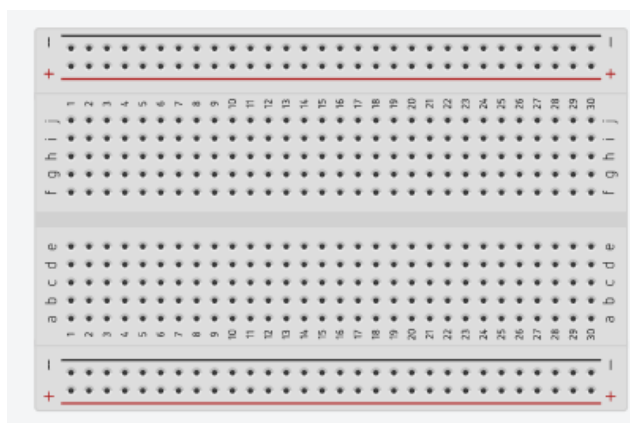
Fonte: *Tinkercad* (2019)

2.6.2 *Protoboard*

Mais conhecida como placa de ensaio, a *protoboard* tem a principal função de fazer a conexão entre circuitos, componentes eletrônicos, Arduino, motores e entre outros através de seus orifícios. Ela possibilita uma maior quantidade de componentes a serem usados, por exemplo, o Arduino não possui entradas o suficiente para a execução de alguns de seus componentes e, com a placa, pode-se ter uma quantidade mais abrangente de componentes conectados. A conexão entre

o Arduino e a *protoboard* é feita através de fios condutores inseridos nela e nas entradas do Arduino e de seus componentes eletrônicos.

Figura 5 - *Protoboard*

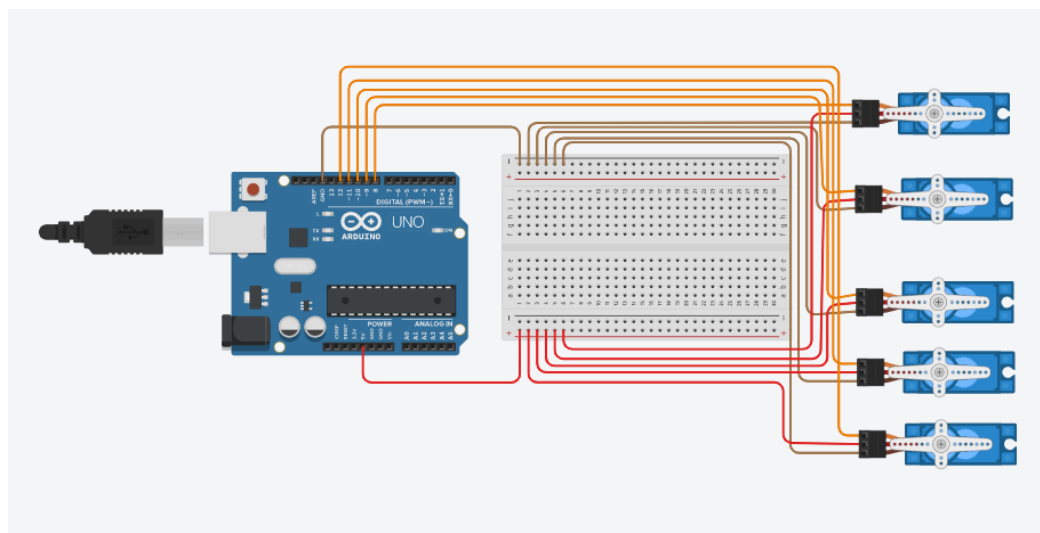


Fonte: *Tinkercad* (2019)

2.7 IMPLEMENTAÇÃO NO *TINKERCAD*

Como dito inicialmente, nosso primeiro intuito foi a criação de um protótipo de mão mecânica virtual. Após várias leituras de apostilas e trabalhos acadêmicos diversos relacionados ao tema, foi bem mais fácil exercer o funcionamento virtual do protótipo. Primeiramente, criamos o sistema voltado à parte mecânica do protótipo no *software tinkercad*, como mostrado na figura 6. Nele, há o uso do Arduino Uno conectado à *protoboard* e aos micro servo motores.

