

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA**

**ETEC SYLVIO DE MATTOS CARVALHO**

**Curso de Técnico em Mecatrônica**

Leandro Andrigo Seixas

Lillian Gabriely da Mota Ferreira

Murilo Rizzi Santos

Rhayssa Nicole Rodrigues

**MÃO ROBÓTICA PARA SINAIS EM LIBRAS**

**Matão, SP  
2023**

Leandro Andrigo Seixas  
Lillian Gabriely da Mota Ferreira  
Murilo Rizzi Santos  
Rhayssa Nicole Rodrigues

## **MÃO ROBÓTICA PARA SINAIS EM LIBRAS**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da Escola Técnica Estadual Sylvio de Mattos Carvalho, orientado pelo Prof. Leandro Travalhoni, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

**Matão, SP**

**2023**

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) concentrou-se no desenvolvimento e implementação de uma mão robótica projetada para reproduzir sinais em Língua Brasileira de Sinais (Libras). O objetivo central foi facilitar a comunicação entre pessoas surdas e ouvintes, proporcionando uma maior inclusão social.

O projeto englobou uma abordagem multidisciplinar, integrando conhecimentos de mecânica, elétrica, robótica e programação. Para desenvolver esse protótipo, foram utilizados componentes essenciais, como Arduíno, servomotores e *Bluetooth*. A metodologia adotada envolveu testes da mão robótica com a comunidade surda, assegurando que as características da Libras estavam devidamente corretas.

Os resultados obtidos demonstram a eficácia do dispositivo na reprodução precisa dos sinais, melhorando a comunicação entre pessoas surdas e ouvintes. A mão robótica para sinais em Libras representa um passo significativo em direção à inclusão e igualdade, para uma melhor comunicação em sociedade para deficientes auditivos.

**Palavras-chave:** Mão. Robótica. Libras. Comunicação. Inclusão.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVOS .....	7
2.1. OBJETIVO GERAL.....	7
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	7
3. DESENVOLVIMENTO .....	8
4.1. Principais Componentes:.....	10
5.1. Montagem da estrutura.....	16
6.1. Circuitos:.....	24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	26
8. REFERÊNCIAS .....	27
9. ANEXOS .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

A língua é o principal meio de comunicação na nossa sociedade, garantir que deficientes auditivos tenham uma boa comunicação se trata de direito de vida. A dificuldade que essas pessoas passam em seu dia a dia para se comunicar com outros atualmente é muito frequente, dois em cada três brasileiros relatam enfrentar dificuldades em seu cotidiano. Por exemplo, a maioria das empresas não possuem pessoas/atendentes com conhecimento em libras, logo dificulta a comunicação de ambos. Por conta da pouca popularidade da língua dos sinais (Libras) no Brasil, muitas vezes os comércios, hospitais e outros lugares não conseguem disponibilizar um bom atendimento para pessoas surdas.

O projeto de lei N ° 535, de 2015 diz “Assegura às pessoas com deficiência auditiva o direito a atendimento por tradutor ou interprete de Libras nos órgãos e entidades da administração pública, direta e indireta, fundacional e nas empresas concessionárias de serviços públicos”. Apesar das leis criadas há uma falta de posicionamento das empresas para esses deficientes e são poucas as pessoas que tem tempo ou interesse em estudar língua de sinais.

Com o objetivo de incluir os deficientes auditivos na comunidade, o escopo do projeto pretendeu construir uma mão robótica que transmite sinais em libras através do comando de voz, objetivando facilitar a comunicação e reduzir as dificuldades dos deficientes auditivos. Sua estrutura foi desenvolvida por meio de uma impressora 3D e a programação com base na linguagem C. Foram realizados movimentos para o contato do indivíduo, que resultou nos movimentos na mão robótica. Dessa forma, facilitando a comunicação para deficientes auditivos. Promovendo inclusão social, socialização e aprimorando as relações humanas.

A construção de um protótipo de mão robótica capaz de traduzir sinais em Libras (Língua Brasileira de Sinais) é de extrema importância, com benefícios para as pessoas com deficiência auditiva, essa justificativa pode ser baseada em diversos aspectos. A Libras é a principal forma de comunicação utilizada pela comunidade surda no Brasil. Essa linguagem não tem um único "criador" ou uma data específica de evolução, pois sua evolução foi um processo gradual e orgânico ao longo de décadas. No entanto, a maioria das pessoas ouvintes não compreende essa linguagem, por não haver uma exigência dos funcionários das empresas em aprenderem Libras, por falta de oportunidade, tempo e até mesmo

falta de interesse, o que cria barreiras de comunicação significativas.

