



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

ENSINO MEDÍO INTEGRADO AO TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

SISTEMA AUTOMATIZADO COM ESTEIRA E BRAÇO ROBÓTICO PARA MANIPULAÇÃO E LIMPEZA DE GARRAFAS

AUTOMATED SYSTEM WITH CONVEYOR BELT AND ROBOTIC ARM FOR HANDLING AND CLEANING BOTTLES

Eduardo Brunar Da Silva¹

João Vitor Pimenta De Oliveira²

Resumo : Neste projeto, é desenvolvido um sistema automatizado composto por uma esteira transportadora e um braço robótico, com a finalidade de manipular e realizar a limpeza de garrafas reutilizáveis. O problema central identificado foi a ineficiência dos métodos manuais, que tornam o processo mais demorado, demandam maior quantidade de mão de obra e aumentam os riscos de falhas humanas e contaminações, o que afeta diretamente a qualidade final do produto. Diante disso, propôs-se uma alternativa moderna e eficaz baseada na automação. O objetivo principal foi criar uma solução que unisse baixo custo, eficiência, segurança e precisão, capaz de atender principalmente pequenas e médias empresas que buscam modernizar suas linhas de produção com recursos acessíveis. Para isso, o projeto integrou diversas tecnologias, como sensores, motores elétricos, microcontroladores e programação embarcada, coordenando os movimentos do braço robótico com as ações sincronizadas. A metodologia adotada envolveu a elaboração de um protótipo funcional, com testes práticos voltados à movimentação correta do braço robótico e à efetividade da limpeza. Foram realizadas diversas simulações até que o sistema fosse capaz de detectar, capturar, posicionar e higienizar corretamente as garrafas, utilizando jatos de água ou soluções específicas, garantindo sua reutilização segura. Como conclusão, os resultados demonstraram que o sistema é tecnicamente viável, eficiente e confiável. Ele se mostrou capaz de aumentar a produtividade, reduzir custos operacionais e promover a padronização dos processos. Essa automação representa um avanço significativo para empresas que desejam aliar tecnologia e economia.

Palavras-chaves: Braço robótico. Limpeza automatizada. Motores elétricos. Modernização de linhas de produção.

¹Ensino Fundamental II, Escola Estadual Dr Ernesto Fonseca, em Chavantes/SP
eduardo.silva1167@etec.sp.gov.br

²Ensino Fundamental II, Escola Estadual Virginia Ramalho, em Ourinhos/SP
joao.oliveira1381@etec.sp.gov.br



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

Abstractt: This project developed an automated system consisting of a conveyor belt and a robotic arm to handle and clean reusable bottles. The central problem identified was the inefficiency of manual methods, which make the process more time-require more labor, and increase the risk of human error and contamination, all of which directly impact the final product quality. Therefore, a modern and effective alternative based on automation was proposed. The main objective was to create a solution that combined low cost, efficiency, safety, and precision, capable of serving primarily small and medium-sized companies seeking to modernize their production lines with affordable resources. To achieve this, the project integrated various technologies, such as sensors, electric motors, microcontrollers, and embedded programming, coordinating the robotic arm's movements with synchronized actions. The methodology adopted involved the development of a functional prototype, with practical tests focused on the correct movement of the robotic arm and the effectiveness of the cleaning. Several simulations were performed until the system was able to correctly detect, capture, position, and sanitize bottles using water jets or specific solutions, ensuring their safe reuse. In conclusion, the results demonstrated that the system is technically feasible, efficient, and reliable. It has proven capable of increasing productivity, reducing operating costs, and promoting process standardization. This automation represents a significant advancement for companies seeking to combine technology and cost-effectiveness.

Keywords: Robotic arm. Automated cleaning. Electric motors. Production line modernization.

1. INTRODUÇÃO

Um braço robótico é um dispositivo mecânico programável, que simula os movimentos de um braço humano, sendo amplamente utilizado em linhas de montagem, laboratórios, ambientes hospitalares e até em explorações espaciais. O interesse por esse tipo de tecnologia não se restringe à indústria, mas também tem motivado pesquisas acadêmicas voltadas ao aprimoramento de sua estrutura, controle e aplicabilidade em cenários complexos.