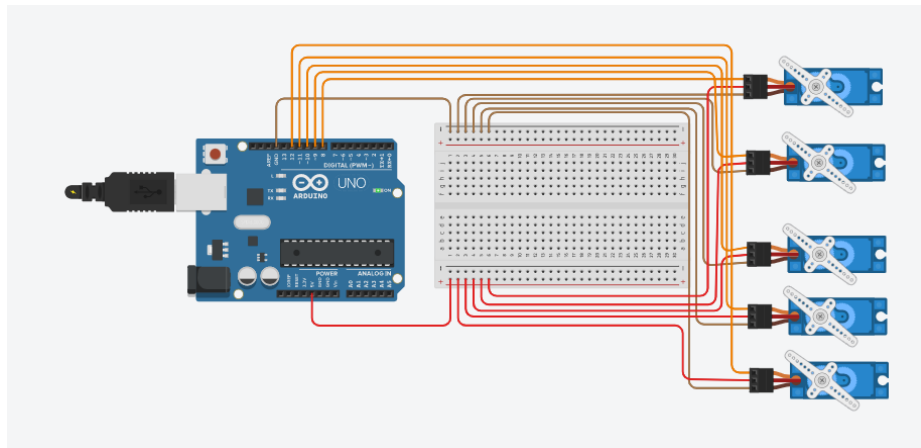
Figura 6 - Cinco micro servo motores conectados a *protoboard* e ao Arduino



Fonte: SILVA, A.L.B da, MACHADO L.W. M. (2019)

Vale salientar que, ao executar o código, os micro servo motores são movidos de 0° a 180°, possibilitando os movimentos dos dedos da mão mecânica no protótipo a ser desenvolvido.

Figura 7 - Cinco micro servo motores em movimento ao compilar o código



Fonte: SILVA, A.L.B da, MACHADO L.W. M. (2019)

3. METODOLOGIA E MATERIAS UTILIZADOS

Brevemente, neste capítulo será exposto a metodologia e os materiais utilizados no decorrer do desenvolvimento do projeto.

3.1 METODOLOGIA

Etapa 1: A idealização ocorreu por meio de levantamento de temas sugeridos pelo orientador, a proposta era interessante, tanto na área de pesquisa quanto de desenvolvimento do protótipo, as possibilidades de trabalhar e a justificativa de auxílio às pessoas trouxe todo interesse a temática.

Etapa 2: Esta etapa se deu por meio de busca e seleção de trabalhos análogos a temática, onde por meio da ferramenta *google* acadêmico, tais trabalhos foram selecionados por meio do resumo e título, utilizando as palavras chaves do nosso artigo. Dessa forma, os que apresentaram informações de destaque foram

selecionados aptos para serem utilizados como base para o projeto. Entre eles trabalhos sobre anatomia da mão humana, até apostilas sobre Arduino e como ocorre a programação do mesmo, assim nosso projeto apresentaria uma gama de expansão e desenvolvimento nas áreas propostas.

Etapa 3: A escolha das ferramentas e materiais para desenvolver planos de protótipos. A escolha do *tinkercad* surgiu por meio da pesquisa e análise da plataformas de implementação gráfica, onde em tal plataforma poder-se-ia haver o desenvolvimento e visualização mais ampla desde a construção da mão mecânica até o funcionamento com os micro servo motores.

Etapa 4: Por fim, a etapa de montagem e análise do protótipo para atingir conclusões e a futuras propostas de pesquisa e extensão, tanto para o desenvolvimento do próprio projeto, quanto para abrir novas oportunidades de pesquisa. Por fim, destacamos que a pesquisa atende um critério de aprovação acadêmica, mas pretendemos a renovação, por meio da utilização de materiais diferenciados. Cabe acrescentar, ainda, que a escolha dos materiais pelos futuros desenvolvedores podem ter como base o desenvolvimento sustentável tecnológico, tecnológico e acessível.

3.2 LISTA DE MATERIAIS

- 1 - Arduino Uno;
- 1 – Papel plissado (papelão) 30cm x 15cm;
- 1 – Folha de E.V.A;
- 15 – Fios condutores desencapados;
- 1 – Tubo de caneta esferográfica;
- 1 – Rolo de fio encerado;
- 5 – Micro servo motores;
- 1 – *Protoboard*.