O protótipo de mão robótica permitirá que pessoas surdas se sintam representadas, ampliando sua inclusão social. O objetivo do projeto foi construir um protótipo de tradutor de uma maneira prática e eficaz, facilitando a comunicação entre surdos e ouvintes, aumentando a inclusão dessas pessoas no convívio social.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Construir um protótipo de mão robótica que transmita sinais em libras através de programação.

### **2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Facilitar a comunicação entre surdos e ouvintes;
- Trazer inclusão e interação social.

### **3. DESENVOLVIMENTO**

A definição do tema “Mão robótica para sinais em Libras” surgiu de uma integrante do grupo de quatro alunos durante a primeira aula de TCC. No decorrer dessa aula, o professor explicou o que deveria ser feito em um trabalho de conclusão de curso, necessitaria ser algo diferente e que ajudasse no dia a dia das pessoas. Pensando nessa ideia, a integrante pensou em construir um protótipo de mão robótica voltada a libras, com a intenção de melhorar o dia a dia dos deficientes auditivos. Em seguida, conversou com o resto dos integrantes para moldarem como seria o projeto, além de pesquisar referências na internet e conversar sobre a ideia com pessoas específicas da área.

A intenção do projeto foi fazer com que os deficientes auditivos entendam o que os ouvintes falam. Com o decorrer do projeto, foram passadas por várias análises para atingir os objetivos do protótipo de mão robótica para sinais em Libras, resultando na facilidade da comunicação para a comunidade surda.



Foi produzida uma tabela com os valores gastos para construir o protótipo.

Tabela 1: Orçamento dos componentes.

<b>Preço dos materiais (todos comprados no Mercado Livre)</b>		
<b>Preço</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Material</b>
Adesivo em gel para fixação de impressões 3D	1	R\$29,89
Adesivo plástico	1	R\$30,00
Alicate	1	R\$29,90
Arduino uno	1	R\$50,00
Chave de fenda e Philips	1	R\$33,94
Estrutura exterior da mão	1	R\$500
Filamento	1	R\$74,90
Fios de Nylon	1	R\$13,99
Fonte externa	1	R\$32,00
Graxa branca para mecanismos	100g	R\$36,55
Jumpers	40	R\$15,99
Lima	1	R\$32,90
Lixa (lixa para unhas)	1	R\$13,95
Módulo Bluetooth HC-05	1	R\$19,50
Parafusadeira	1	R\$48,00
Parafusos	pacote	R\$29,69
Servomotores mg995	6	R\$44,45*6
<b>Total</b>		<b>R\$1254,90</b>

FONTE: Arquivo pessoal.

## 4.1. Principais Componentes:

### 4.1.1. Impressora 3D

Uma impressora 3D materializa objetos em três dimensões através de *software*, permitindo a produção de peças complexas e detalhadas.

A impressora 3D foi utilizada pela facilidade de uso e um bom custo benefício, além de oferecer um bom acabamento.



Figura 1: Impressora 3D  
FONTE: Arquivo pessoal.

#### 4.1.2. Fios de *nylon*

São fios sintéticos e não-absorvíveis, além de uma elasticidade elevada. Foi utilizado por ter uma espessura volátil e por ser resistente, assim garantindo maior segurança para realizar os movimentos.



Figura 2: Fio de *nylon*  
FONTE: [www.universoreligioso.com.br](http://www.universoreligioso.com.br)  
Data de acesso: 14/11/2023

#### 4.1.3. Servomotores mg995 *Standard* 4.2 kg 40g

Servomotor é um dispositivo eletromecânico utilizado para movimentar com precisão. Permitindo girar em ângulos e distâncias específicas, com garantia do posicionamento e velocidade.

Foi utilizado o mg995 180° pois há uma facilidade no quesito programação, além do tamanho ser ideal para o projeto. A rotação escolhida foi necessária para os movimentos.



Figura 3: Servomotores  
FONTE: [www.eletrogate.com.br](http://www.eletrogate.com.br)  
Data de acesso: 14/11/2023

#### 4.1.4. Arduino uno

O Arduino Uno é a plataforma abordada no curso de Mecatrônica, possibilitando o desenvolvimento de projetos eletrônicos. Ele é constituído de *hardware* e *software*, tornando assim possível a realização de diversos projetos.