A presente pesquisa tem como objetivo geral o desenvolvimento e análise do funcionamento de um braço robótico, com ênfase em sua construção, controle e possíveis aplicações. Como objetivos específicos, busca-se compreender os principais componentes mecânicos e eletrônicos envolvidos, aplicar conceitos de programação para o controle dos movimentos e avaliar a precisão do dispositivo em tarefas pré-definidas. A delimitação do tema foca em braços robóticos de pequeno porte voltados para fins didáticos e experimentais, considerando o uso de materiais acessíveis e tecnologias como microcontroladores e sensores.

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

O desenvolvimento de braços robóticos envolve conhecimentos multidisciplinares que integram engenharia mecânica, eletrônica, automação, controle e inteligência artificial. Além disso, aspectos como precisão, tempo de resposta, carga suportada e número de graus de liberdade são fatores fundamentais para o projeto e a aplicação desses sistemas.

Este trabalho tem como objetivo explorar o funcionamento, a estrutura, os componentes e as principais aplicações de um braço robótico. Serão abordados conceitos técnicos, mecanismos de controle, tipos de sensores e atuadores utilizados, além de apresentar exemplos práticos e tendências futuras para essa tecnologia. Com isso, busca-se oferecer uma visão abrangente sobre a importância dos braços robóticos no contexto da Indústria 4.0 e sua crescente integração em diversas áreas da vida cotidiana.

2. FUNCIONAMENTO DO PROCESSO

A esteira transportadora funciona por meio de um motor elétrico responsável pelo movimento de uma correia fechada, sustentada por roletes. Ao ser acionado, o motor transmite movimento contínuo à correia, que transporta os objetos sobre sua superfície.

O processo inicia-se a partir do acionamento do motor, que transmite força para um dos rolos principais por meio de polias, engrenagens ou correntes. Esse rolo traciona a correia, fazendo com que ela deslize sobre os rolos auxiliares ao longo de toda a estrutura. Dessa forma, os objetos posicionados sobre a correia são deslocados continuamente, de acordo com a velocidade programada.

O braço robótico também é conhecido como máquina manipuladora, com várias anatomias e graus de liberdade (números individuais de movimentos de suas articulações). Fisicamente o braço é constituído por: base, elos, juntas, efetuador final, atuadores, sensores. Como é apresentado a seguir:

- Base: Fixa no chão ou em suporte;
- Elos: Formam uma cadeia cinemática; Juntas: Formado pelo punho e uma garra ou ferramenta; Atuadores: Motores elétricos, hidráulicos ou pneumáticos;
- Sensores: tacômetros, lasers, câmeras.



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

O braço pode ser classificado por sua estrutura mecânica: Coordenadas cartesianas, pórtico, cilíndricas, esféricas, scara, articulado, antropomórfico e paralelo.

Ainda existem órgãos terminais: dispositivos fixados no punho do robô que permite o mesmo realizar uma tarefa específica, alguns usam garras para pegar objetos ou ferramentas utilizadas para realizar um trabalho sobre uma peça específica.

2.1. Servo motor

É um dispositivo eletromecânico que através de um pulso elétrico enviado à sua entrada de sinal, altera seu posicionamento num ângulo que vai de 0° a 180°.

O servo-motor possui um potenciômetro em seu eixo que possibilita o circuito monitorar o ângulo do eixo do servo motor. Recebendo o pulso elétrico, o potenciômetro compara o sinal ao ângulo do eixo do motor, o motor permanece parado, se estiver diferente do sinal recebido, o eixo alterará o posicionamento até chegar ao ângulo desejado.

Faz parte do servo-motor as engrenagens que, por sua vez possuem um limitador que atua no ângulo do eixo, sua função é variar o ângulo entre 0 e 180° e são constituídos por:

- **Circuito de Controle:** Tem por função receber os pulsos elétricos, monitorar a posição do potenciômetro e controlar o motor de acordo com o pulso recebido.
- **Potenciômetro:** Dispositivo ligado ao eixo da saída do servo motora e monitora o eixo do mesmo.
- **Motor:** Para movimentar as engrenagens e o eixo.
- **Engrenagens:** Tem a função de reduzir a rotação do motor, transferindo mais força ao eixo de saída e movimentam o potenciômetro junto com o eixo.

