

# ROBÓTICA



## Mão Biônica - I



**GOVERNADOR DO ESTADO DO PARANÁ**

Carlos Massa Ratinho Júnior

**SECRETÁRIO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

Roni Miranda Vieira

**DIRETOR DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

Claudio Aparecido de Oliveira

**COORDENADOR DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS**

Marcelo Gasparin

**Produção de Conteúdo**

Adilson Carlos Batista

**Validação de Conteúdo**

Viviane Dziubate Pittner

Darice Alessandra Deckmann Zanardini

**Revisão Textual**

Kellen Pricila dos Santos Cochinski

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Edna do Rocio Becker

2024

# SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>Objetivos desta aula</b>	<b>3</b>
<b>Roteiro da aula</b>	<b>4</b>
1. Contextualização	4
2. Conteúdo	5
3. Montagem	8
<b>Referências bibliográficas</b>	<b>19</b>

## Introdução

Você já assistiu algum filme em que a personagem tinha uma das mãos biônica? Ou já leu sobre esse assunto na vida real? A mão biônica é uma prótese avançada projetada para replicar a funcionalidade de uma mão humana, permitindo que os usuários realizem movimentos complexos e interajam com o ambiente de maneira mais natural. Esses dispositivos utilizam tecnologia sofisticada, como sensores e motores, para oferecer controle e precisão nos movimentos. Nas aulas 38 e 39, pensando na importância desse instrumento para as pessoas, iremos prototipar uma mão biônica usando materiais reciclados e componentes como Arduino e servomotores, ou seja, combinando eletrônica, mecânica e programação. Nesta aula, faremos somente a montagem do protótipo e na aula seguinte a parte eletrônica e a programação.

Figura 1 - Mão biônica



Fonte: Pexels.

### Objetivos desta aula

- Fazer um protótipo de mão biônica;
- Conhecer conceitos da eletricidade.

### Lista de materiais

- Papel Paraná ou papelão;
- 1 Folha de EVA;
- 1 Bastão de cola quente;
- 1 Pistola de cola quente;
- Papel alumínio;
- Fita adesiva;
- 5 Servomotores;
- 1 Tesoura (ou estilete para papelão).



## Roteiro da aula

### 1. Contextualização

Uma mão biônica é uma prótese de mão avançada, projetada para imitar a funcionalidade e a aparência de uma mão humana. Equipada com sensores, motores e microprocessadores, ela permite que pessoas que perderam a mão realizem uma variedade de tarefas do dia a dia, como pegar objetos, escrever e até mesmo tocar instrumentos musicais.

Por exemplo, uma mulher sueca que perdeu a mão em um acidente ganhou uma nova chance de ter uma vida mais independente e confortável. Cientistas desenvolveram uma mão biônica para ela revolucionária, que se conecta diretamente aos nervos, músculos e ossos da paciente.

A prótese não é apenas acoplada ao corpo, mas sim integrada aos sistemas nervoso e esquelético, proporcionando um controle muito mais natural e preciso, como essa invenção está conectada a uma IA (Inteligência artificial), ela permite que a mão biônica interprete os sinais cerebrais e os transforme em movimentos precisos, como se fosse uma mão real. Segundo a reportagem, essa tecnologia nova oferece uma série de benefícios para a paciente, como maior autonomia nas atividades diárias; sensação mais natural e confortável; redução da dor fantasma; melhora significativa na qualidade de vida.

Em nossa aula, iremos prototipar uma mão biônica, porém para esse feito iremos utilizar o Arduino como microprocessador das informações e os servomotores como receptores dessas para movimentar os dedos conforme nossa programação.

Figura 2 – Mulher recebe mão biônica



Fonte: <https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/mao-biônica-com-ia-esta-conectada-aos-nervos-musculos-e-ossos-desta-mulher-266723/>.

## 2. Conteúdo

Membros biônicos são dispositivos artificiais avançados específicos para substituir ou aprimorar as funções de membros naturais. Eles representam uma solução inovadora para pessoas que perderam ou sofreram danos em seus membros. Além de restaurar a mobilidade, essas tecnologias também podem ampliar capacidades como sensibilidade e força, beneficiando tanto indivíduos que enfrentam amputações quanto aqueles que possuem outras limitações.

Um exemplo notável são as mãos biônicas, criadas para replicar os movimentos e as características de uma mão humana. Essas próteses podem ser controladas por diferentes tipos de sinais — elétricos, mecânicos ou neurais — dependendo do nível de integração entre o dispositivo e o corpo do usuário. Recentemente, o uso da Inteligência Artificial (IA) tornou esses dispositivos ainda mais eficientes, permitindo maior precisão e adaptação aos movimentos naturais, como demonstrado na Figura 2, que ilustra os benefícios práticos dessa tecnologia em um usuário.

Essas inovações refletem o transformador impacto da bioengenharia, destacando sua importância na reabilitação de funções perdidas. Vamos entender um pouco mais sobre o assunto!

### Controle por sinais elétricos

Os sinais elétricos são gerados pelos músculos remanescentes do braço ou antebraço do usuário. Eletrodos, que podem ser colocados na superfície da pele ou implantados no tecido muscular, captam esses sinais. Em seguida, eles são convertidos em comandos que acionam motores ou atuadores, permitindo o movimento dos dedos e do pulso da mão biônica.

### Controle por sinais mecânicos

Os sinais mecânicos são produzidos pelo movimento de outras partes do corpo, como ombros ou cotovelos. Esses movimentos são transmitidos para a mão biônica por meio de cabos, hastes ou alavancas, acionando mecanismos simples que permitem abrir e fechar os dedos e o pulso.

### Controle por sinais neurais

Os sinais neurais são enviados pelo cérebro, que emite impulsos nervosos para os nervos periféricos que controlam o braço ou antebraço. Esses nervos estão conectados a eletrodos ou microchips que estimulam ou registram a atividade neural. Um processador interpreta esses sinais, controlando os movimentos e as sensações da mão biônica.

## Fundamentos tecnológicos

Os princípios que fundamentam os membros biônicos envolvem diversas disciplinas, como **biomecânica, eletrônica, informática e neurociência**. A biomecânica analisa as propriedades físicas e funcionais dos membros, considerando aspectos como estrutura, cinemática e resistência. A eletrônica é responsável pelo design e implementação dos circuitos e sensores que compõem essas próteses. A informática desenvolve algoritmos e interfaces que possibilitam a comunicação e o aprendizado dos dispositivos. Por fim, a neurociência investiga os mecanismos neurais que permitem a percepção e o controle dos membros biônicos.

