

ROBÓTICA

AULA 24

Primeiros Passos Módulo 3



Monjolo



Diretoria de Tecnologia e Inovação

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

Cleiton Rosa

Darice Alessandra Deckmann Zanardini

Revisão Textual

Kellen Pricila dos Santos Cochinski

Ilustrações em 3D

Roberto Carlos Rodrigues

Projeto gráfico, diagramação e geração de imagens IA

Edna do Rocio Becker

Apoio Técnico

Equipe UFMS

2024

SUMÁRIO

Introdução	2
Objetivos desta aula	3
Roteiro da aula	4
1. Contextualização	4
2. Montagem e programação	10
3. Feedback e finalização	28
Referências bibliográficas	29

Introdução

Você sabe o que é um monjolo e seus mecanismos de funcionamento? Nesta aula, iremos conhecer e prototipar esse equipamento mecânico que foi tão importante para o desenvolvimento da agricultura em nosso país, utilizando alguns componentes que vocês já conhecem, o Arduino, o servomotor e o push button. A partir dessa “tecnologia” foi possível moer grãos como milho, descascar arroz e até café para o desenvolvimento das comunidades rurais.

Figura 1 - Monjolo comum - Primórdios da Lavoura Paulista



Fonte: <https://encurtador.com.br/PbzP9> (Acervo do Museu Paulista da USP).

Objetivos desta aula

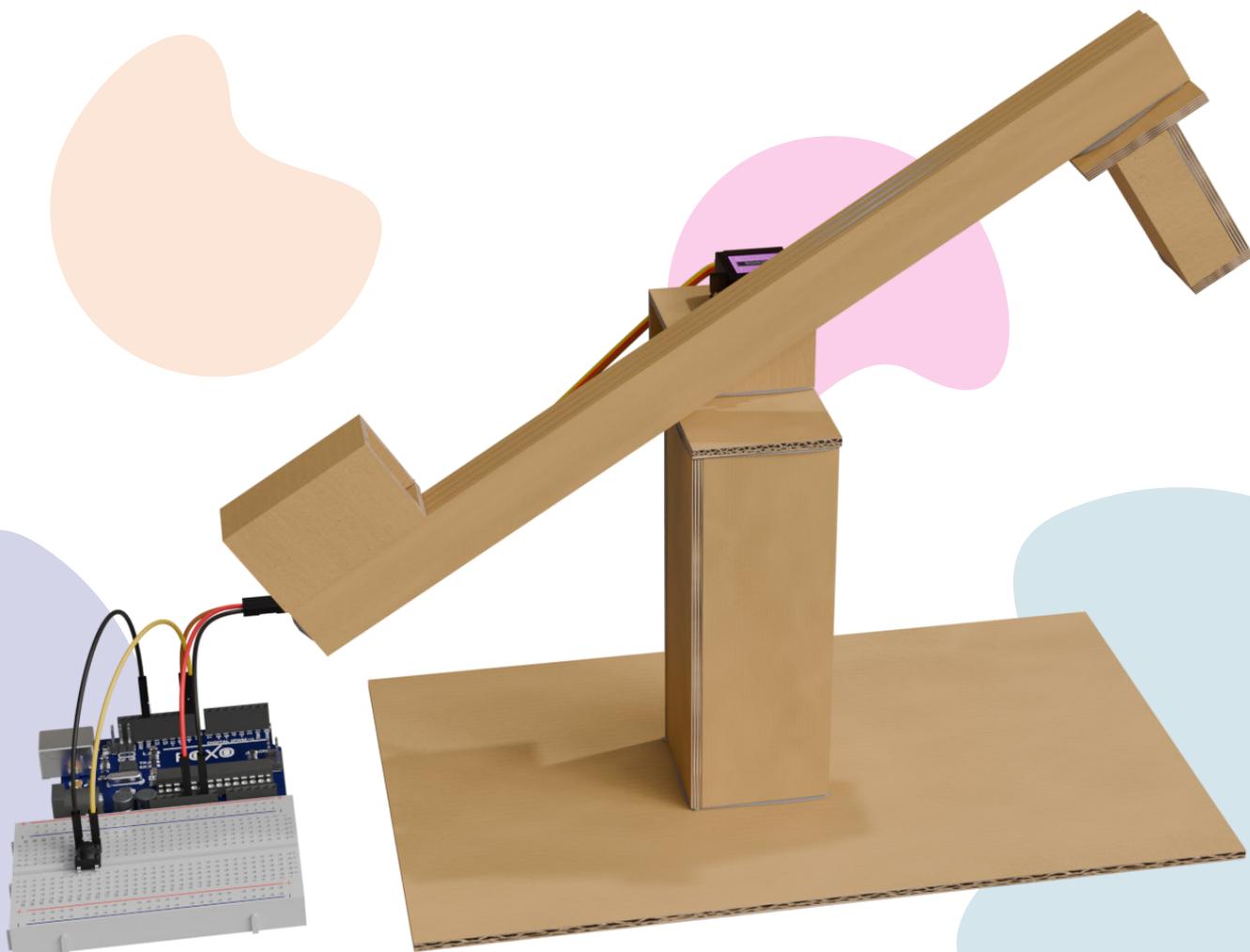
- Conhecer os mecanismos de um monjolo;
- Retomar alguns conceitos da física;
- Prototipar a estrutura física de um monjolo.



Lista de materiais

- Papelão;
- Cola quente / cola;
- Pistola para cola quente;
- Servomotor;
- Arduino UNO;
- Tesoura.





Roteiro da aula

1. Contextualização

Nas aulas do módulo I, você pôde conhecer e trabalhar com movimento mecânico, compreendendo o que era **força, movimento e resultado**. O monjolo, de certa forma, trabalha justamente com esses elementos da física, assim como a energia do movimento (**Cinética**) e energia potencial (**Gravitacional**) para articular o trabalho mecânico do equipamento e colocá-lo em movimento e funcionamento para a execução do trabalho de moagem dos grãos. Entretanto, antigamente a força se dava pelo giro de uma roda d'água ou queda d'água, conforme Figura 1. Nesta aula, faremos um pouco diferente, em vez de uma roda, usaremos o Arduino e um servomotor para fazer o movimento do protótipo e torná-lo automático.