Um ângulo é determinado a partir da duração da largura do pulso enviado à entrada do sinal, este pulso pode ser de 0v ou 5v, esse sinal é

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

monitorado pelo circuito em intervalos de 20ms, se neste intervalo ocorrer qualquer alteração do sinal durante 1ms e 2ms, ele altera a posição para o ângulo desejado, como demonstrado na figura a seguir.

Também possui aspectos mecânicos e estruturais: Elos e juntas.

- Elos são os corpos da cadeia.
- Juntas são as articulações entre os corpos que conectam os elos e permitem a realização de movimentos de um elo em relação ao elo anterior. Na figura a seguir é apresentado a exemplificação de juntas e elos.

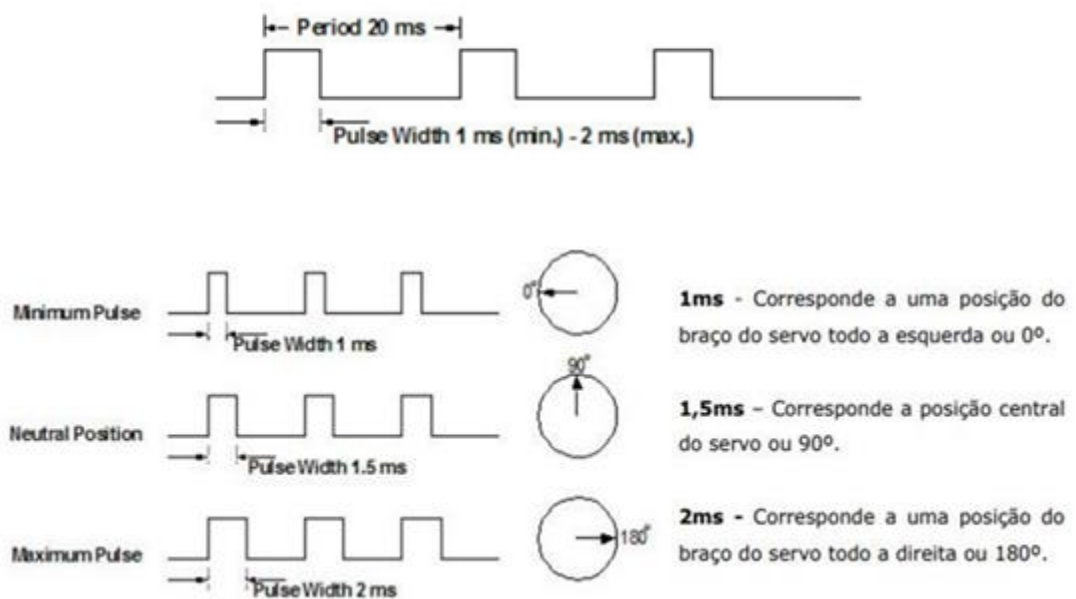


Figura 5 – Pulso

Fonte: <https://share.google/images/x3RzoyC759RFYnSOi>

Ao receber um sinal, o potenciômetro analisa se o eixo está na posição correta, se não estiver, o circuito aciona o motor até o potenciômetro estar na posição desejada, a direção da rotação dependerá da posição do potenciômetro, ou seja, o motor girará as engrenagens para a direção que entender ser mais rápido chegar a posição correta, abaixo a figura 6 a descrição das partes de um servo motor.

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos



Figura 6 – Servo Motor

Fonte: <https://share.google/images/3uuNDcQF81gE935GA>

O servo-motor é muito utilizado em controle de precisão em projetos de automação industrial. Com custos cada vez mais baixos, o servo-motor vem se tornando uma excelente alternativa em substituição a acionamentos com motores de indução, atuadores hidráulicos e pneumáticos.

Existem dois tipos de servo-motor: os assíncronos e síncronos.