## Desafios e oportunidades

Os membros biônicos representam uma área promissora de pesquisa e desenvolvimento, com o potencial de transformar a vida de milhões de pessoas ao redor do mundo. Contudo, existem desafios significativos a serem enfrentados, como o alto custo, a durabilidade, a compatibilidade com o corpo humano, a segurança e a aceitação social. Portanto, é crucial que estudantes e profissionais da área de robótica se familiarizem com os conceitos, técnicas e aplicações dos membros biônicos, contribuindo assim para o avanço dessa tecnologia inovadora. A evolução contínua das próteses biônicas não apenas melhora a qualidade de vida dos usuários, mas também abre novas possibilidades para a integração entre o ser humano e a tecnologia, prometendo um futuro em que as limitações físicas possam ser superadas de maneira mais eficaz.

A pesquisa e o desenvolvimento na área de próteses continuam avançando rapidamente. No futuro, poderemos esperar mãos biônicas ainda mais sofisticadas, com maior sensibilidade, força e capacidade de adaptação. Além disso, a integração com outras tecnologias, como a realidade virtual, pode abrir novas possibilidades para a reabilitação e o controle das próteses.

Figura 3 - Mão biônica segurando objeto



Fonte: imagem produzida por IA.

Para nosso protótipo, além do papelão e Arduino, vamos utilizar o servomotor, você se lembra o que é?

Um servomotor é um atuador eletromecânico de alta precisão, capaz de controlar com exatidão a posição angular de um eixo. Ao contrário de motores convencionais que rodam livremente, os servomotores executam movimentos angulares específicos em resposta a comandos externos. Essa precisão é garantida por um sistema de feedback que monitora continuamente a posição do eixo e envia as informações para um controlador, permitindo ajustes em tempo real para alcançar a posição desejada. Além da posição, servomotores também oferecem controle preciso da velocidade e do torque, adaptando-se a diversas aplicações que exigem alta performance e confiabilidade, Figura 4.

Figura 4 - Servomotor



### Como funciona?

**Comando:** o servomotor recebe um sinal elétrico que indica o ângulo desejado.

**Comparação:** o sensor de feedback dentro do motor compara a posição atual com a posição desejada.

**Ajuste:** se houver diferença entre as duas posições, o motor ajusta sua rotação para alcançar a posição desejada.

**Manutenção:** uma vez alcançada a posição, o motor mantém essa posição até receber um novo comando.

### Especificações técnicas:

**Tamanho:** 22,5 x 12 x 35,5mm

**Tensão de operação:** 4,8 à 6V

**Peso:** 13,4g

**Velocidade:** 0,1s/60graus

**Torque:** 1,8kg.cm (4,8V), 2,2 kg.cm (6V)

Agora que sabemos um pouco mais sobre esse tema e sobre o componente que será utilizado, vamos para a montagem de nosso protótipo. Nesta aula, organizaremos a montagem da mão biônica e a colagem dos servos e na aula seguinte faremos a programação.

### 3. Montagem:

Começando a construir a sua mão biônica!

O primeiro passo é preparar a base da nossa mão robótica. Pegue o papelão e, com a ajuda de uma régua e lápis, trace um retângulo com 12 centímetros de comprimento por 8 de altura. Esse será o corpo principal da nossa mão. Em seguida, vamos criar os dedos. Trace e recorte mais cinco retângulos, cada um com 8 centímetros de comprimento e 1 de largura. Esses retângulos menores servirão como a estrutura básica dos dedos.

Para facilitar a montagem, você pode numerar cada peça antes de recortar.

Figura 5 – Recortes dos retângulos de papelão

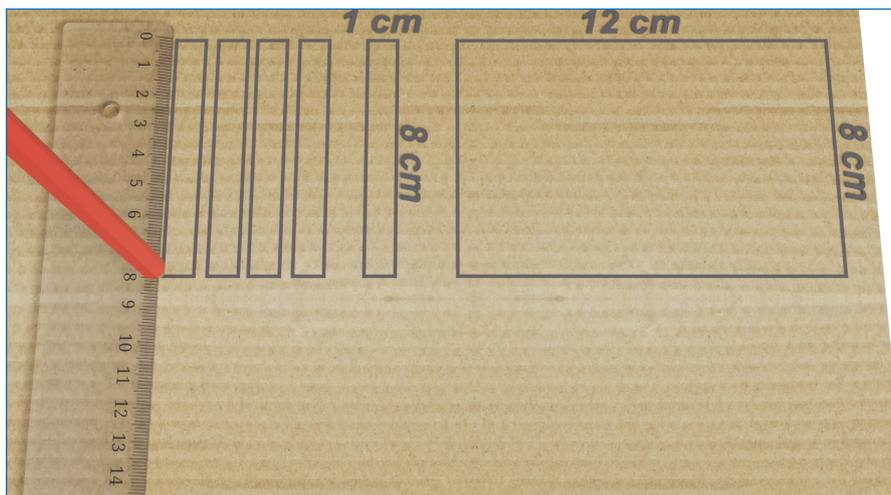
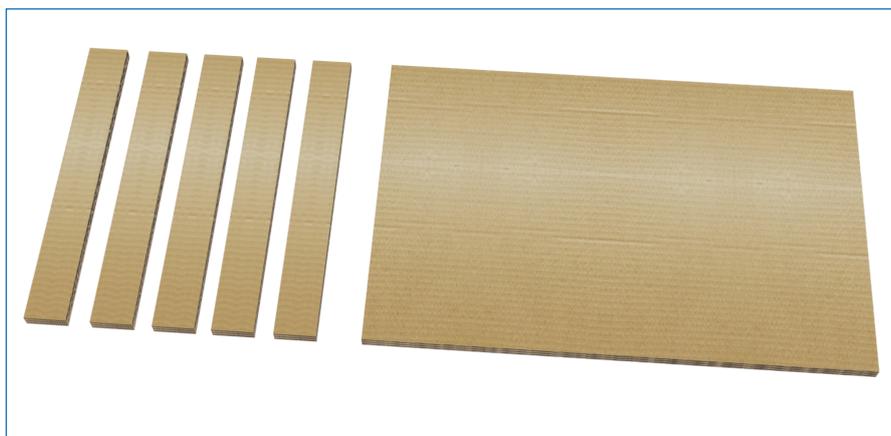


Figura 6 – Modelos recortados



Fonte: Roberto Carlos Rodrigues, 2024.