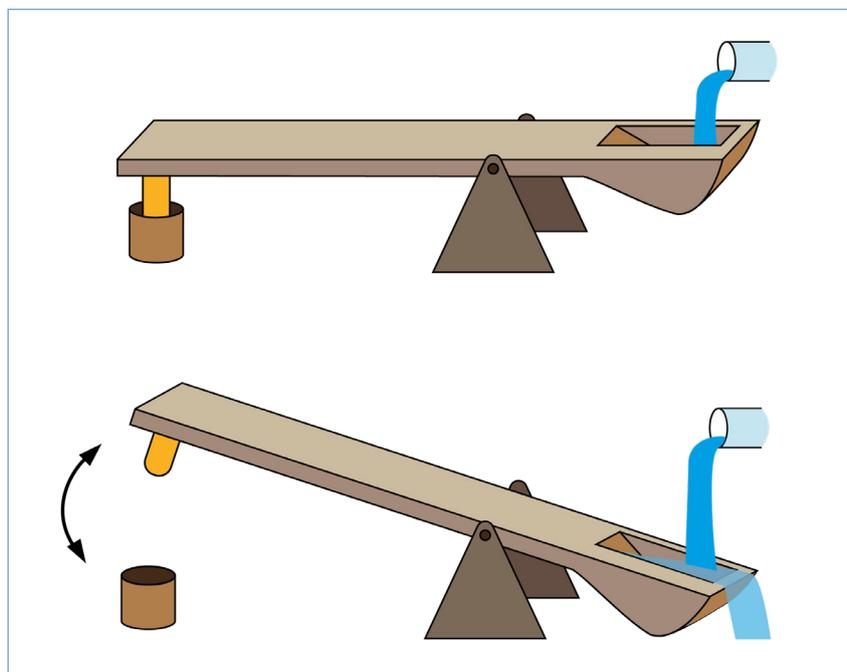
Funcionamento do monjolo

O **monjolo**, também conhecido como **batão** ou **pilão d'água**, é uma máquina hidráulica rudimentar utilizada também para moer grãos, descascar cereais e triturar mandioca. Sua história no Brasil remonta ao período colonial, tendo sido introduzido pelos portugueses no século XVI. Acredita-se que o primeiro monjolo brasileiro tenha sido instalado na capitania de São Vicente por Brás Cubas, um fidalgo português que o teria trazido da China.

O monjolo funciona aproveitando a força da água corrente de um rio ou córrego. A água impulsiona uma roda de madeira, que por sua vez levanta e abaixa um pilão pesado. O movimento repetitivo do pilão sobre um cocho de pedra ou madeira esmaga os grãos, produzindo farinha, fubá ou outros produtos, existem diferentes montagens de monjolos, porém todos com os mesmos princípios mecânicos e físicos.

Durante os séculos XVIII e XIX, o monjolo foi fundamental para o desenvolvimento das atividades rurais no Brasil. Sua presença era essencial para o processamento de alimentos como milho, mandioca e arroz, que eram a base da dieta da população. Além disso, os monjolos também eram utilizados para moer cana-de-açúcar e outros produtos agrícolas.

Figura 2 - Desenho esquemático do funcionamento do monjolo



Fonte: SEED/DTI/CTE, 2024.

Monjolo

Com o advento da industrialização e o desenvolvimento de moinhos movidos à eletricidade e combustíveis fósseis, a importância dos monjolos diminuiu significativamente. Atualmente, são considerados máquinas obsoletas em grande parte do mundo. No entanto, em algumas regiões rurais, especialmente em países em desenvolvimento, os monjolos ainda são utilizados para a produção de farinha artesanal. Além disso, muitos monjolos foram preservados como patrimônios históricos e culturais, servindo como um lembrete da importância dessas máquinas no passado.

Figura 3 - Monjolo



Fonte: Andrevruas, CC BY 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>>, via Wikimedia Commons.

O funcionamento do monjolo se baseia em alguns princípios físicos fundamentais, mesmo que você ainda não tenha essa disciplina, é importante ir conhecendo como tudo funciona.

Compreendendo alguns elementos da física no processo

- **Energia potencial hidráulica:** a água do curso d'água possui energia potencial devido à sua altura e posição em relação ao monjolo. Ao cair, essa energia potencial se transforma em energia cinética, que impulsiona a roda d'água.
- **Conversão de energia cinética em movimento rotatório:** a roda d'água gira em decorrência da força da água em movimento. Essa energia cinética rotacional é transmitida para o eixo através das pás da roda.
- **Transferência de energia rotativa para movimento linear:** o eixo, ao girar, aciona o maço ou pilão, convertendo a energia cinética rotativa em movimento linear ascendente e descendente.
- **Energia cinética do maço para moagem dos grãos:** ao descer, o maço possui grande energia cinética, utilizada para impactar o socador ou gamela, onde os grãos se encontram. Essa energia de impacto esmaga os grãos, transformando-os em farinha.

Não podemos nos esquecer também da Lei da Gravidade.



A **Lei da Gravitação Universal**, também conhecida como **Lei de Newton da Gravitação Universal**, foi formulada por Isaac Newton em 1687 e descreve a força de atração gravitacional entre dois objetos.

Toda partícula do Universo atrai toda outra partícula com uma força diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. E pode ser expressa da seguinte forma matematicamente: $F = G * (m1 * m2) / r^2$ (F - força; M - massa e R - distância).

Para saber mais sobre: **Toda Matéria:** <https://www.todamateria.com.br/gravidade/>

Monjolo

- **Queda livre dos grãos:** a lei da gravidade atua no processo de moagem, pois os grãos caem livremente no socador após serem despejados pelo operador.
- **Força do impacto:** a força do impacto do maço no socador depende da massa do maço e da aceleração da gravidade, que impulsiona o maço para baixo.



Outros princípios físicos relevantes:

- **Momento de Inércia:** o momento de inércia da roda d'água influencia na velocidade de rotação dela, impactando na eficiência da moagem.
- **Princípio de Arquimedes:** a flutuabilidade da roda d'água na água é explicada pelo Princípio de Arquimedes, que relaciona a força de empuxo com o volume de água deslocado.
- **Atrito:** o atrito entre as peças do monjolo, como o eixo e os rolamentos, gera perda de energia e necessita de lubrificação para minimizar o desgaste.

Em resumo:

O monjolo é um engenhoso exemplo da aplicação prática de princípios físicos básicos, como energia potencial, energia cinética, lei da gravidade, momento de inércia, princípio de Arquimedes e atrito. A combinação desses princípios permite que a força da água seja transformada em movimento para moer grãos de forma eficiente, demonstrando a criatividade e o conhecimento técnico das sociedades que desenvolveram essa tecnologia.

Locais para visitar monjolos:

- **Museu do Café (São Paulo, SP):** possui um monjolo restaurado e em funcionamento.
- **Parque Histórico Nacional de São José dos Campos (São José dos Campos, SP):** abriga diversos monjolos preservados.
- **Museu de Arte Sacra (Olinda, PE):** possui um monjolo em sua coleção.
- **Fazenda do Pomar (Valença, RJ):** possui um monjolo restaurado e em funcionamento.

