

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ETEC TEREZA APARECIDA CARDOSO NUNES DE OLIVEIRA

ARTUR MEIRELES VENÂNCIO
CAIO MAIA COUTINHO
GUSTAVO CONCEIÇÃO DOS SANTOS
PEDRO HENRIQUE SOUZA ARAÚJO

PONTE LEVADIÇA

São Paulo – SP
2025

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ETEC TEREZA APARECIDA CARDOSO NUNES DE OLIVEIRA

ARTUR MEIRELES VENÂNCIO
CAIO MAIA COUTINHO
GUSTAVO CONCEIÇÃO DOS SANTOS
PEDRO HENRIQUE SOUZA ARAÚJO

Projeto apresentado como requisito da
disciplina Desenvolvimento de Trabalho de
Conclusão de Curso do Técnico de Nível
Médio em Automação Industrial.
Prof Me. Francisco Maia Duarte/ Prof
Eneias Zampoli Belan

São Paulo – SP
2025

ARTUR MEIRELES VENÂNCIO

CAIO MAIA COUTINHO

GUSTAVO CONCEIÇÃO DOS SANTOS

PEDRO HENRIQUE SOUZA ARAÚJO

TÍTULO DO TRABALHO: subtítulo, se houver

Projeto apresentado como requisito da
disciplina Desenvolvimento de Trabalho
de Conclusão de Curso do Técnico de
Nível Médio em Automação Industrial
Prof. Francisco Maia Duarte / Enéias
Zampoli Belan

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Enéias Belan e Francisco Maia, Daniele Velasques, pela orientação, disponibilidade ao longo da elaboração deste trabalho. Aos professores do curso de Automação Industrial, pelos ensinamentos compartilhados durante a trajetória acadêmica. À Escola Técnica Estadual Tereza Aparecida Cardoso Nunes de Oliveira, pelo apoio técnico e disponibilização de recursos essenciais para a realização deste trabalho. Aos colegas e amigos, pelo incentivo, troca de ideias e apoio ao longo da trajetória. Aos nossos familiares, pelo suporte emocional e ajuda.

RESUMO

O projeto Ponte Levadiça foi desenvolvido pelos alunos Caio Maia, Gustavo Conceição, Pedro Henrique e Artur Meireles, do terceiro ano do curso de Automação Industrial. O objetivo do projeto é criar uma ponte funcional cujas duas extremidades se elevam para permitir a passagem de um trem, simulando a operação de uma ponte levadiça real. Toda a estrutura da ponte foi produzida utilizando uma impressora 3D, garantindo precisão e um melhor acabamento. O trem utilizado no protótipo foi adquirido pronto, enquanto o movimento de abertura e fechamento da ponte será realizado por servomotores, que permitirão que as duas partes se elevem de forma síncrona. Sensores ultrassônicos serão utilizados para garantir a automação e a segurança do processo. Alguns deles identificarão a aproximação e a passagem do trem em pontos estratégicos, enquanto outros serão responsáveis por detectar a presença de veículos na ponte antes de qualquer movimento. Além disso, um semáforo RGB será utilizado para controlar o fluxo de veículos, impedindo a passagem quando a ponte estiver aberta ou em operação. Este projeto integra conceitos de mecânica, eletrônica e programação, demonstrando na prática a aplicação da automação industrial em sistemas reais de controle e segurança.

Palavras-chave: automação; ponte; trem

ABSTRACT

The Drawbridge project was developed by students Caio Maia, Gustavo Conceição, Pedro Henrique, and Artur Meireles, who are in their third year of the Industrial Automation course. The goal of the project is to create a functional bridge whose two ends lift up to allow a train to pass, simulating the operation of a real drawbridge. The entire bridge structure was produced using a 3D printer, ensuring precision and a better finish. The train used in the prototype was purchased ready-made, while the bridge's opening and closing movement will be performed by servo motors, which will allow the two parts to be raised synchronously. Ultrasonic sensors will be used to ensure automation and safety in the process. Some of them will identify the approach and passage of the train at strategic points, while others will be responsible for detecting the presence of cars on the bridge before any movement. In addition, an RGB traffic light will be used to control the flow of vehicles, preventing passage when the bridge is open or in operation. This project integrates concepts of mechanics, electronics, and programming, demonstrating in practice the application of industrial automation in real control and safety systems.