Figura 7 – Dobras do papelão sobre o servomotor

Agora você já tem todas as peças para começar a montar a sua mão biônica!

Antes de aplicar a cola quente, proteja os servomotores para evitar danos. Pegue um pedaço de papelão e enrole-o bem justinho em torno de cada servomotor, como se fosse um tubo. Use fita adesiva para fixar o papelão no lugar, criando uma barreira entre o servomotor e a cola quente. Certifique-se de que o papelão não impeça o movimento do servomotor. Essa proteção simples vai impedir que a cola quente derreta ou danifique os componentes eletrônicos do seu servomotor.



Aqueça a pistola de cola quente e posicione os servomotores sobre o papelão maior conforme a Figura 7, garantindo espaçamento uniforme e liberdade de movimento dos cabos. Aplique cola quente na base de cada servomotor, pressionando-os firmemente. Evite o excesso de cola e aguarde a secagem completa antes de prosseguir.

Figura 8 – Posicionamento dos servos na base

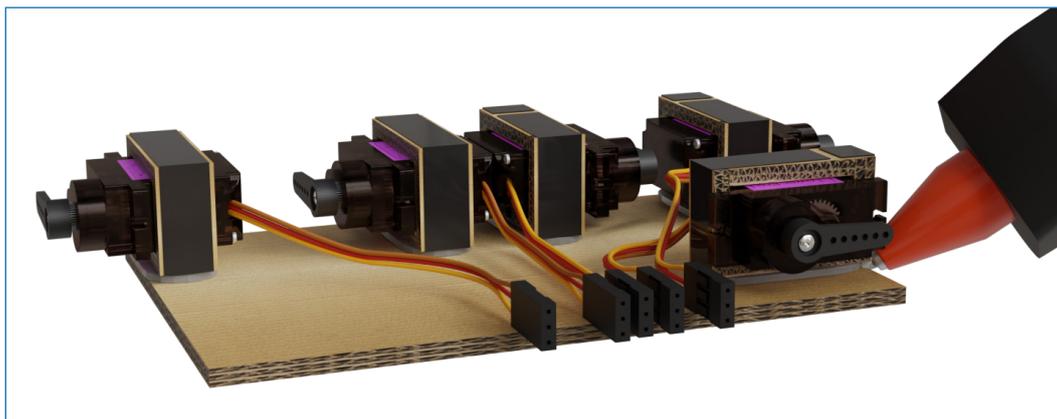
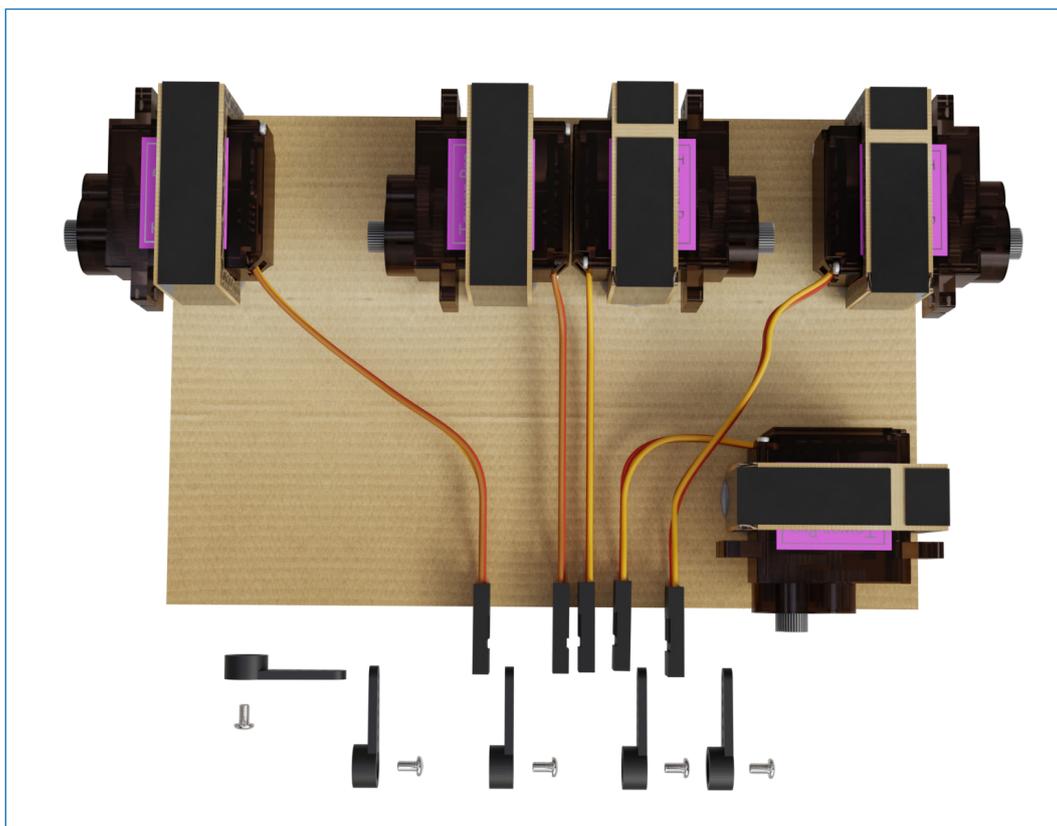


Figura 9 – Posição dos servos e paletas



Antes de montar os dedos, certifique-se de que os servomotores tenham espaço suficiente para se moverem livremente. Corte os dedos de papelão nas dimensões indicadas (10 cm x 3 cm, exceto o polegar, que é um pouco menor). Faça um encaixe de 2 cm x 2 cm em um canto de cada dedo para encaixar na pá do servomotor (veja Figura 10). Fixe os dedos nas pás dos servomotores com fita adesiva ou cola quente, garantindo que o encaixe se encaixe perfeitamente e que os dedos estejam alinhados (veja Figura 11). Para um acabamento mais resistente, você pode reforçar a fixação com ambos os métodos. Certifique-se de que os dedos tenham liberdade de movimento e estejam alinhados com o movimento desejado dos servomotores.