4. DESENVOLVIMENTO

A partir da atual conjuntura que estrutura o país, iniciamos a idealização do projeto a escolha do tema: “As vantagens ofertadas pelo uso da tecnologia como forma de inclusão social”, com isso, começamos a supor hipóteses de como poderíamos utilizar nosso conhecimento, sobre os vários recursos tecnológicos aprendidos nos anos de curso. Todavia, o interesse na área de biológicas foi de suma importância na resolução desse impasse, foi analisado que muitas pessoas possuem deficiência física e necessitavam de um meio de apoio como, por exemplo, a utilização de próteses. Assim sendo, a automação de próteses foi o viés de desenvolvimento escolhido, usufruindo dos conhecimentos de mecânica e programação proporcionadas pelo curso técnico e as noções de anatomia expostas na matéria nuclear de biologia.

Entretanto a fabricação de uma prótese é algo estimado em grande valor. O nosso trabalho pretende ampliar os meios de produção, incentivando a pesquisa e a redução de custo, para que mais pessoas tenham acesso a este tipo de auxílio. Neste viés, centralizamos a pesquisa em apenas uma parte do corpo: a mão.

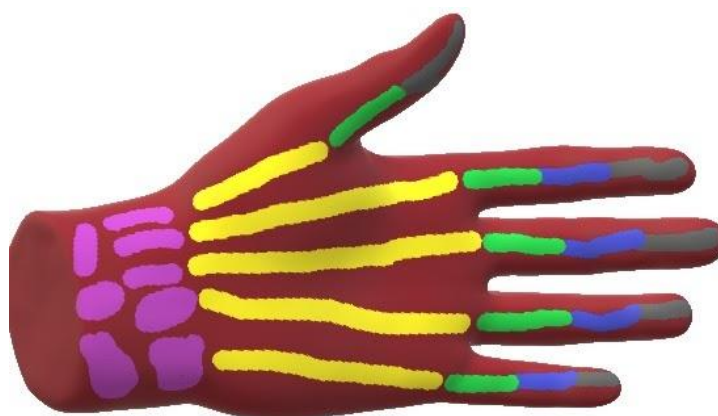
Tendo a parte mecânica elaborada no *tinkercad*, resolvemos procurar um método para simular o acoplamento dos micro servo motores à uma mão. A primeira tentativa foi usar um *software* de modelagem em que pudéssemos fazer a modelagem de uma mão humana, porém, muitos eram pagos. Assim, resolvemos usar o modelo de mão do *paint 3D*, que é um aplicativo de criação de modelos e desenho em 3D do *Windows 10*, e tentar montar o protótipo completo ao incrementá-lo ao Arduino e micro servo motores.

Atualmente, antes da execução de muitas invenções, os pesquisadores optam por realizar testes em *softwares*, de uma forma virtual, para testes iniciais. “[...] a utilização de modelos a 3 dimensões (3D) da mão humana tem sido de extrema importância para a criação de membros artificiais mais precisos, com controles mais exactos e para estudos de equipamentos mais ergonómicos.” (GASPAR, 2010, p.15)

Após pesquisar sobre diversos temas e, entre eles, a anatomia da mão com certa relevância, conseguimos ideias iniciais de como seriam gerados os movimentos de forma material a partir dos movimentos do conjunto de ossos e articulações. A

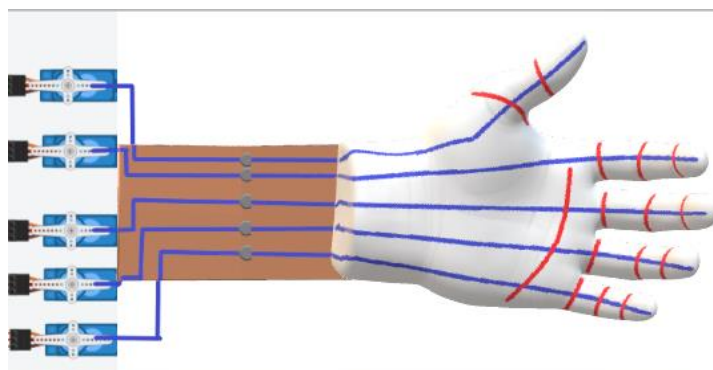
partir de ideias iniciais, foi feita a construção de um esquema primário em 3D, como é exposto nas figuras 8, 9 e 10.