- **Assíncrono:** Motor de indução, trifásico ou monofásico, por corrente alternada AC, seu nome se dá por conta do seguinte fato: O circuito quando alimentado induz uma corrente no rotor que, pela Lei de Lenz, tende a se opor ao campo que o gerou, desta forma, o campo gerado acompanha o campo gerador. Se a velocidade do rotor for igual a do campo gerador (ou também chamado campo magnético girante), a indução no rotor é zero e o motor não funciona. Esta diferença de velocidade é chamada **ESCORREGAMENTO** e sua velocidade está ligada ao número de pares de polos.
- **SÍNCRONO:** Como o seu nome diz, a velocidade do rotor é igual a velocidade do campo magnético.

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

2.2. Arduino

O Arduino foi criado em 2005 pelos pesquisadores: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, com o objetivo era elaborar um dispositivo barato, funcional, de fácil de programação, acessível a estudantes e projetistas amadores. Foi adotado o conceito de hardware livre, ou seja, qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino. Foi criada uma placa composta por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada e saída, utiliza uma linguagem baseada em C/C++, usando apenas um cabo USB ligado ao computador, a seguir na figura 7 a imagem de um Arduino Uno.



Figura 7 – Arduino

Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno

Uma vez programado, o microcontrolador pode ser usado para controlar qualquer coisa seja, um robô, um ventilador, as luzes da sua casa, a temperatura do ar condicionado, etc.

2.3 Módulos e Shields

Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

O Arduino possui muitos sensores e componentes para utilização nos projetos e grande parte do material utilizado está disponível em módulos, que são pequenas placas que contêm os sensores e outros componentes auxiliares como resistores, capacitores e leds, abaixo na figura 8 a imagem de módulos para Arduino.

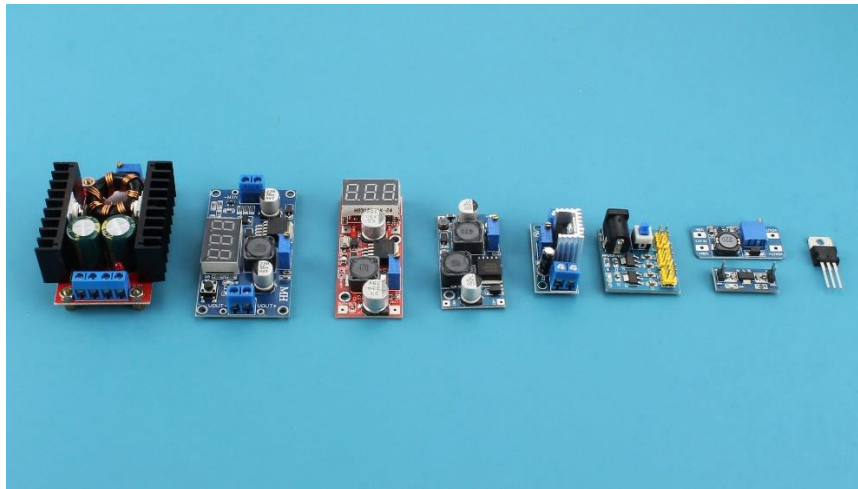


Figura 8- Módulo

Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/blog/modulo-regulador-de-tensao-e-componentes-qual-a-diferenca-entre-eles-e-qual-comprar/?srsltid=AfmBOopqar5IU1e9Jd3HLGE70SEMIfnCM8TRymNT3-RLUM5Ko5KMf1St>

Existe também os Shields, que são placas para encaixe no Arduino para expandir suas funcionalidades. A imagem abaixo mostra um Arduino Ethernet Shields encaixado no Arduino Mega 2560, ele permite o acesso a uma rede ou até mesmo à internet, mantêm os demais pinos livres para utilização, por exemplo, utilizar os pinos para controlar temperatura e umidade de um ambiente, e consultar esses dados de qualquer lugar do planeta. Na figura 9 temos um exemplo de shields.