Keywords: automation; bridge; train

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Programação - Fonte: Próprio autor	17
Figura 2- Parte da ponte impressa em 3D - Fonte: Próprio autor.....	17
Figura 3 - Montagem da estrutura da ponte - Fonte: Próprio autor.....	18
Figura 4 - Montagem da estrutura do trem - Fonte: Próprio autor	18
Figura 5 - Madeira base do projeto - Fonte: Próprio autor	19
Figura 6 - Estrutura montada - Fonte: Próprio autor	19
Figura 7 - Instalação dos componentes - Fonte: Próprio autor.....	20
Figura 8 - Posicionamento do trem no trilho - Fonte: Próprio autor	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 O PROBLEMA.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	12
1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	12
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2 PROPOSIÇÃO.....	15
3 METODOLOGIA.....	16
RESULTADOS.....	17
CRONOGRAMA.....	18
ORÇAMENTO.....	19
REFERÊNCIA.....	20

1 INTRODUÇÃO

Ponte levadiça é um tipo de ponte móvel que levanta uma ou duas de suas extremidades para permitir a passagem de embarcações, trens ou outros veículos por baixo dela.

Ela é muito usada em locais onde existe tráfego tanto por terra quanto por água, e por isso precisa abrir quando algo maior precisa passar.

Como funciona:

- A ponte tem uma ou duas partes móveis chamadas de folhas.
- Essas partes são levantadas por sistemas mecânicos, como motores, engrenagens, cabos, contrapesos ou pistões.
- Quando a ponte está levantada, o trânsito de carros e pessoas precisa ser interrompido por questões de segurança.
- Quando a embarcação ou veículo passa, a ponte baixa novamente e o tráfego terrestre é liberado.

Onde é comum ver:

- Cidades com rios navegáveis.
- Portos.
- Regiões com grande circulação de barcos ou navios.

1.1 O PROBLEMA

Em sistemas reais de transporte ferroviário e viário, a passagem simultânea de trens e veículos em regiões onde ambos compartilham uma mesma via pode gerar riscos significativos, especialmente em áreas que exigem a circulação de embarcações, trens ou automóveis sobre estruturas móveis. A necessidade de garantir segurança, sincronização e controle automático nesses pontos é um desafio constante da automação industrial.

No contexto do projeto desenvolvido, identifica-se o problema da falta de um sistema automatizado capaz de coordenar, de forma eficiente, a passagem do trem e dos veículos em uma ponte que necessita ser levantada para permitir o tráfego ferroviário. Sem um mecanismo integrado de detecção, sinalização e acionamento, há risco de acidentes devido à presença de carros sobre a ponte no momento da abertura, bem como falhas na comunicação entre os elementos envolvidos.

Assim, o problema central deste estudo consiste em desenvolver um protótipo funcional de uma ponte levadiça automatizada, capaz de levantar suas duas extremidades para a passagem do trem, utilizando sensores ultrassônicos para identificar a presença do trem e de veículos, além de um sistema de semáforo RGB para controlar o fluxo de carros. A busca por um sistema eficiente, seguro e totalmente automatizado motiva a construção deste projeto, que simula uma solução viável para situações reais encontradas na indústria e na infraestrutura urbana.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar, por meio de uma maquete funcional, uma ponte levadiça que levanta suas duas extremidades para que o tráfego possa funcionar.