Figura 8- Esquema criado para a melhor visualização das juntas e ossos da mão.



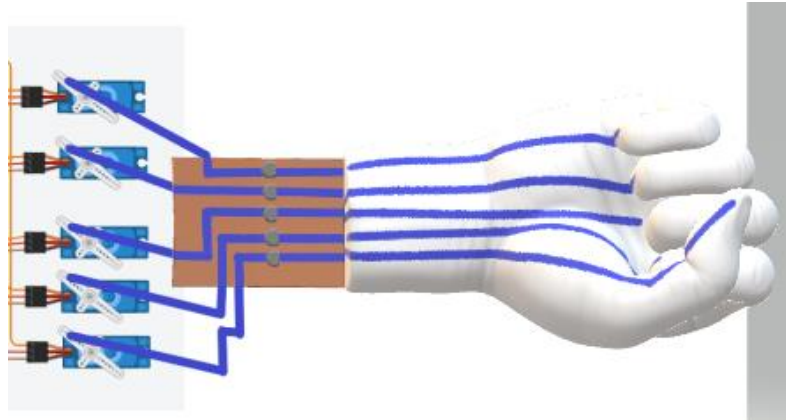
Fonte: SILVA, A.L.B da, MACHADO L.W. M. (2019)

Figura 9 - Protótipo virtual de mão modelada conectada ao sistema.



Fonte: SILVA, A.L.B da, MACHADO L.W. M. (2019)

Figura 10 - Protótipo virtual de mão modelada conectada ao sistema mecânico em movimento.



Fonte: SILVA, A.L.B da, MACHADO L.W. M. (2019)

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

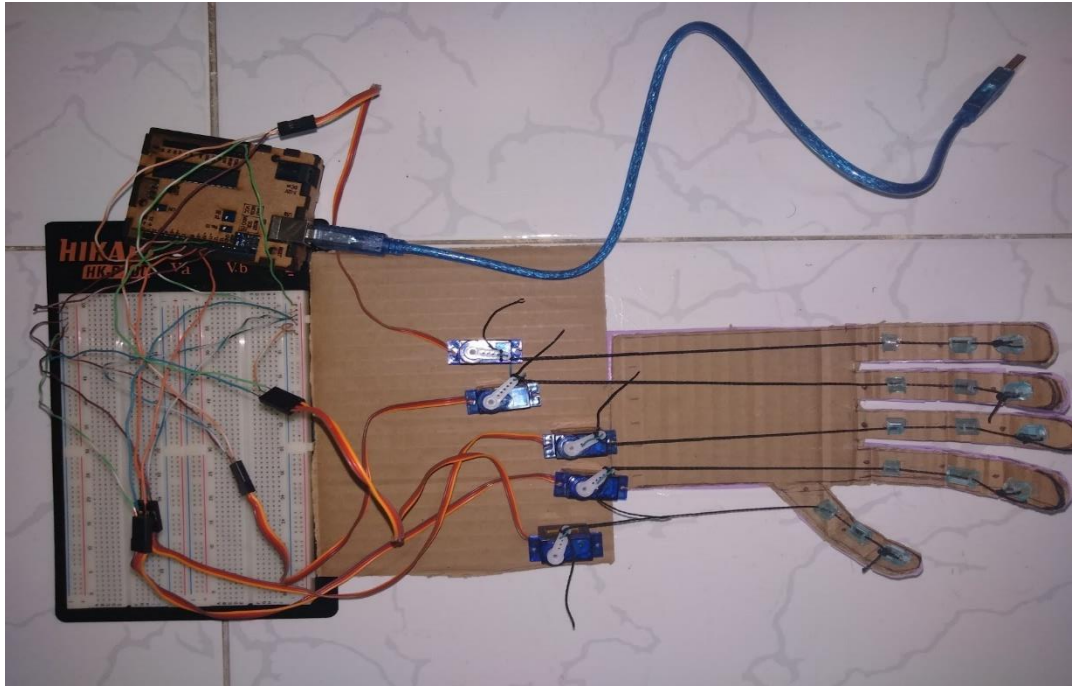
Como esperado, o processo de montagem apresentou inúmeras dificuldades, mas, os professores das matérias técnicas não mediram esforços para nos auxiliar. Isso se foi feito tanto na elaboração como na sugestão para gerar melhores resultados e, principalmente, em relação a utilização do Arduino, que tornou-se extremamente versátil. Com isso, houve uma maior facilidade na criação e execução do código para o funcionamento do protótipo