2.4 Modelos de Arduino

O tipo de placa que você vai utilizar depende do projeto a ser desenvolvido. As opções vão das mais comuns, como o Arduino Uno até as placas com maior poder de processamento, como o Arduino Mega, o Arduino Due, abaixo na figura 10 a imagem de tipos de arduino.

2.5 Hardware do Arduino

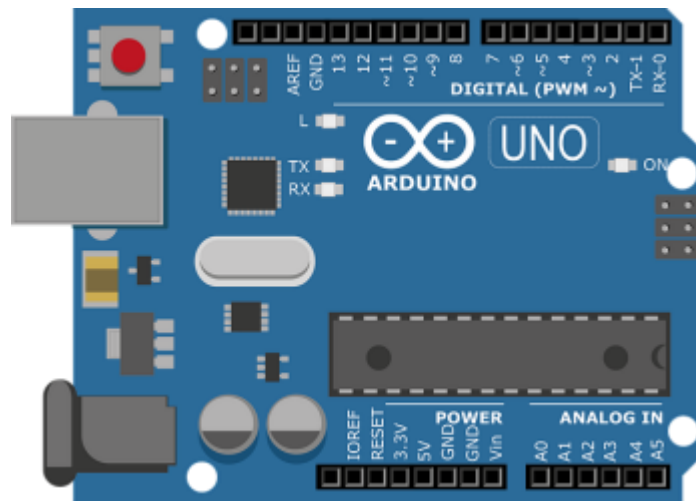


Figura 11- Arduino

Fonte: <https://share.google/images/gKFeoctGx3TsgyAja>

Conforme visto acima o Arduino uno é constituído por:

- 14 pinos de entrada e saída digital (pinos 0-13):

Esses pinos podem ser utilizados como entradas ou saídas digitais de acordo com a necessidade do projeto e conforme foi definido no sketch criado na IDE.

- 6 pinos de entradas analógicas (pinos A0 - A5):

Esses pinos são dedicados a receber valores analógicos, por exemplo, a tensão de um sensor. O valor a ser lido deve estar na faixa de 0 a 5V onde serão convertidos para valores entre 0 e 1023.

- 6 pinos de saídas analógicas (pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11): São pinos digitais que podem ser programados para serem utilizados como saídas analógicas, utilizando modulação PWM.

A alimentação da placa pode ser feita a partir da porta USB do computador ou através de um adaptador AC. Para o adaptador AC recomenda-se uma tensão de 9 a 12 volts.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma abordagem prática e experimental, com o objetivo de projetar, construir e testar um protótipo funcional de um braço robótico de baixo custo. A metodologia utilizada contempla as seguintes etapas: inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de compreender



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

os princípios de funcionamento de braços robóticos, seus componentes principais (atuadores, sensores, controladores) e as aplicações mais comuns na indústria e na educação. Foram consultados artigos científicos, manuais técnicos e sites na internet sobre o tema. Com base nos objetivos do trabalho, foram definidos os requisitos do braço robótico, como número de eixos de movimento (graus de liberdade), tipo de acionamento (servo motores), carga máxima suportada, precisão, materiais a serem utilizados, tipo de controle (manual ou automático), entre outros. A estrutura do braço foi projetada utilizando software de modelagem 3D (como SolidWorks, Fusion 360 ou Tinkercad), com foco na leveza, funcionalidade e viabilidade de fabricação. As peças foram construídas com materiais acessíveis, como MDF, acrílico, plástico impresso em 3D. Foi desenvolvido um código em linguagem de programação compatível com o microcontrolador escolhido (por exemplo, Arduino IDE - C/C++), responsável por controlar os movimentos do braço robótico. O controle foi confeccionado contendo botões, interface via computador e comandos pré-programados. Após a finalização dos módulos mecânico, eletrônico e de controle, foi feita a montagem e integração do sistema completo. Todos os componentes foram fixados e conectados de forma segura para garantir a operação adequada do protótipo. Foram realizados testes funcionais para verificar se o braço robótico atende aos requisitos estabelecidos. Foram avaliados aspectos como: precisão dos movimentos, capacidade de repetição de tarefas, tempo de resposta dos comandos e estabilidade da estrutura. Durante todas as etapas do desenvolvimento, foi feita a devida documentação dos processos, decisões técnicas, resultados de testes e melhorias implementadas, a fim de garantir a rastreabilidade do projeto e facilitar futuras manutenções ou aprimoramentos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do sistema automatizado com esteira e braço robótico para manipulação e limpeza de garrafas representou um avanço importante na automação industrial, unindo componentes mecânicos, eletrônicos e de controle para criar um processo totalmente automatizado, preciso e eficiente. A esteira garantiu o transporte controlado das garrafas, enquanto sensores e câmeras permitiram ao braço robótico identificar, localizar e realizar a limpeza interna e externa de forma uniforme e rápida. O sistema trouxe redução de custos operacionais, diminuição de erros humanos e