Figura 10 - Recorte dos dedos

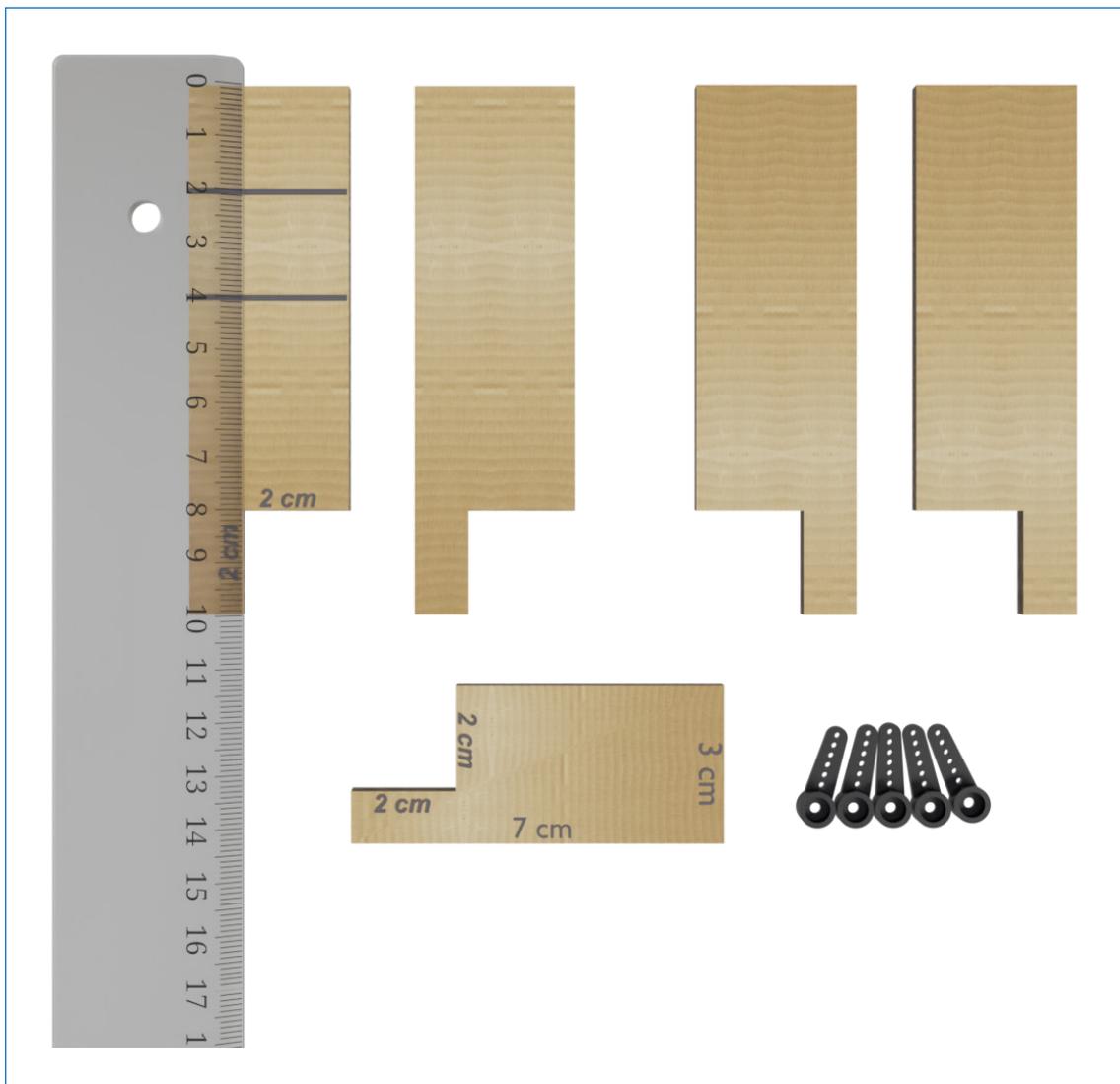


Figura 11 - Recorte dos dedos



Finalize sua mão biônica adaptando o retângulo de papelão de 12 cm x 7 cm à estrutura, garantindo um encaixe perfeito conforme a Figura 12.