Caso queira ver o funcionamento de um monjolo, você pode assistir à reportagem sobre a dona Rosa, moradora de Ponta Grossa, que mantém a tradição de uso do monjolo em sua propriedade, no programa Caminhos do Campo, disponível no Globoplay - <https://globoplay.globo.com/v/11191296/>.



Agora, vamos para montagem do monjolo e programação do nosso protótipo.

2. Montagem e programação

Para iniciarmos a montagem do monjolo, construiremos a estrutura na qual inseriremos o servomotor, para isso, utilizaremos papelão. Recorte um retângulo de 25X15cm de tamanho, conforme Figura 4.

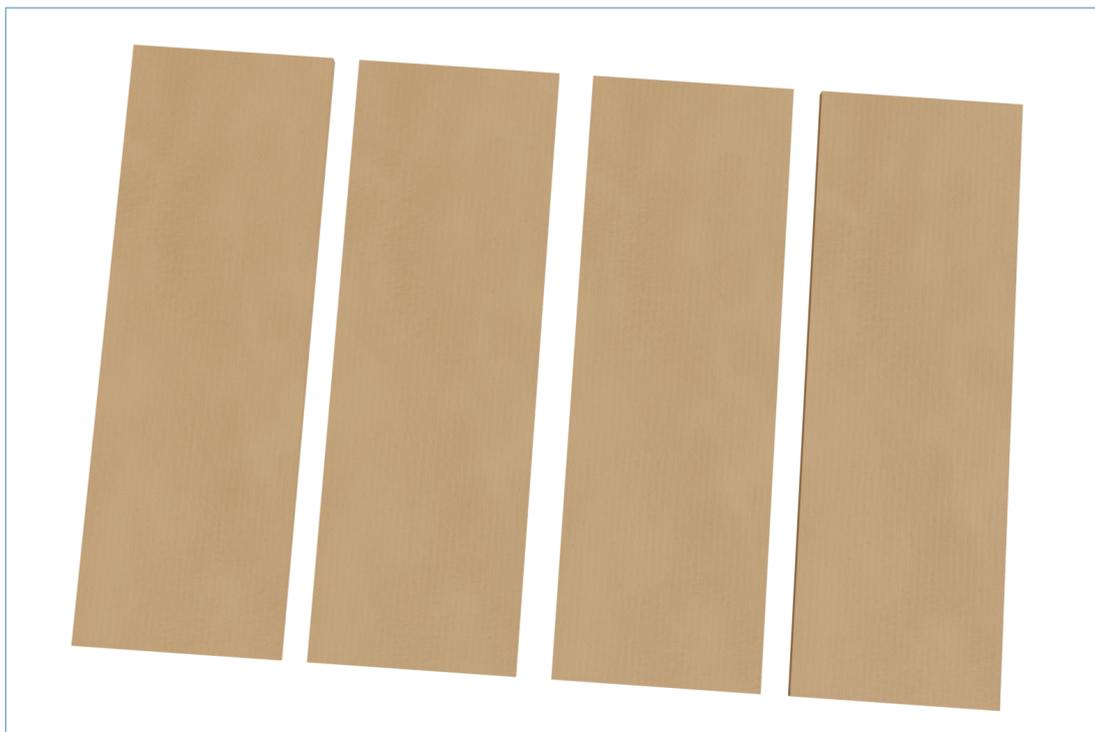
Figura 4 – Recorte do papelão (retângulo 25X15cm)



Fonte: Roberto Rodrigues, 2024.

Na sequência, recorte mais 4 retângulos na medida de 12X4cm, esses serão utilizados para fazer a base que vai segurar o servomotor, proporcionando a rotação de um lado para o outro do monjolo, Figura 5.

Figura 5 – Recorte de quatro retângulos de 12X4cm – estrutura



Prosseguindo com a montagem, vamos agora, com muito cuidado, utilizar da cola quente para colar todas essas partes da estrutura, e criar uma base sólida para nosso projeto, assim como demonstrado a seguir, Figura 6.

Figura 6 – Unindo as partes com cola quente



Com a estrutura fechada, vamos colá-la na base de papelão recortada anteriormente, para isso, pode ser utilizada cola quente. Cole a estrutura no ponto de 9 cm de largura e cerca de 8 cm de altura, deixando um espaço para o outro lado em que será alocado um depósito para moer grãos, Figura 7.

Figura 7 – Unindo a estrutura com a base

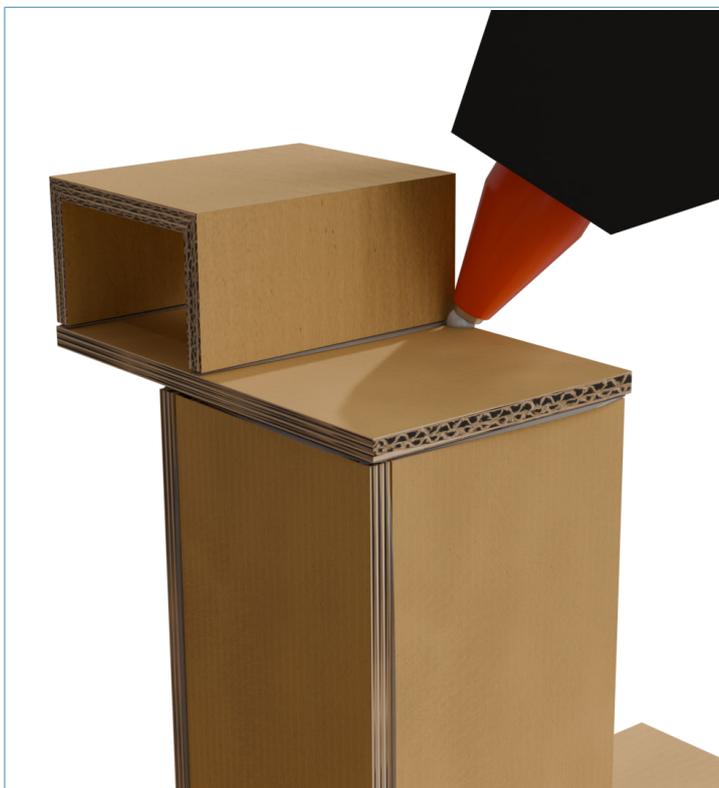


Recorte mais 2 retângulos de 7X4cm e dobre um dos retângulos com medidas de 2cm de distância de cada uma das bordas, Figura 8.

Figura 8 – Recorte e dobra do retângulo



Figura 9 – Colando o retângulo na estrutura



Com a dobra realizada, cole no outro retângulo, conforme Figura 9, e na sequência, cole o retângulo como tampa da estrutura conectada à base.