Portanto, como observado nas figuras acima, os movimentos que pretendemos que o protótipo realize são semelhantes a esses que foram demonstrados, mas, de uma forma mais simples. Há uma observação a ser feita sobre as tais linhas, sendo demonstradas na modelagem da mão como linhas azuis. Sobre isso, podemos dizer que são elas que fazem o contato e transmissão de movimento entre os micro servo motores e os dedos, possibilitando o movimento dos dedos. Quando os micro servo motores estão na posição de 180° a mão se encontra aberta e quando estão na transição de 90° para 180° , novamente, a mão se encontra fechada.

De fato, nosso objetivo inicial para o desenvolvimento da pesquisa foi idealizado, no qual tivemos a implementação do protótipo virtual. A partir desse ponto, como já dito, temos a pretensão de montar o protótipo da mão com materiais palpáveis, visto a possibilidade de recursos que poderemos adquirir. Os teste de funcionamento da programação do Arduino conectado com os micro servos funcionaram como o esperado, ou seja, o caminho é promissor para o funcionamento do protótipo nos futuros resultados do desenvolvimento do projeto.

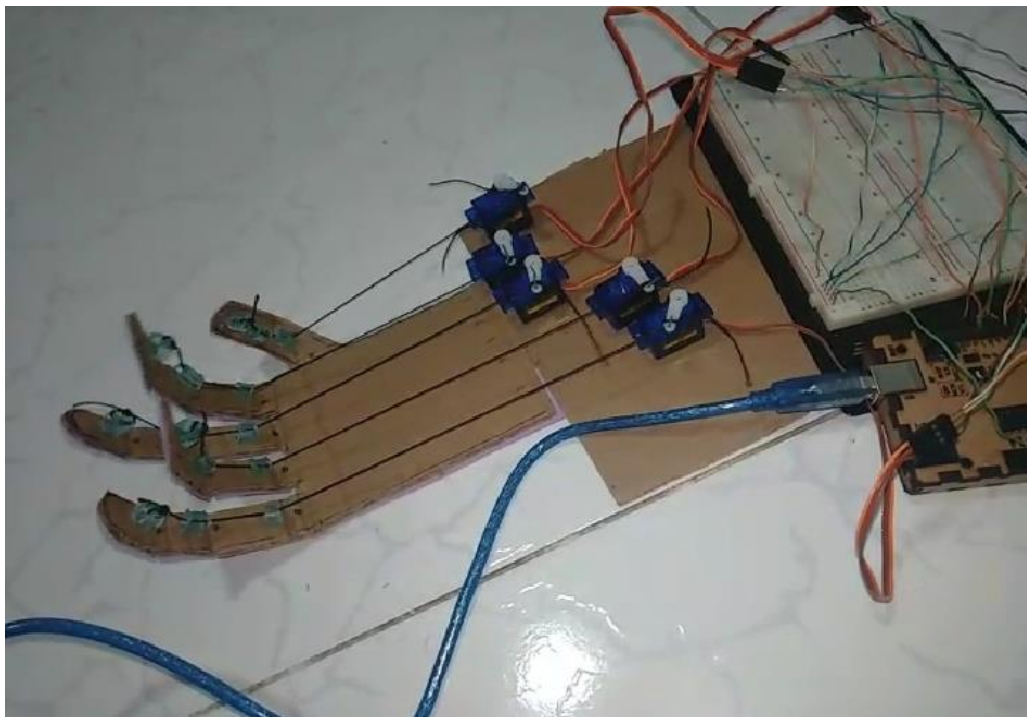
No atual momento de pesquisa, conseguimos implementar apenas um protótipo bem básico. As pesquisas mais reforçadas sobre os materiais que serão usados para montagem do protótipo serão um dos principais pontos, sendo que, no momento, já temos algumas ideias sobre o uso de materiais recicláveis, como forma de atingir outro objetivo, a acessibilidade de custo benefício e crescimento sustentável.

Figura 11 - Protótipo físico conectado ao sistema.