Figura 12 – Recorte da parte superior

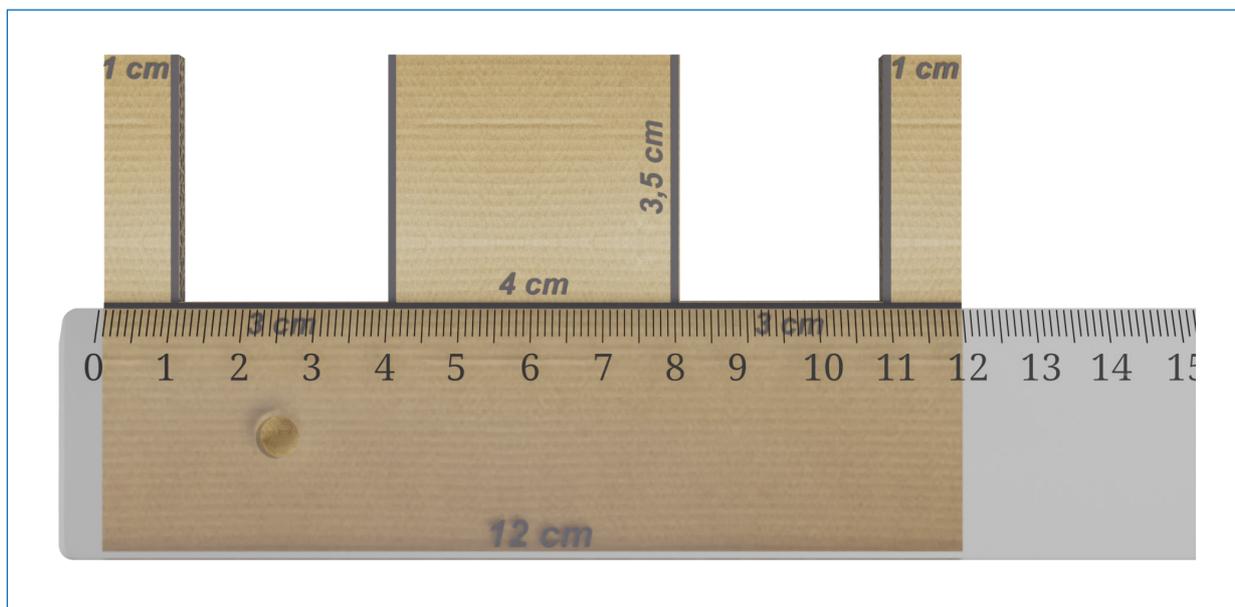
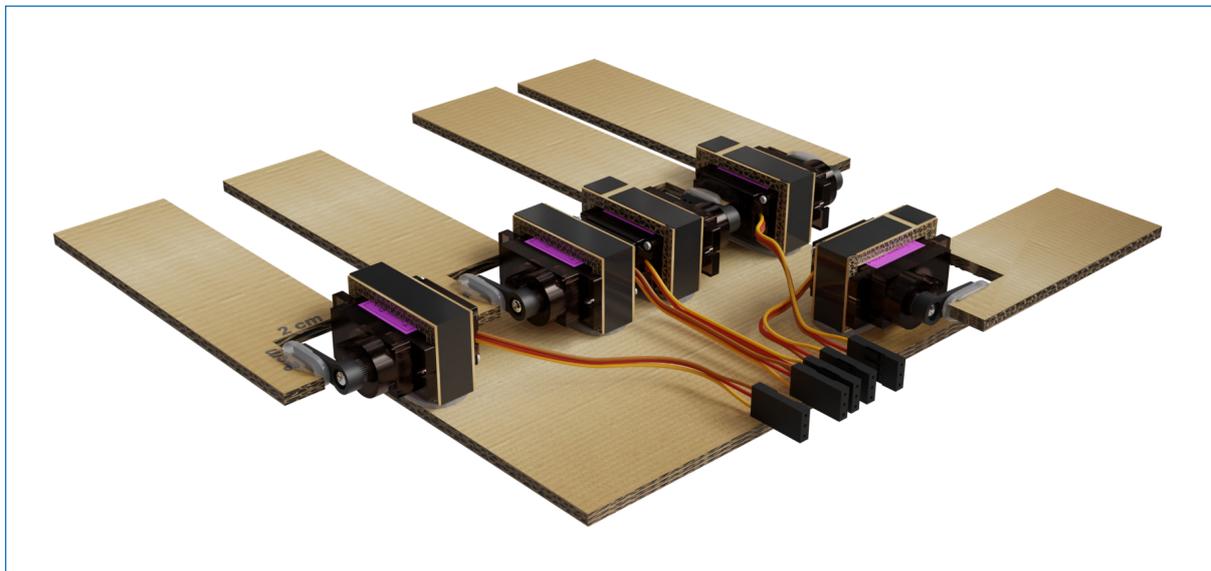


Figura 13 – Parte inferior da mão



Aqueça a pistola de cola e aplique uma linha contínua de cola nas bordas do retângulo de papelão. Posicione o retângulo sobre a estrutura e pressione firmemente. Encaixe os dedos, verifique a fixação e o movimento. Remova o excesso de cola e compare o resultado com as Figuras 14 e 15.