Monjolo

Prosseguindo com a montagem, agora temos que recortar as partes que montarão o bastão para possibilitar o movimento do monjolo, recorte 4 retângulos de 30X2cm de tamanho, Figura 10.

Figura 10 – Retângulos de 30X2cm



Com cola quente, cole os 4 retângulos, unindo-os e formando uma única peça, essa será o braço do monjolo, Figura 11.

Figura 11 – Unindo os retângulos em uma única peça



Figura 12 – Retângulo de 4X4cm

Recorte mais um retângulo com medida de 7X5cm, Figura 12.



Agora, dobre o retângulo em 2,3cm de largura dos dois lados.

Figura 13 – Dobrando o retângulo



Recorte mais um retângulo de 5X3cm de tamanho e cole como base da peça anterior, Figura 14.

Figura 14 – Colando a base do retângulo



Figura 15 – Colando a base do retângulo na estrutura do braço



Agora, devemos pegar essa estrutura fechada e colá-la com a base do retângulo 4x4cm, da seguinte maneira, Figura 15.

Depois, cole a estrutura sobre esse retângulo para formar o moedor - pilão e, na sequência, cole a tampa. Para isso, recorte mais um retângulo de 3X2cm de tamanho.

Figura 16 – Tampa - 3X2cm



Monjolo

Cole como tampa para a estrutura do pilão, Figuras 17 e 18.

Figura 17 – Colando a estrutura

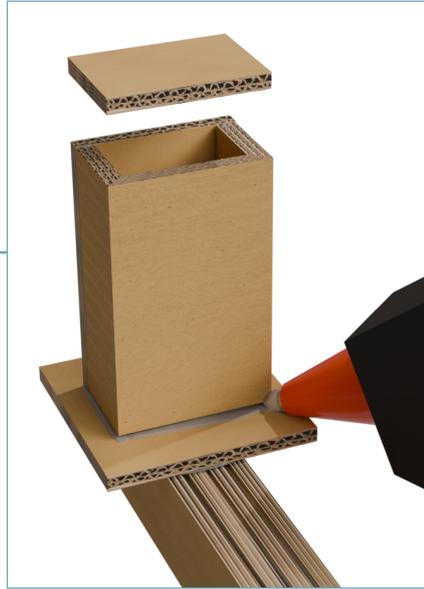


Figura 18 – Colando a estrutura



Com isso, um lado da haste do pilão estará pronto e para iniciarmos a outra parte, recorte mais um retângulo de 10X5cm e dobre novamente com demarcação de 3,5cm, depois 2cm e mais 3cm para formar a estrutura, Figuras 19 e 20.

Figura 19 - Retângulo para estrutura



Figura 20 - Estrutura



Monjolo

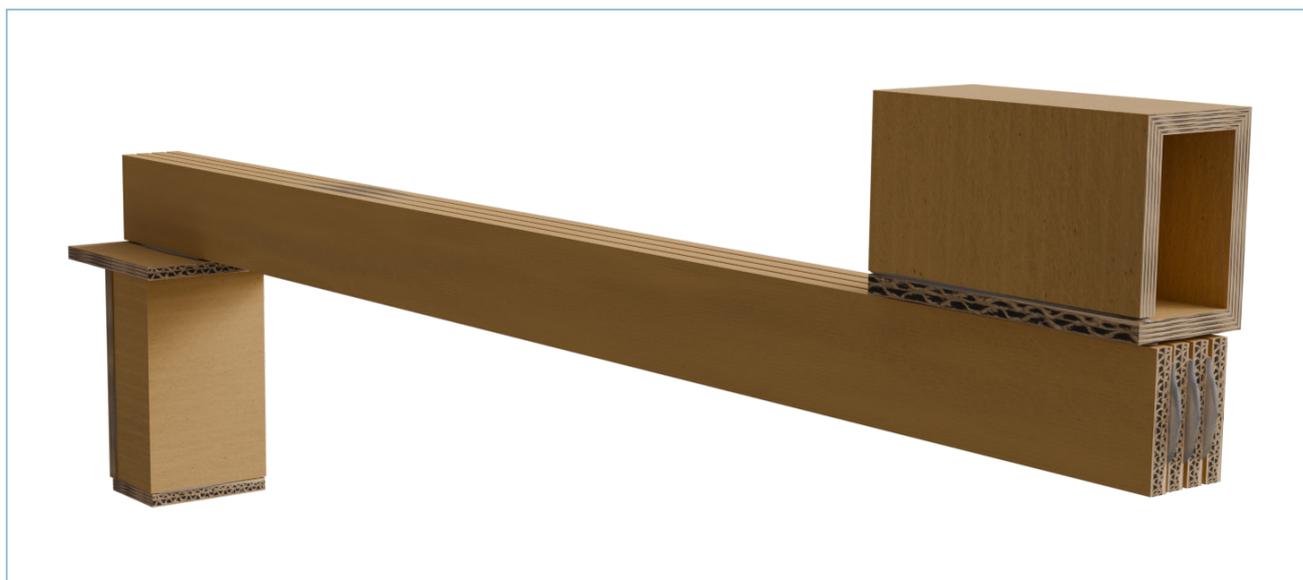
Prosseguindo com a montagem, pegamos esse retângulo, já com as demarcações, e colamos suas pontas, e, por fim, colamos essa nova estrutura na outra ponta da haste, da seguinte maneira.

Figura 21 - Pilão e braço



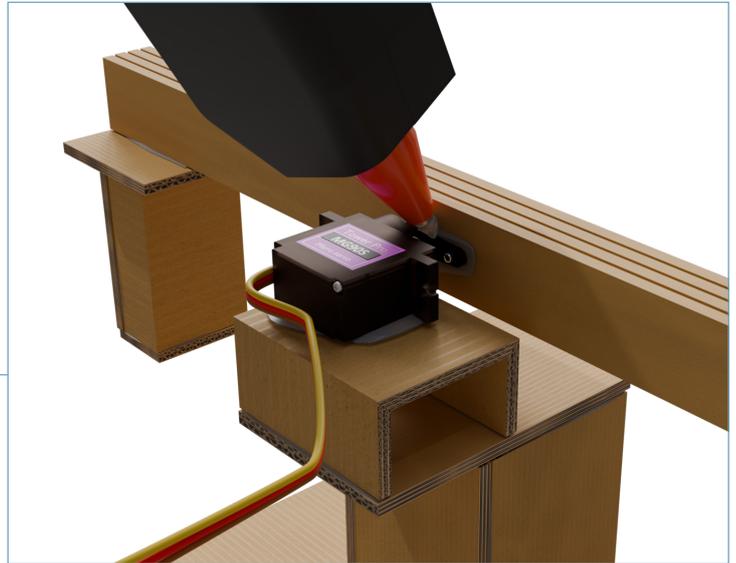
Com isso, teremos os dois lados da haste do monjolo, um lado para o servomotor e o outro que será o pilão para socar os mantimentos.