Foi utilizado pela facilidade de uso em quesito programação e circuitos, pois sua finalidade é gravar a programação e alimentar o circuito elétrico através do seu cabo de alimentação de 5V.

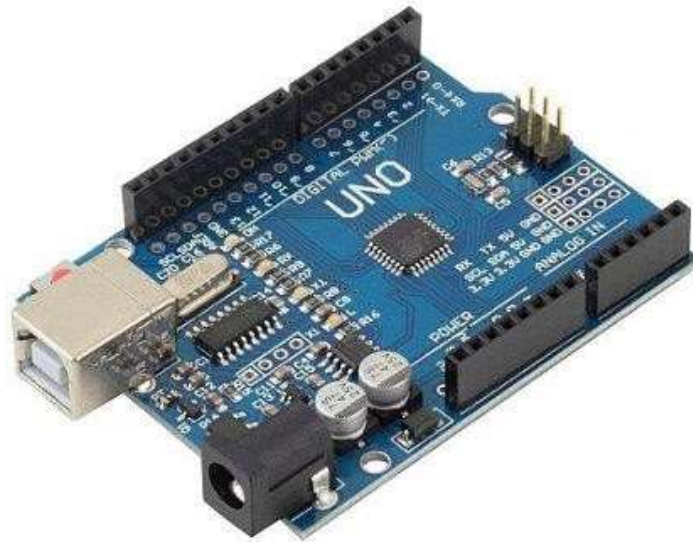


Figura 4: Arduino Uno.  
FONTE: [www.sermaker.com](http://www.sermaker.com)  
Data de acesso: 14/11/2023

#### 4.1.5. Módulo *Bluetooth* HC-05 ou HC-06

O módulo *Bluetooth* possibilita transmitir e receber dados através de comunicação sem fio. Este módulo pode ser utilizado para criação de comunicação e para troca de informações entre dispositivos.

Foi utilizado o módulo HC-06 pela facilidade da comunicação entre a programação e a mão robótica, ele é essencial para a comunicação entre o dispositivo *smartphone* e o Arduino Uno.

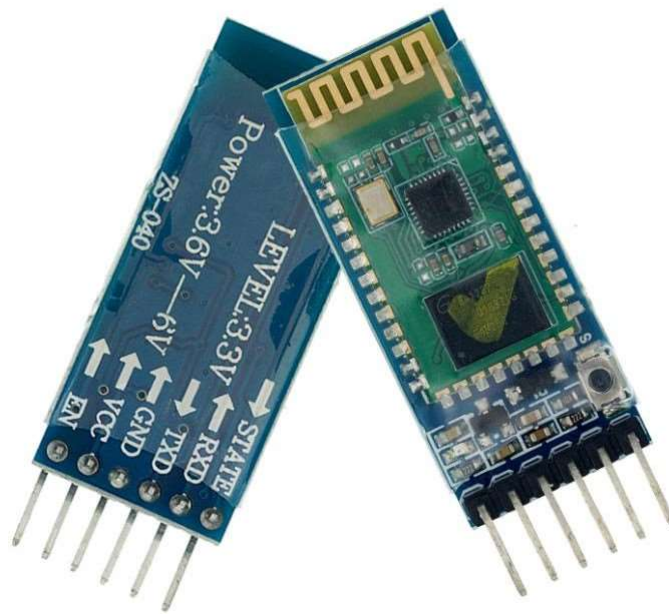


Figura 5: Módulo Bluetooth.  
FONTE: loja.roboticaeducacional.art.br  
Data de acesso: 14/11/2023

#### 4.1.6. Fonte externa

A fonte externa faz a conexão entre a tomada e a placa protoboard. Sendo assim utilizada para fornecer os *volts* e *amperes* necessários para o funcionamento do circuito.



Figura 6: Fonte externa.  
Fonte: [www.lg.com](http://www.lg.com)  
Data de acesso: 14/11/2023

### 5.1. Montagem da estrutura

Foi iniciado o desenvolvimento da estrutura do protótipo. O primeiro passo foi utilizar a impressora 3D para imprimir todas as peças do projeto.