Figura 14 – Colagem da parte superior da mão

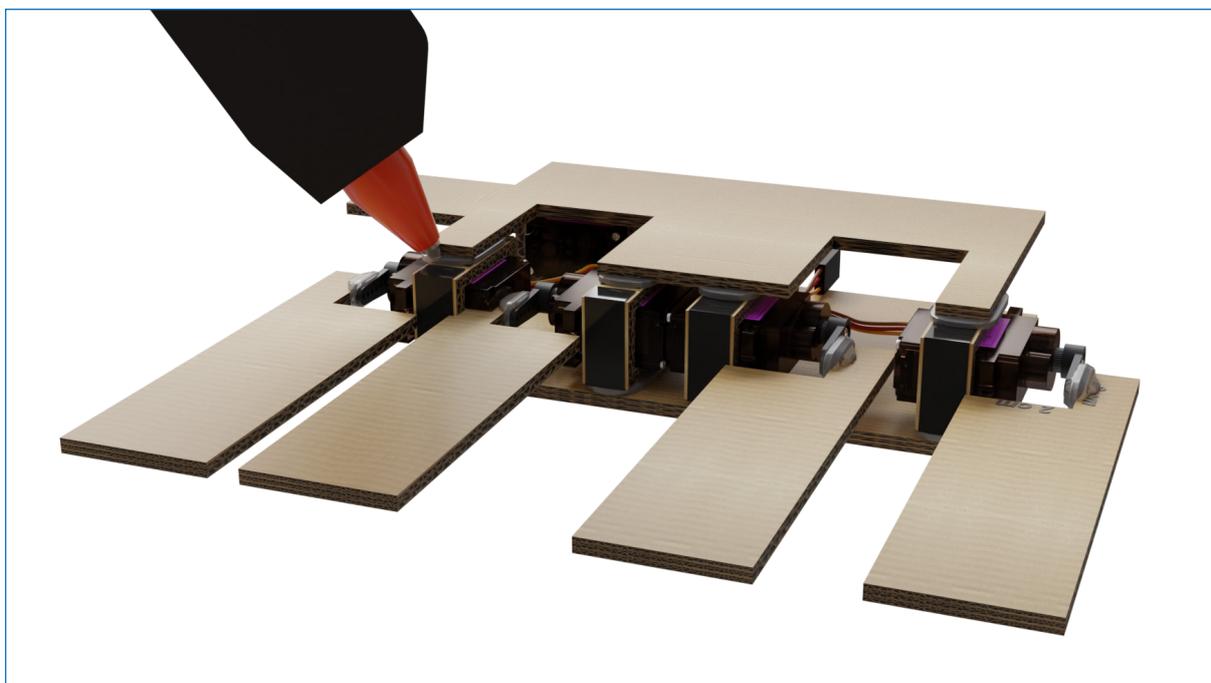
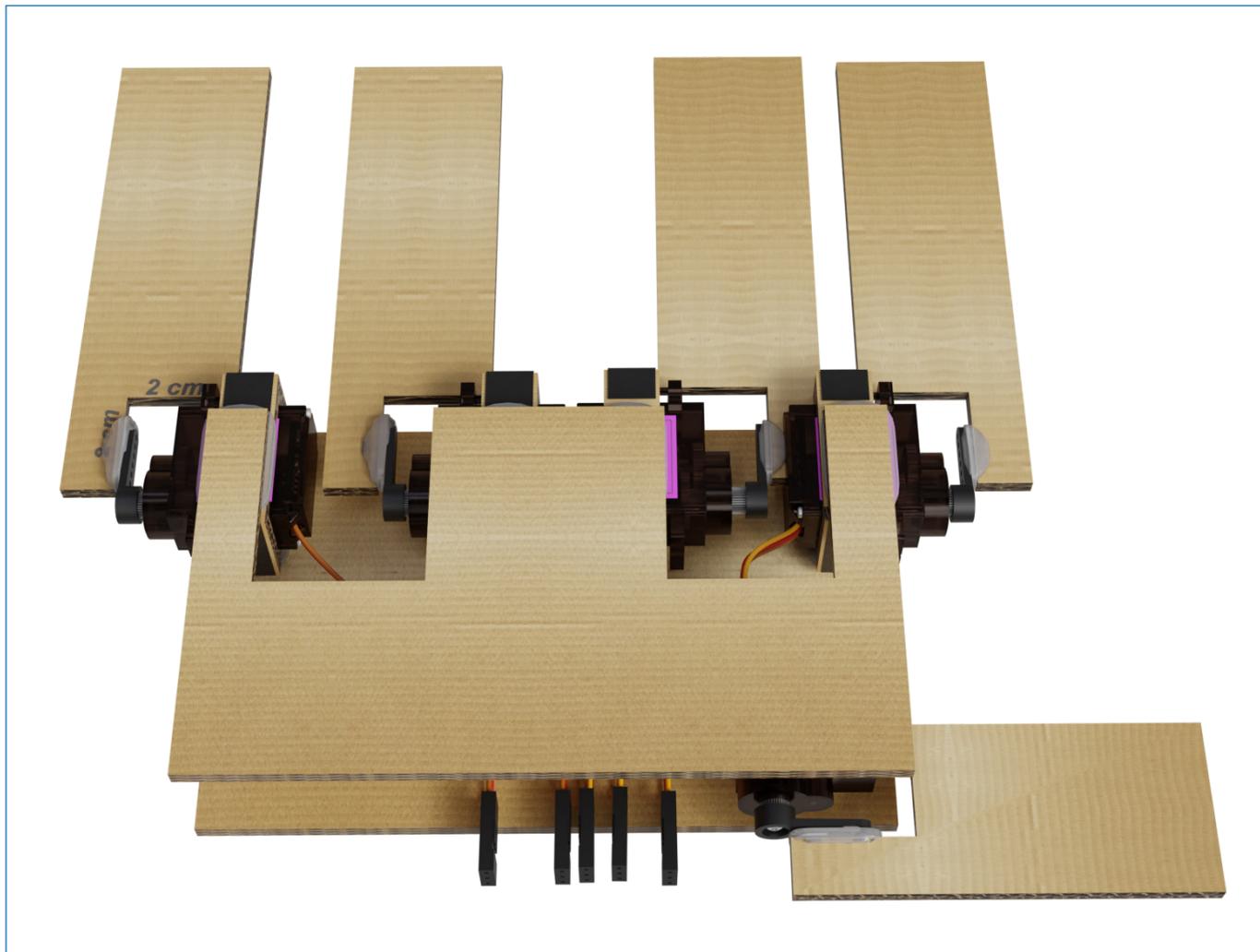


Figura 15 – Mão biônica pronta

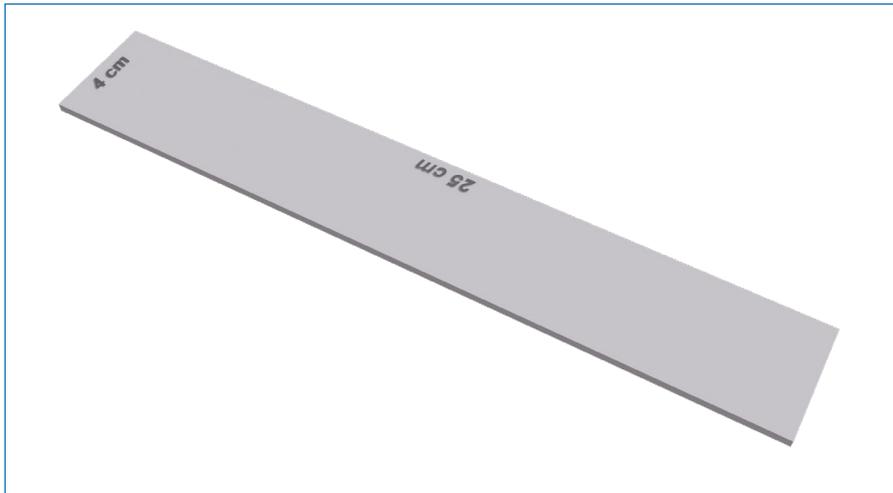


## Construindo a luva controladora

Criando a base da palma:

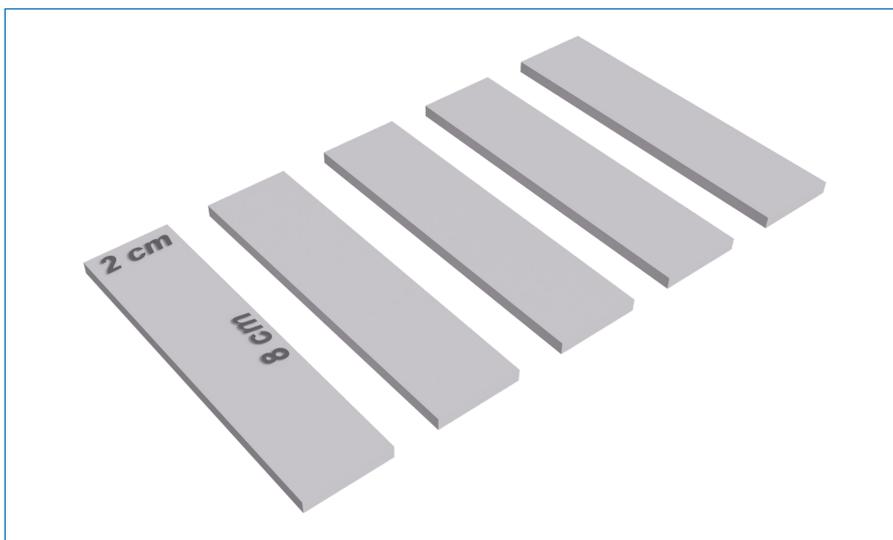
Corte uma tira de EVA com 25 cm x 4 cm. Ajuste o comprimento da tira à circunferência da sua palma para garantir um encaixe perfeito.