Figura 21 - Pilão e braço



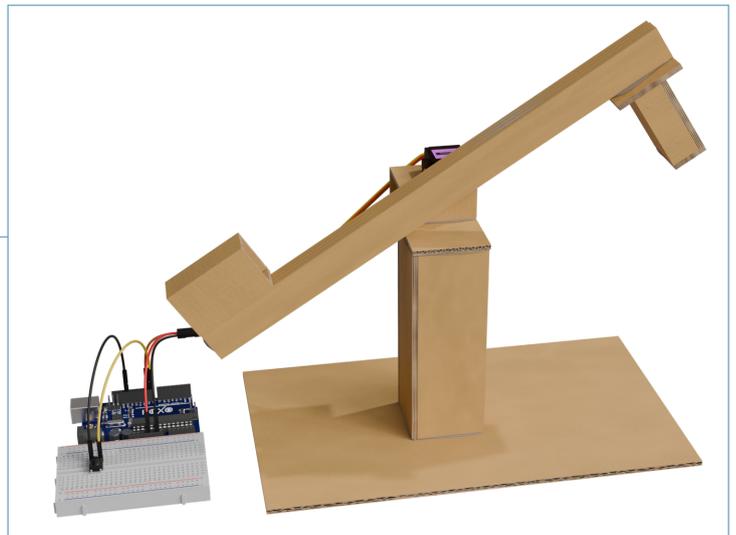
Para finalizarmos essa primeira parte, vamos inserir o servomotor na haste do monjolo. Para isso, novamente usando cola quente, cole a lateral desse componente na base estrutural criada, conforme Figura 22.

Figura 22 - Colando o servomotor



Conforme Figura 23, sua montagem do monjolo deve ficar semelhante ao último quadro.

Figura 23 - Estrutura física do monjolo



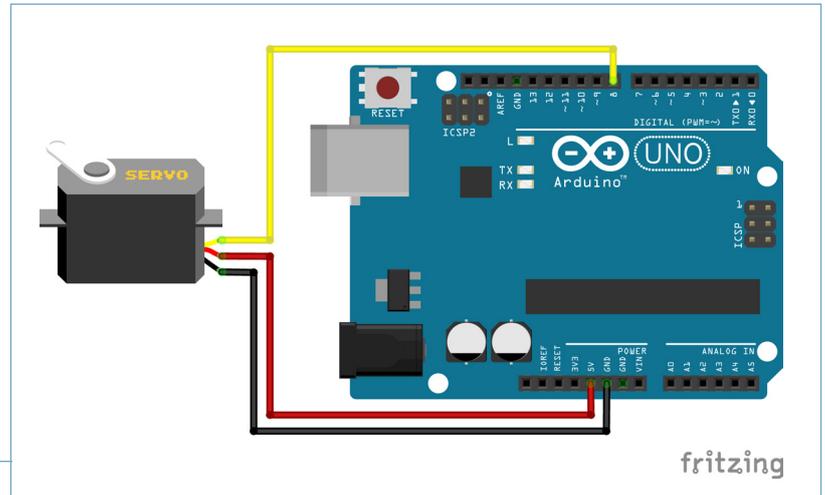
Fonte: Roberto Rodrigues, 2024.

Com isso, finalizamos a estrutura física do monjolo, agora montaremos a parte eletrônica e sua programação de funcionamento.

Montagem

Iniciamos a montagem conectando o servomotor ao Arduino, observando as portas digitais a serem conectadas. Conecte o jumper preto na porta digital GND, o vermelho na porta de 5V e, por fim, o amarelo na porta digital 8, semelhante ao modelo da Figura 24.

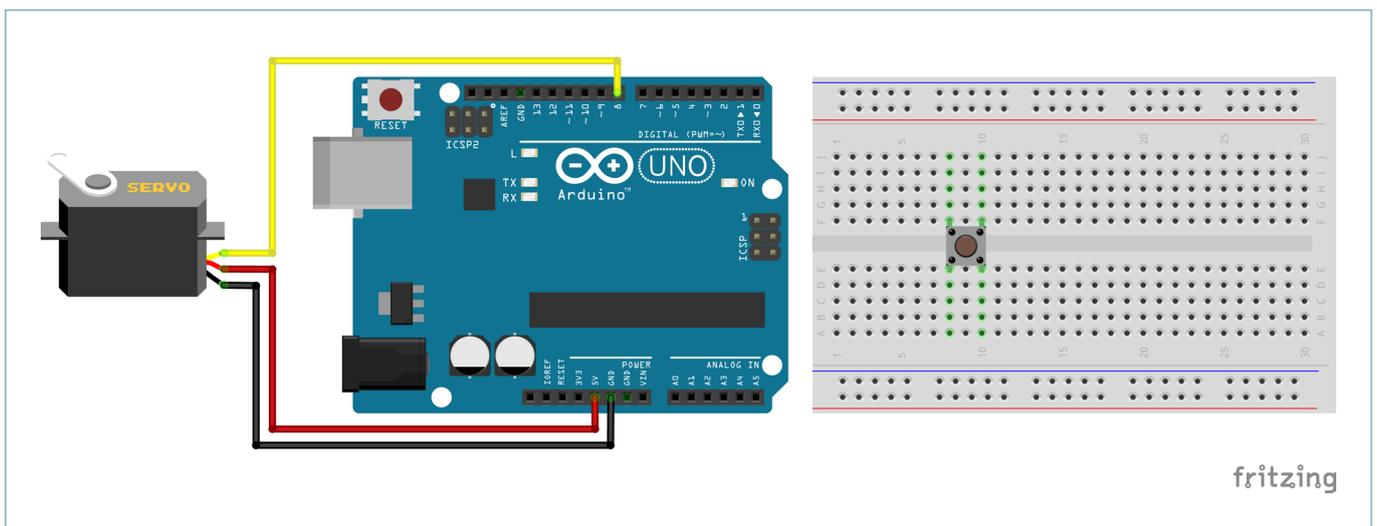
Figura 24 - Conexão com o servomotor



Fonte: SEED/DTI/CTE.

Agora, para facilitar as conexões futuras, vamos otimizar as portas do Ground, para possibilitar também que o botão utilize essa entrada, e faremos isso da seguinte forma, Figura 25.