Fonte: SILVA, A.L.B da, MACHADO L.W. M. (2019)

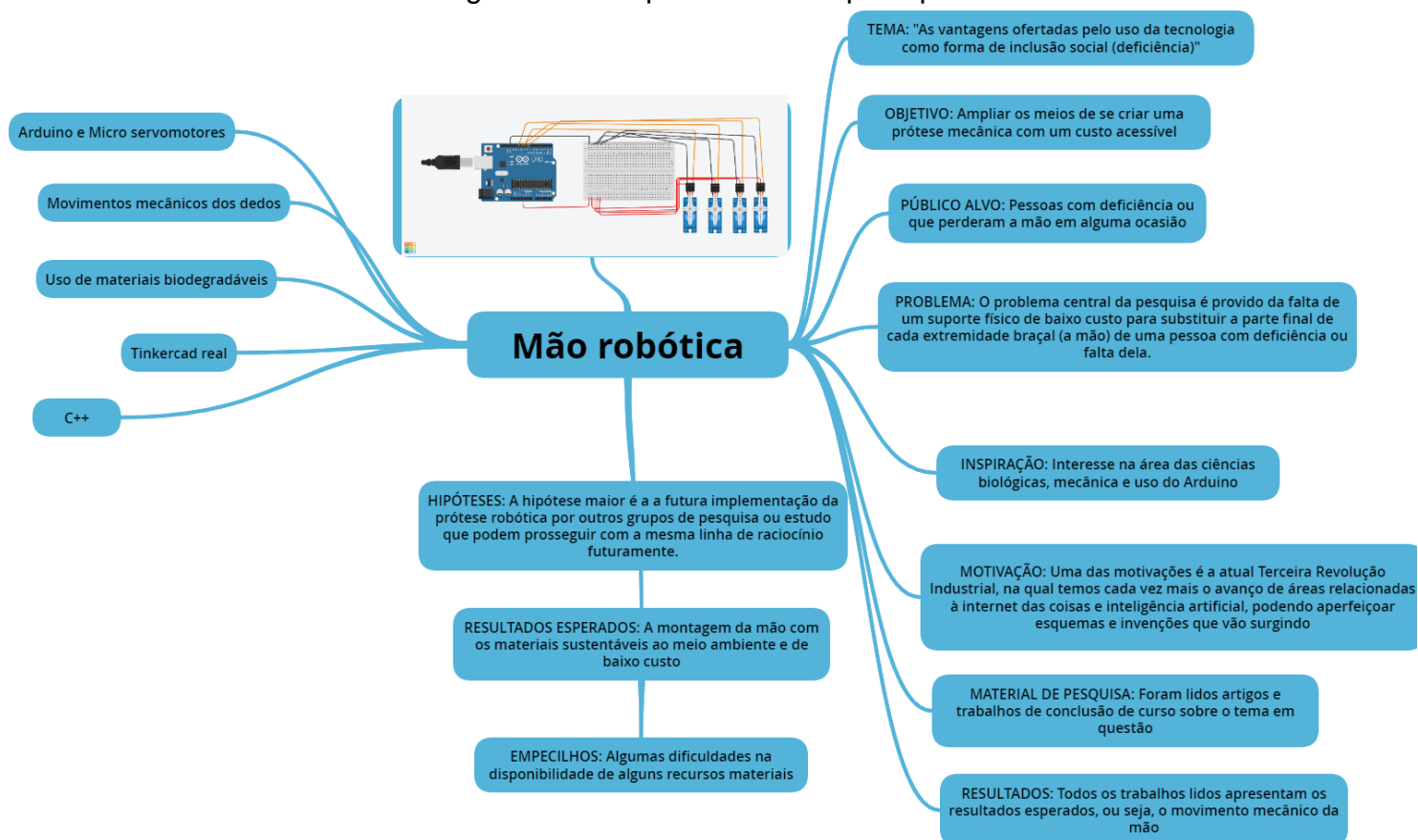
Figura 12 - Protótipo físico conectado ao sistema em movimento.