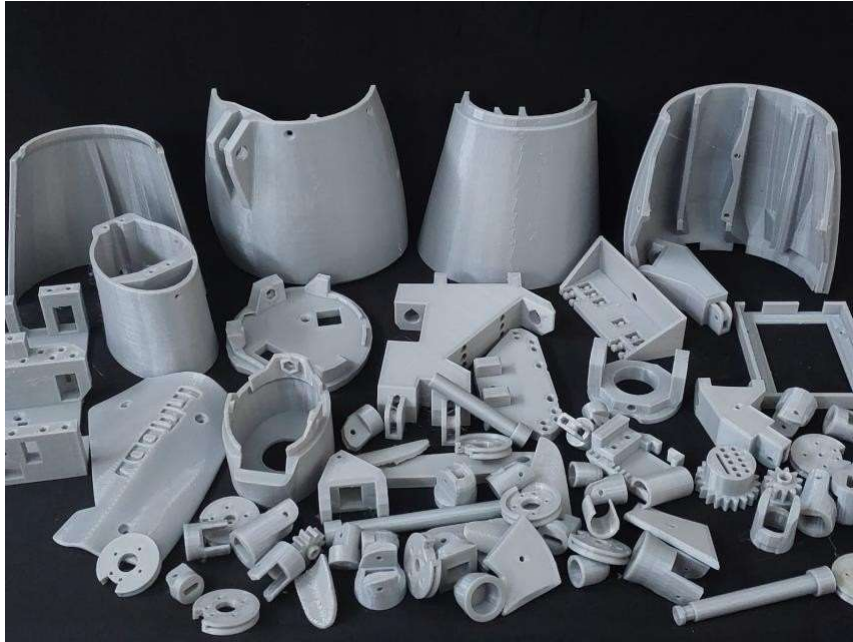


Figura 7: Peças da mão robótica.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Todas as peças da mão robótica foram organizadas e analisadas. Após essa análise, as peças foram lixadas para dar acabamento.



Figura 8: Organização das peças do projeto.  
FONTE: Arquivo pessoal.



O primeiro passo da montagem da mão foram os dedos. Foi utilizado um adesivo plástico para colar todas as peças dos dedos.



Figura 9: Colagem dos dedos.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Foi dado início ao processo de junção das articulações de todos os dedos. Foi utilizado os fios de *nylon*, como “tendões”. O primeiro passo foi cortar os fios com o tamanho exato das pontas de cada peça até o fim do antebraço, sendo dois fios de *nylon* no interior de cada dedo, finalizando com um nó para não soltar.



Figura 10: Junção das articulações.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 11: Fios de *nylon*.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 12: Fios de *nylon* no interior de cada dedo.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Após finalizar a montagem dos dedos, foi iniciado o processo de acabamento e encaixe das peças da palma da mão robótica.



Figura 13: Palma da mão robótica encaixada.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Foi concluído o processo de montagem dos dedos e da palma da mão. Após isso, foi feita a junção das partes da palma da mão com os dedos, utilizando fio de *nylon* para realizar os movimentos dos dedos.



Figura 14: Processo de encaixe dos dedos e palma da mão.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 15: Finalização da junção da palma da mão com os dedos.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Foi dado início ao processo de colagem do antebraço utilizando adesivo plástico. Após a secagem, foi feito o processo de fixação do suporte dos servomotores. Foram fixados cinco servomotores no interior do antebraço, e um responsável pela movimentação do pulso. Foram adicionadas as peças dos servomotores para a fixação dos fios de *nylon*.



Figura 16: Servomotores encaixados no interior do antebraço.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Para completar a montagem do protótipo, foi feita a junção da mão com o pulso utilizando fios de *nylon* e parafusos para melhor fixação.



Figura 17: Parte exterior da mão robótica completa.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 18: Parte inferior da mão robótica completa.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Para finalizar a montagem do protótipo, foi feita a junção da mão com o antebraço, novamente utilizando fios de *nylon* e parafusos para melhor fixação.



Figura 19: Colagem do antebraço.  
FONTE: Arquivo pessoal.

Após finalizar a montagem do protótipo, os acabamentos finais foram realizados. Foram colados as pontas dos dedos e cortados os fios de *nylon* que estavam sobrando.



Figura 20: Finalização da junção da mão com o antebraço.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 21: Finalização da junção da mão com o antebraço.  
FONTE: Arquivo pessoal.



### 6.1. Circuitos:

Segue abaixo os circuitos montados para realizar o funcionamento dos componentes essenciais para realizar os movimentos da Mão Robótica.