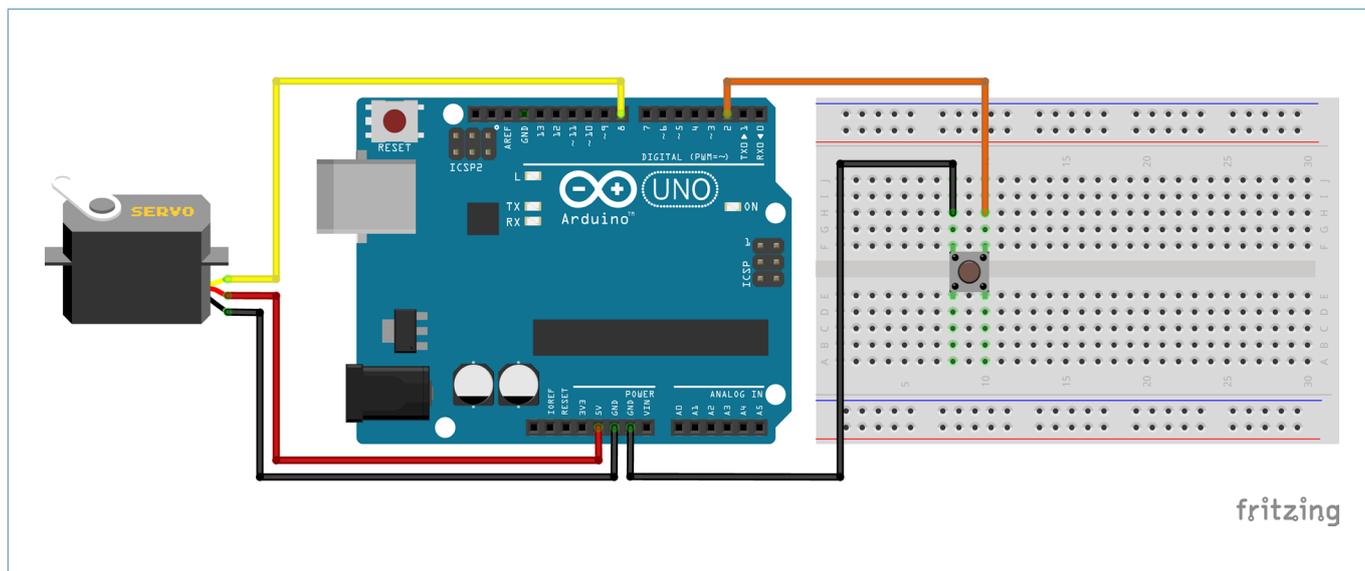
Figura 25 - Conexão com o Ground



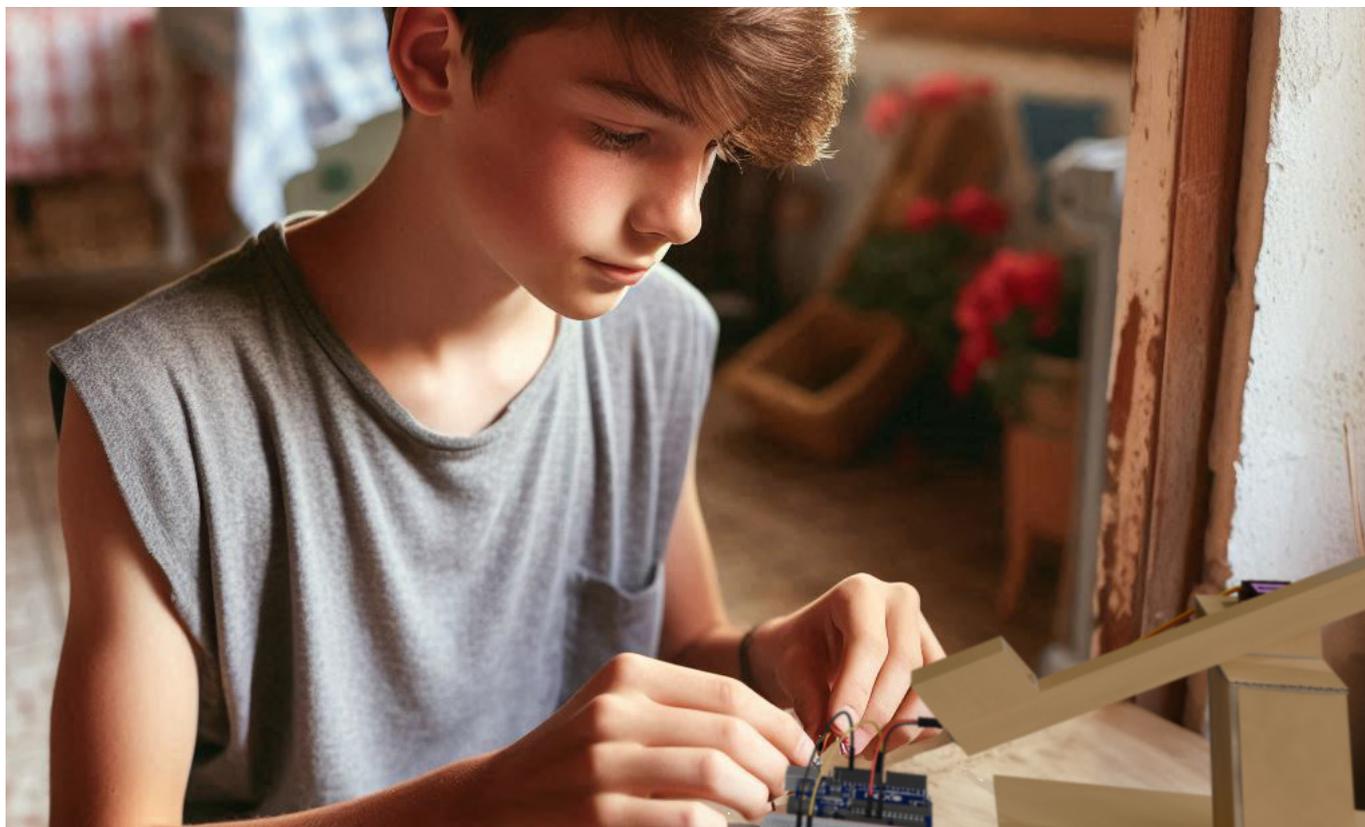
Monjolo

E por fim, vamos colocar e conectar o botão, que fará o devido movimento do Monjolo, de um lado para o outro, Figura 26.

Figura 26 – Montagem completa



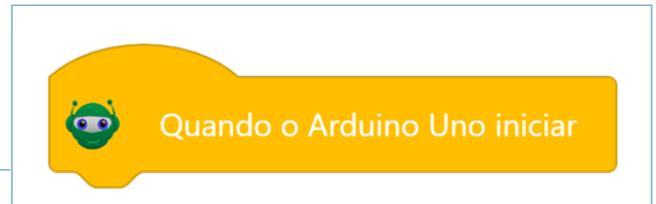
Fonte: SEED/DTI/CTE.