Figura 16 - Recorte da tira maior



Para criar as pontas dos dedos, corte 5 tiras de EVA com 8 cm x 2 cm para as pontas dos dedos. Ajuste o comprimento se necessário para um encaixe perfeito.

Figura 17 - Recorte das tiras menores



Para montar a luva, comece envolvendo os dedos. Pegue uma das tiras menores de EVA e envolva a ponta de um dos seus dedos, ajustando o tamanho para ficar confortável e segura. Repita esse processo com as outras tiras para todos os dedos. Em seguida, crie a base da palma envolvendo a tira maior de EVA ao redor da palma da sua mão. Ajuste o tamanho de modo que fique firme, mas não apertada, e fixe as extremidades com fita adesiva.

Agora, para construir as articulações, corte um retângulo de papel alumínio com aproximadamente 8 cm x 5 cm. A quantidade de camadas de papel alumínio dependerá da espessura desejada para a articulação. Em seguida, faça cinco bolinhas de papel alumínio, cada uma do tamanho aproximado de uma unha. Essas bolinhas servirão como as juntas dos dedos. Na montagem, posicione as bolinhas sobre o retângulo de papel alumínio, simulando as articulações dos dedos, conforme mostrado na Figura 18. Para um acabamento mais refinado, cubra as articulações de papel alumínio com fita adesiva colorida.

Para finalizar as articulações, comece preparando a cola. Aqueça a pistola de cola quente com cuidado para evitar queimaduras. Em seguida, fixe a base da articulação aplicando uma linha contínua de cola quente ao longo do centro da tira

de EVA que envolve a palma da sua mão. Posicione o retângulo de papel alumínio sobre a cola e pressione firmemente para garantir que ele fique bem fixo.

Depois, fixe as juntas dos dedos aplicando uma pequena quantidade de cola quente em cada bolinha de papel alumínio. Coloque as bolinhas nas tiras de EVA que envolvem as pontas dos dedos, alinhando-as com as articulações naturais da sua mão. Pressione levemente para garantir que as bolinhas fiquem bem coladas.

Por fim, verifique se todas as peças estão bem fixadas e se as articulações se movem livremente, ajustando se necessário. Consulte a Figura 18 para garantir que o resultado esteja de acordo com o esperado.

Figura 19 - Produções de papel alumínio



Agora é o momento de experimentar sua nova luva controladora. Calce a luva com cuidado, ajustando as tiras de EVA para ficar confortável e segura em sua mão. Movimente os dedos e a mão para verificar se o ajuste está correto e se as articulações se movimentam de maneira fluida e sem restrições. Se for necessário, ajuste as tiras de EVA ou as articulações de papel alumínio para garantir um encaixe melhor. Consulte a Figura 20 para comparar o resultado e garantir que tudo esteja conforme o planejado

Figura 20 - Luva controladora finalizada na mão de um voluntário



# Mão biônica - I

Figura 21 – Projeto completo frente

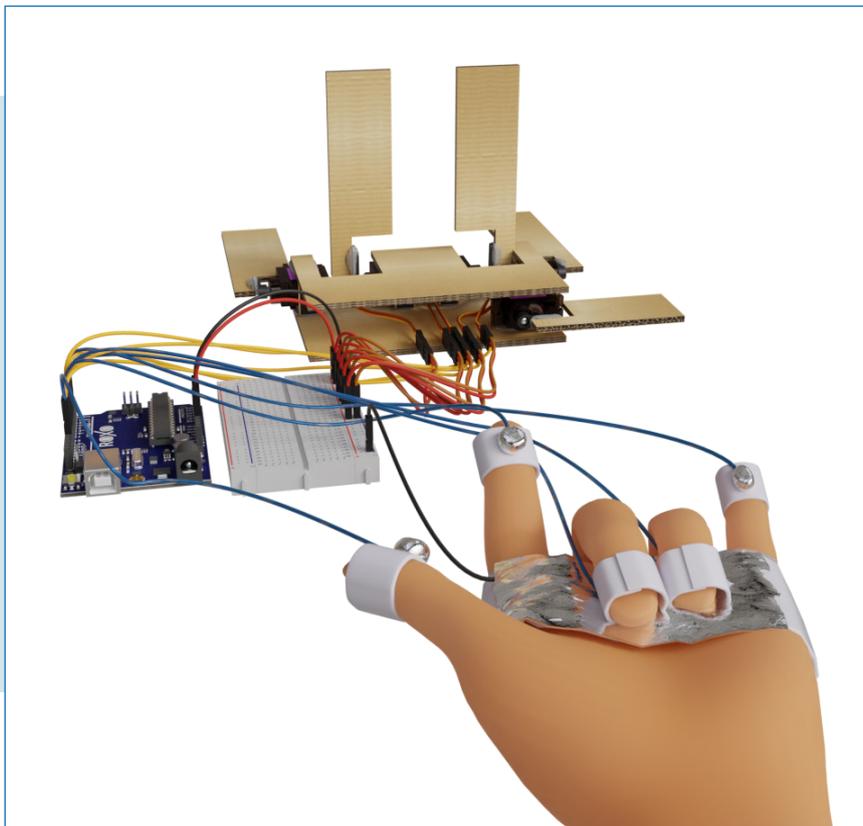
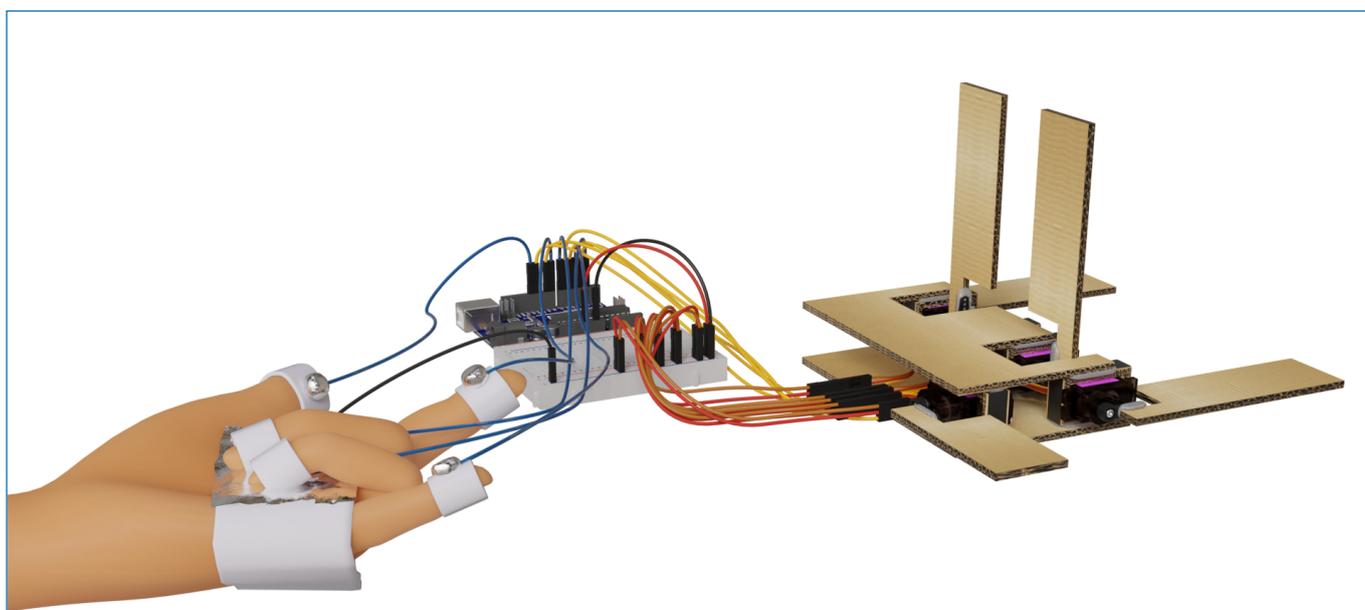