Servomotores:

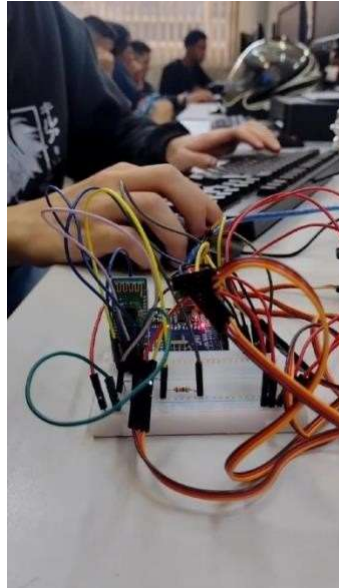


Figura 22: Circuitos dos servomotores.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 23: Circuitos dos servomotores.  
FONTE: Arquivo pessoal.



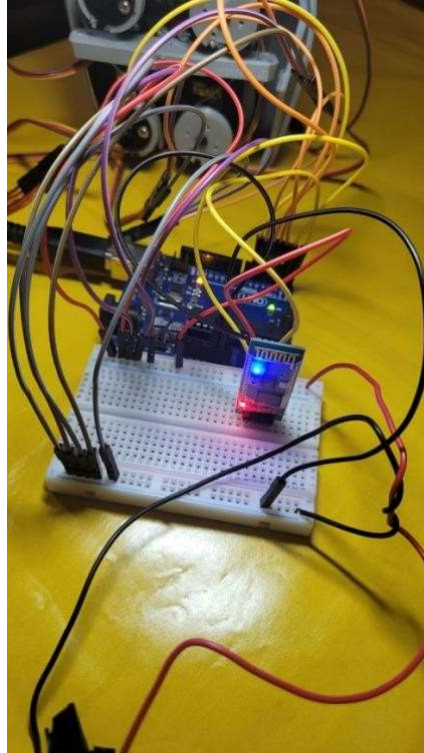
*Bluetooth:*

Figura 24: Circuito do *Bluetooth*.  
FONTE: Arquivo pessoal.

## Diagrama:

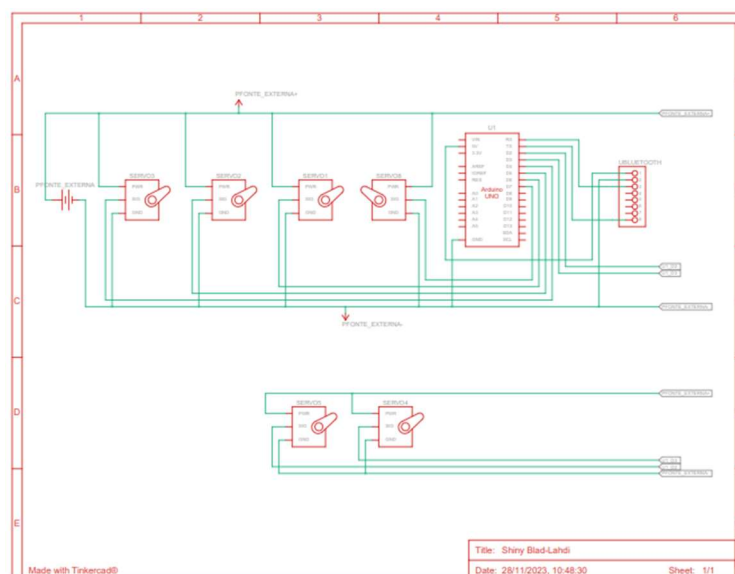


Figura 25: Diagrama elétrico.  
FONTE: *TinkerCad*.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O protótipo construído contribui para a inclusão e acessibilidade de pessoas surdas por meio da tecnologia, a mão robótica desenvolvida para execução de sinais em Língua Brasileira de Sinais (Libras) é importante para a inclusão social. Este projeto não apenas aborda a aplicação da tecnologia na superação das dificuldades comunicacionais, mas também reflete sobre a importância que a engenharia robótica desempenha na inclusão social. A capacidade de reproduzir sinais em Libras é eficiente e fluida.

Tendo em vista os objetivos do protótipo, foi concluído que o projeto alcançou seus objetivos em incluir os deficientes auditivos. Foi construída uma mão robótica de uso fácil e prático, podendo ser utilizada por qualquer indivíduo. Dessa forma, promovendo mais inclusão social e igualdade.

## 8. REFERÊNCIAS

SILVER, Luan. **VEJA ALGUNS PROJETOS FEITOS COM ARDUINO**. Disponível em: <https://guiarobotica.com/cursos/robotica-e-automacao-com-arduino-org/>. Acesso em: 4 abr. 2023.