Programação

Para o código, vamos primeiramente inicializar o bloco essencial para que tudo funcione em harmonia – bloco de início, Figura 27.

Figura 27 - Inicialização do bloco de “start” do Arduino Uno



Fonte: mBlock, 2024.

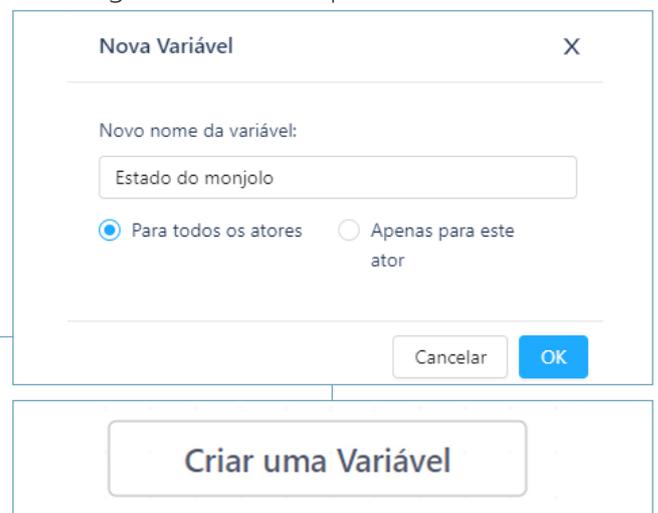
Após o início, insira as portas em que o servomotor irá trabalhar, de acordo com a conexão no Arduino – porta digital 8, e na sequência quantos graus o servomotor terá que girar – 90 graus. Lembrando que essa posição pode variar, vai depender da calibração do servo no projeto.

Figura 28 - Indicação da porta e graus



Após, vamos definir a variável a ser utilizada para indicar o estado do monjolo em ligado ou desligado, para isso, clique em **<Variáveis>** e na sequência **<criar uma variável>** e digitar a variável **<Estado do monjolo>**, Figura 28.

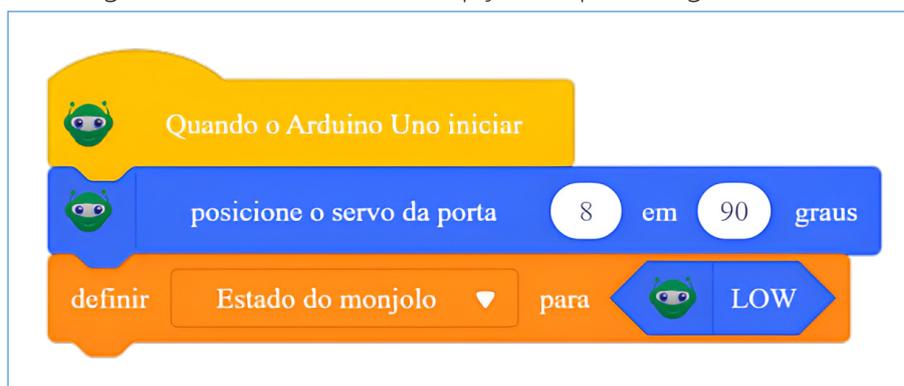
Figura 28 - Botão para criar variáveis



Monjolo

Com a variável criada, arraste o bloco **<definir “Estado do monjolo” para ___>** e, na sequência, arraste o bloco lógico **<LOW>**, localizado na aba “Portas”, para dentro deste bloco, Figura 29. Essa ação indica que o monjolo estará desligado.

Figura 29 - Variável e interrupção da porta digital – LOW



Para completar a nossa lógica inicial do ligamento e desligamento do monjolo, arraste da aba “Portas” o bloco **<Ativa a interrupção da porta__ Modo: “HIGH para LOW” Execute>**. Importante ressaltar que esse bloco é utilizado quando queremos que uma ação seja interrompida rapidamente, no caso do monjolo, quando apertar o botão para desligado, independentemente do que esteja sendo executado em termos de mecanismos, irá parar o processo automaticamente, ou seja, irá ativar a interrupção da porta indicada na programação para o modo HIGH ou LOW, nesse caso para LOW.

Figura 30 - Ativar a interrupção da porta



Na sequência, na aba "Controlo", arraste o bloco <Se _____ então>, que irá indicar a condição que queremos dar para o operador. Assim, na aba "Operadores", arraste o bloco <__=__>, completando com a variável <Estado do monjolo> sendo igual a "LOW".

Figura 31 - Completando o operador

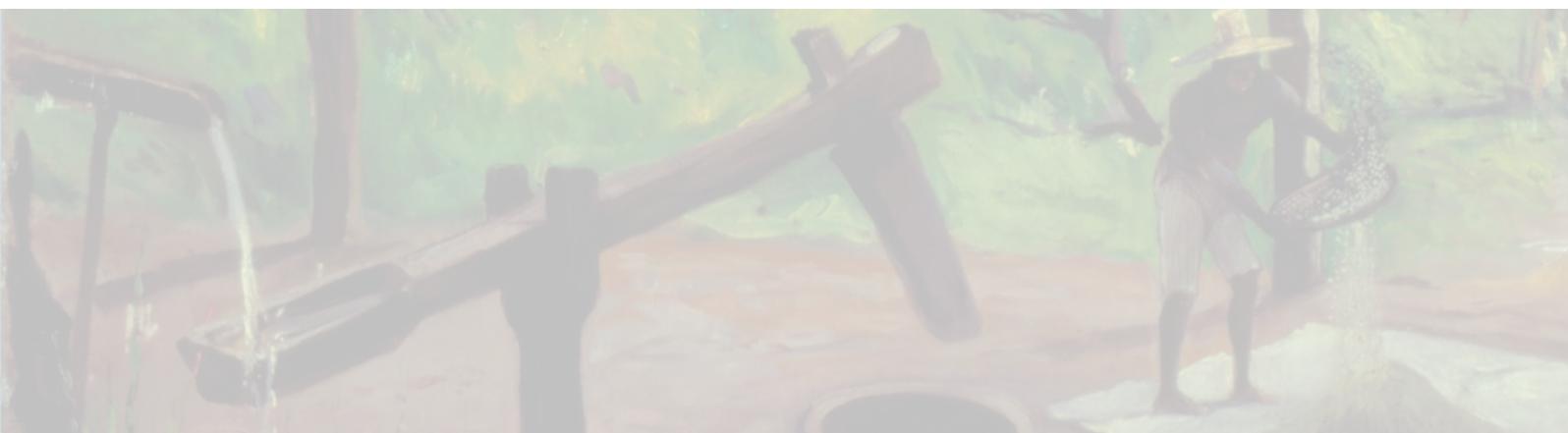


Fonte: mBlock, 2024.