Figura 22 – Projeto completo - lateral



Fonte: Roberto Carlos Rodrigues, 2024.



Na próxima aula, daremos vida à nossa mão biônica conforme Figuras 21 e 22. Conectaremos os diferentes componentes eletrônicos da mão biônica, como servomotores e sensores, ao Arduino. Esse processo é chamado de pinagem e é fundamental para que o Arduino possa controlar os movimentos da mão. Escreveremos também o código que dará vida à nossa criação! A partir do código, o Arduino interpreta os sinais dos sensores e controla os servomotores para realizar os movimentos desejados. Prepare-se para ver sua mão biônica se movimentar!

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Documentação de Referência da Linguagem Arduino.** Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/pt/>. Acesso em: 27 mai. 2024.

YOUTUBE. **Mão biônica revolucionária permite controlar cada dedo com precisão.** Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=Ykqez4Z\\_mr8](https://www.youtube.com/watch?v=Ykqez4Z_mr8). Acesso em: 09 ago. 2024.

CANALTECH. **Mão biônica com IA está conectada aos nervos, músculos e ossos desta mulher.** Disponível em: <https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/mao-bionica-com-ia-esta-conectada-aos-nervos-musculos-e-ossos-desta-mulher-266723/>. Acesso em: 09 ago. 2024.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)**  
**FACULDADE DE COMPUTAÇÃO (FACOM)**

**PROFESSORES**

- Amaury Antônio de Castro Junior
- Anderson Corrêa de Lima
- Glauder Guimarães Ghinozzi
- Graziela Santos de Araújo
- Said Sadique Adi

**ESTUDANTES (elaboração prévia)**

- Filipe de Andrade Machado - Ciência da Computação
- Gabriel Alves Massuda Duarte - Engenharia de Computação
- José Augusto Lajo Vieira Vital - Ciência da Computação
- Lorena Valente Cavalheiro - Engenharia de Computação
- Matheus Kazumi Silva Miyashiro - Engenharia de Computação
- Nathalia dos Santos Melo - Engenharia de Software
- Yan Arruda Cunha - Engenharia de Computação
- Thiago Ferronato - Ciência da Computação
- Vitor Hugo dos Santos Duarte - Engenharia de Computação
- Wilker Sebastian Afonso Pereira - Ciência da Computação

**ESTUDANTES (revisão)**

- Arthur Henrique Andrade Farias - Ciência da Computação
- Bruno Pereira Wesner da Silva - Engenharia de Computação
- Fernanda das Neves Merqueades Santos - Ciência da Computação
- Gabriel Pereira Falcão - Ciência da Computação
- Jenniffer Oliveira Checchia - Ciência da Computação
- Leonardo Vargas de Paula - Sistemas de Informação
- Marcos Gabriel da Silva Rocha - Engenharia de Computação
- Maria Paula do Nascimento Santos - Engenharia de Computação
- Nathanael Martins Wink - Ciência da Computação
- Victor Luiz Marques Saldanha Rodrigues - Ciência da Computação

**DIRETORIA DE TECNOLOGIAS E INOVAÇÃO (DTI)**  
**COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS (CTE)**

**EQUIPE ROBÓTICA PARANÁ**

- Adilson Carlos Batista
- Ailton Lopes
- Andrea da Silva Castagini Padilha
- Cleiton Rosa
- Darice Alessandra Deckmann Zanardini
- Edna do Rocio Becker
- Kellen Pricila dos Santos Cochinski
- Marcelo Gasparin
- Michele Serpe Fernandes
- Michelle dos Santos
- Roberto Carlos Rodrigues
- Sandra Aguera Alcova Silva
- Viviane Dziubate Pittner

Os materiais, aulas e projetos da “Robótica Paraná”, foram produzidos pela Coordenação de Tecnologias Educacionais (CTE), da Diretoria de Tecnologia e Inovação (DTI), da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED), com o objetivo de subsidiar as práticas docentes com os estudantes por meio da Robótica. Este material foi produzido para uso didático-pedagógico exclusivo em sala de aula.



Este trabalho está licenciado com uma Licença  
Creative Commons – CC BY-NC-SA  
[Atribuição - NãoComercial - Compartilha Igual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