Fonte: SILVA, A.L.B da, MACHADO L.W. M. (2019)

Sabe-se que, por ser uma área de complexo entendimento por pessoas que não possuem o contato ou nunca nem se quer ouviram falar do Arduino, há uma maior dificuldade em compreender o funcionamento do sistema. Visto isso, executamos a montagem de um mapa mental que sintetiza todos os propósitos e informações básicas para o rápido entendimento do projeto. Visto que há um longo processo de leitura e de interpretação e assimilação de informações, o mapa de conceitos visa a organização da ideia central do projeto para o leitor ou público-alvo.

Figura 13 – Mapa mental dos principais conceitos.



Fonte: SILVA, A.L.B da, MACHADO L.W. M. (2019)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atual estágio em que o protótipo se encontra e pensando na variabilidade de materiais recicláveis e biodegradáveis, pretendemos, ainda, usá-los para construir um possível futuro protótipo de mão. Inicialmente temos em mente fazer uso de politereftalato de etileno (PET) e jornal, deixando, também, uma forte ideia a futuros desenvolvedores. A escolha desses materiais foi feita de acordo com seu baixo custo, fácil acessibilidade e boa resistência estrutural, deixando o protótipo mais próximo da realidade do público-alvo e, junto a isso, colaborar com os benefícios que estarão presentes na prática de reciclagem.

Vale lembrar que, no momento presente do projeto, conseguimos fazer testes com o Arduino e micro servo motores reais e obtivemos êxito inicialmente, tudo com os mesmos comandos do modelo feito no *tinkercad*. Com as pesquisas realizadas e testes feitos, é possível afirmar que escolhemos uma área muito promissora para ser continuada e tornar-se mais aprofundada em estudos futuros. Assim, deixamos abertas as escolhas para pesquisadores ofertarem, a partir de suas modificações, uma maior acessibilidade e menor preço das próteses para pessoas com alguma deficiência na mão, ajudando-as a possuírem uma maior flexibilidade nas ações diárias.

Pelo fato de estarmos vivenciando uma possível quarta revolução industrial, ou até mesmo a revolução técnico-científico, na qual observamos cada vez mais o avanço tecnológico sobre diversos campos de estudos, há uma possibilidade de, em um futuro bem próximo, termos a acessibilidade de diversas formas às várias pessoas da sociedade que estão em uma bolha de exclusão, como as deficientes, por exemplo. Desse modo, esperamos que um olhar mais abrangente seja voltado a essas pessoas, principalmente com o desenvolvimento de pesquisas no campo científico. Próteses acessíveis e de baixo custo contribuirão de forma contundente para a ascensão dessas pessoas no meio social.

7. REFERÊNCIAS

GASPAR , Hélia Maria da Silva. **Estudo da Biomecânica da Mão por aplicação do Método dos Elementos Finitos**. Universidade do Porto, 2010.

NUNES, Gabriel. *et al.* **Arduino Básico**. Espírito Santo: 2015, 65p.

SUNDFELD, Leonardo. *et al.* **Estudo e desenvolvimento de uma prótese de mão humana robótica de baixo custo para crianças**. São José dos Campos: UNIVAP, 2014.

THOMAZONI , LUCAS. **ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DE PROTÓTIPO DE MÃO ROBÓTICA**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de controle e automação) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do sul, 2015.

TINKERCAD. **Tinkercad**, 2010. Disponível em: <<https://www.tinkercad.com/dashboard>>. Acesso em: 20 Mar. 2019.

DRAWINGSOFLEONARDO. **“Desenhos de Leonardo Da Vinci”**; Disponível em:<<http://www.drawingsofleonardo.org/>>. Acesso em: Abril de 2020.

EM. **“Acidentes de trabalho”**; Disponível em:<https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2017/06/05/internas_economia,874113/brasil-tem-700-mil-acidentes-de-trabalho-por-ano.shtml>. Acesso em: Abril de 2020.

GLOBO. **“Número de pessoas com deficiência no Brasil”**; Disponível em:<<http://g1.globo.com/mato-grosso-do-sul/noticia/2016/06/crece-o-acesso-da-pessoa-com-deficiencia-ao-ensino-superior-no-pais.html>> Acesso em: Abril de 2020.

GAZETA DO POVO. **“Próteses e seu elevado custo”**; Disponível em:<<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/nova-mao-bionica-permite-mexer-os-5-dedos-bytcg678vw18buag16riskjf2/>>Acesso em: Acesso em: Abril de 2020.