Monjolo

Dentro do bloco condicional vamos definir o estado do monjolo para ligado ou desligado, dessa forma arrastamos o bloco de variável **<definir "Estado do monjolo" para ____>** e inserimos o bloco lógico **"HIGH"** se estiver desligado.

Figura 32 - Estado do monjolo para HIGH



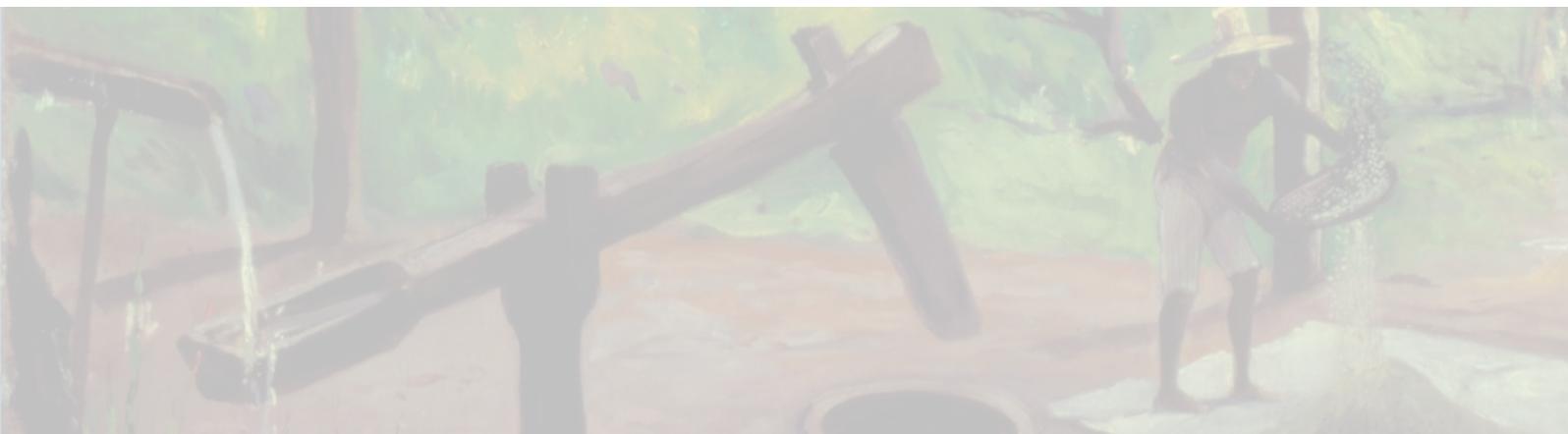
Monjolo

Para definir o estado do monjolo desligado, arraste novamente o bloco de variável **<definir "Estado do monjolo" para____>** e insira o bloco lógico "LOW" se estiver ligado.

Figura 33 - Estado do monjolo para LOW



Fonte: mBlock, 2024.



Monjolo

Como queremos que a ação do monjolo dada pelo servomotor repita sempre, clique na aba "**Controlo**" e arraste o bloco com essa função <repetir para sempre>.

Figura 34 - Repetir para sempre



Fonte: mBlock, 2024.

Monjolo

Novamente, arrastamos as ações que queremos que sejam repetidas para sempre, neste caso, o funcionamento do monjolo parar e ao ser ligado posicionar o equipamento em 180 e 90 graus repetindo os blocos de condicional <se ____ então> com "Operador" <__=__> completando com a variável <Estado do monjolo> e a indicação das portas e graus <HIGH> e o comando do então <posicione o servo da porta__em__graus> e <esperar __segundos> e repetir a posição do servo em 90 graus <posicione o servo da porta__em__graus> e novamente <esperar __segundos>, com isso fechamos a programação.

Figura 35 - Repetição do monjolo em graus



Fonte: mBlock, 2024.

Desafios:

Que tal...

Pesquisar um pouco mais sobre outros instrumentos que fizeram uso dessa mesma tecnologia como moinhos de água, relógios de pêndulo, bombas hidráulicas, martelos, pilões e adaptar a novos projetos?

Montar uma "caixa" com grãos, para colar na montagem que foi feita de papelão, para poder simbolizar uma moagem desses grãos com o movimento do Monjolo?

Adicionar um parâmetro de parada, depois dele ficar automático após certo tempo, que pode ser dependendo da quantidade de grãos, ou do tempo de moagem, enfim, usar a criatividade?

Inserir sensores e um display LCD para indicar a quantidade de grãos que estão sendo moídos?

E se...

O monjolo não funcionar?

Verifique se os jumpers estão bem conectados.

Analise se as portas foram descritas corretamente na programação.

Se você seguiu corretamente todos os passos.

3. Feedback e finalização

Considerando o trabalho de vocês e, talvez, um primeiro contato com esse instrumento chamado monjolo, por ser um equipamento, como vocês puderam observar, praticamente em desuso em grande parte da sociedade, lançamos algumas reflexões.

- Quais as dificuldades que você e seus colegas encontraram nesse protótipo?
- Quais modificações vocês pensam que poderiam ser colocadas para aprimorar o projeto?
- Quais as aplicabilidades possíveis desse projeto na sociedade atual?
- Reúna todos os componentes utilizados nesta aula e os organize novamente, junto aos demais, no kit de Robótica.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Documentação de Referência da Linguagem Arduino.** Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/pt/>. Acesso em: 18 ago. 2024.

BRASIL ESCOLA. **O que é gravidade?** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-gravidade.htm>. Acesso em: 18 ago. 2024.

REVISTA HISTÓRIA. São Paulo. Unesp. **TÉCNICA, CULTURA E MUSEU: O MONJOLO ENTRE A ARQUEOLOGIA DO CAFÉ E A CIVILIZAÇÃO CAIPIRA.** Disponível em: <https://historiasp.franca.unesp.br/tecnica-cultura-e-museu-o-monjolo-entre-a-arqueologia-do-cale-e-a-civilizacao-caipira/>. Acesso em: 16 ago. 2024.

TODA MATÉRIA. **Lei da gravitação universal.** Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/gravidade/>. Acesso em: 18 ago. 2024.

WIKIPÉDIA. A enciclopédia livre. **Monjolo.** Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Monjolo>. Acesso em: 18 ago. 2024.

OXALÁ. **Monjolo, pilão da idade da água.** (YouTube). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5BHO1kD3YQI>. Acesso em: 18 ago. 2024.

GLOBOPLAY. Programa Caminhos do Campo. **Moradora mantém tradição do monjolo em Ponta Grossa.** Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/11191296/>. Acesso em: 18 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

- 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/)