SILVEIRA, André Luis Marques da. **Arduino, Internet das Coisas e Computação vestível**. Disponível em: [http://www.um.pro.br/arduino/index.php?c=Proj\\_mao\\_artificial](http://www.um.pro.br/arduino/index.php?c=Proj_mao_artificial). Acesso em: 4 abr. 2023.

GOMES, Carlos. **Projeto de Lei**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=955556>. Acesso em: 25 mar. 2023.

(MNR), Mostra Nacional de Robótica. **MÃO ROBÓTICA**. Disponível em: <http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/52fd4a93051c84830954bd08d510c78b#:~:text=Ela%20tamb%C3%A9m%20tem%20um%20papel,complexas%20na%20maiorias%20dos%20casos..> Acesso em: 12 abr. 2023.

COSSETTI, Melissa Cruz. **Como funciona uma impressora 3D**. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/como-funciona-impressora-3d/>. Acesso em: 14 abr. 2023.

ROSA, Daniel Lemos da. **O QUE É ARDUINO?** Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: 4 maio 2023

GITHUB. **Arduino IDE 2.2.1**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>. Acesso em: 17 maio 2023.

WENDEL, Erick. **Reconhecendo gestos em tempo real direto do navegador**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MeS6dX2a2zQ&t=9s>. Acesso em: 7 jun. 2023.

OLIVEIRA, Euler. **Como usar com Arduino – Módulo Bluetooth HC-05 / HC-06**. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-modulo-bluetooth-hc-05-hc-06>. Acesso em: 16 jul. 2023.

ALMEIDA, Danilo. **Módulo Bluetooth HC-05 e HC-06 – Acionando um módulo relé via Bluetooth**. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-bluetooth-hc-05-e-hc-06/>. Acesso em: 16 jul. 2023.

JERONIMO NETO, . **27 Sinais em libras**. Disponível em: <https://vm.tiktok.com/ZM2tQQpJj/>. Acesso em: 23 jun. 2023.

SOLANO, Gabriela. **Como usar MEDIAPIPE HANDS ?**. Disponível em: <https://omes-va.com/mediapipe-hands-python/>. Acesso em: 28 jul. 2023

## 9. ANEXOS

### ANEXO A – PROGRAMAÇÃO

```
#include <Servo.h>
Servo s1;
Servo s2;
Servo s3;
Servo s4;
Servo s5;
Servo s6;
int data;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  s1.attach(2);
  s2.attach(3);
  s3.attach(4);
  s4.attach(5);
  s5.attach(6);
  s6.attach(7);
}

void loop() {
  if (Serial.available()) {
    data = Serial.read();

    if (data == '1') { // Posição Inicial
      s1.write(0);
      s2.write(0);
      s3.write(0);
      s4.write(0);
      s5.write(0);
      s6.write(90);
    }

    if (data == '2') { // Oi
      s2.write(180);
      s3.write(180);
      s4.write(180);
      s5.write(0);
      delay(500);
      s1.write(180);
      delay(1000);
      s6.write(0);
      delay(500);
      s6.write(120);
      delay(500);
      s6.write(0);
      delay(500);
      s6.write(120);
      delay(500);
    }
  }
}
```

```
s6.write(0);
delay(500);
s6.write(120);
delay(500);
s6.write(70);

}

if (data == '3') { // Eu te amo
  s1.write(0);
  s2.write(0);
  s3.write(180);
  s4.write(180);
  s5.write(0);
}

if (data == '4') { // Ok

  s1.write(140);
  s3.write(0);
  s4.write(0);
  s5.write(0);
  delay (10);
  s2.write(180);
  delay (1000);
  s6.write(180); //pulso

}

if (data == '5') { // letra L

  s1.write(0);
  s2.write(0);
  s3.write(180);
  s4.write(180);
  s5.write(180);
}

if (data == '6') { // letra d

  s1.write(180);
  s2.write(0);
  s3.write(165);
  s4.write(170);
  s5.write(165);
  delay(1000);
  s6.write(180); //pulso

}

if (data == '7') { // tchau

  s1.write(0);
  s2.write(0);
```

```
s3.write(0);
s4.write(0);
s5.write(0);
delay(400);
s6.write(0);
delay(400);
s6.write(180);
delay(400);
s6.write(0);
delay(400);
s6.write(180);
delay(400);
s6.write(0);
delay(400);
s6.write(180);
delay(400);
s6.write(70);

}

if (data == '9') { // teste
  s1.write(180);
  s2.write(180);
  s3.write(180);
  s4.write(180);
  s5.write(180);
}
}
}
```