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

aumento significativo da produtividade, além de assegurar maior padronização nas etapas do processo. Embora tenha apresentado excelentes resultados, ainda pode ser aprimorado com a integração de sistemas de monitoramento remoto e o reforço das medidas de segurança, garantindo ainda mais confiabilidade e proteção ao sistema. Graças à sua modularidade e flexibilidade, o projeto pode ser adaptado a diferentes indústrias, mostrando-se uma solução escalável e viável para otimizar linhas de produção, melhorar a qualidade dos processos e atender a demandas crescentes por eficiência no ambiente industrial.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Hardware do Arduino Braço Robótico Industrial. Disponível em:

<https://share.google/images/gKFeoctGx3TsgyAja>. Acesso em 21 de agosto de 2025.

Modulo do Braço Robótico Industrial. Disponível em:

<https://www.usinainfo.com.br/blog/modulo-regulador-de-tensao-e-componentes-qual-a-diferenca-entre-eles-e-qual-comprar/?srsltid=AfmBOopqar5IU1e9Jd3HLGE70SEMIfnCM8TRymNT3-RLUM5Ko5KMf1St> . Acesso em 22 de outubro de 2025.

Pulso do Braço Robótico Industrial. Disponível em:

<https://share.google/images/x3RzoyC759RFYnSOi>. Acesso em 24 de outubro de 2025.

Servo Motor do Braço Robótico Industrial. Disponível em:

<https://share.google/images/3uuNDcQF81gE935GA>. Acesso em 24 de outubro de 2025.

ANEXO

[code]

```
#include <SoftwareSerial.h>
```



Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

```
//int bluetoothTx = 52; // bluetooth tx to 52 pin
//int bluetoothRx = 50; // bluetooth rx to 50 pin
//SoftwareSerial bluetooth(blueetoothTx, bluetoothRx);
//Declaração das constantes
const int RELEesteira = 25; //constante led refere-se ao pino digital
const int Sensor_esteira = 2; //constante sensor de barreira
const int Botao_Ativa_Bluetooth = 3; // Botão ativa Bluetooth
const int led = 22; //Define que o pino 22 esta ativo braço em posição Automático
const int led1 = 23; //Define que o pino 23 esta ativo braço em posição Bluetooth
const int led2 = 24; //Define que o pino 24 ESTADO EM QUE O BRAÇO ROBOTICO
ESTA RETIRANDO E INDO GUARDA PEÇA
const int led3 = 26; //Define que o pino 26 ESTADO EM QUE A EMERGENCIA ESTA
ATIVA
const int led4 = 27; //Define que o pino 27 ESTADO EM QUE O ARDUINO ESTA
LIGADO
const int led5 = 28;
const int Botaostart = 7; // Botão start
const int BotaoEmergencia = 18; //Define que o pino 18 Botão de Emergência
//Variável que conterà os estados do botão (0 LOW, 1 HIGH).
int estadoSensor_esteira = 0;
int estadoBotao_Ativa_Bluetooth = 0;
int estadoBotaoEmergencia = 0;
int estadoBotaostart = 0;
// Bibliotecas auxiliares
#include <Servo.h>
// Definição de constantes
#define servoPinGarra1
    12 //A
#define servoPinCotovelo1 11 //C
#define servoPinOmbro1 10 //D
#define servoPinBase1
    9 //B
// Funções para movimento suave
```