1.2.2 Objetivos Específicos

Controlar uma ponte elevadiça que se movimenta automaticamente de acordo com o tráfego.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A presente monografia delimita-se ao desenvolvimento e análise de um protótipo funcional de uma ponte levadiça automatizada, construído e programado pelos alunos do 3º ano de Automação Industrial. O foco do estudo concentra-se exclusivamente nos aspectos relacionados à automação, sensoramento, controle de movimento e segurança operacional envolvidos no funcionamento da ponte.

O trabalho não tem a intenção de realizar uma análise estrutural avançada, cálculos de engenharia civil ou investigação aprofundada sobre diferentes tipologias reais de pontes levadiças. Em vez disso, a pesquisa se restringe ao uso de modelagem em impressora 3D, à aplicação de servomotores como mecanismo de elevação das extremidades da ponte, à utilização de sensores ultrassônicos para identificação da presença do trem e de veículos, e ao emprego de um semáforo RGB para controle do fluxo de carros durante a abertura e fechamento do sistema.

Além disso, o estudo abrange apenas a lógica de funcionamento do protótipo, sua programação, os testes de operação e o processo de integração entre os componentes eletrônicos. Não se estende à implementação em escala real, custos industriais, normas específicas de infraestrutura urbana ou impactos ambientais.

Dessa forma, a delimitação deste trabalho concentra-se exclusivamente na criação, automação e validação de um protótipo educacional que representa, de forma simplificada, o funcionamento de uma ponte levadiça automatizada, permitindo compreender os princípios básicos de controle, segurança e sincronização aplicados em sistemas automatizados.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O estudo de uma ponte levadiça no contexto do nosso Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é relevante devido à sua complexidade estrutural e mecânica, além da aplicação prática em diversas situações, como a superação de obstáculos hídricos e a otimização do fluxo de tráfego. A ponte levadiça, com seu mecanismo de elevação, permite a passagem de embarcações sem interromper o fluxo de veículos terrestres, oferecendo uma solução versátil para a mobilidade urbana e fluvial.

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos: a Introdução, que apresenta o tema e objetivos; a Revisão da Literatura, que fundamenta teoricamente o estudo; a Proposição, que detalha as intenções do projeto; o Método, que descreve o desenvolvimento da maquete; e os Resultados, que expõem os resultados obtidos com o projeto.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A construção de pontes levadiças representa uma solução criativa e funcional para situações em que é necessário conciliar o tráfego terrestre com o aquático. Essas estruturas são especialmente comuns em regiões portuárias, canais ou rios onde há circulação de embarcações, exigindo um projeto que permita a abertura da ponte para a passagem dos barcos sem comprometer o trânsito de veículos ou pedestres.

Ao longo da história, as pontes levadiças passaram por uma grande evolução. No passado, eram feitas de madeira e operadas de forma manual, usando cordas e contrapesos. Com o avanço da tecnologia e dos materiais, começaram a surgir estruturas mais resistentes, feitas de aço e concreto, com sistemas de abertura baseados em motores elétricos, mecanismos hidráulicos ou pneumáticos (França, 2015). Hoje, é possível encontrar pontes automatizadas, controladas por sistemas eletrônicos que garantem segurança e eficiência.

Segundo Silva (2018), para que uma ponte levadiça funcione corretamente, é necessário levar em conta diversos fatores: o tipo de movimentação, o peso que ela deve suportar, a frequência de abertura e fechamento, e as condições do ambiente onde será instalada. Além disso, o uso de sistemas de automação, como microcontroladores (ex: Arduino), sensores de posição e motores de passo, tem se tornado cada vez mais comum, principalmente em protótipos e projetos acadêmicos (Campos, 2020).

Esses recursos tecnológicos permitem que o funcionamento da ponte seja mais preciso, seguro e confiável. Em muitos casos, a automação também facilita o controle remoto ou programado da estrutura, o que é bastante útil em situações onde não é possível fazer a operação manual com frequência.

Outro ponto importante é a necessidade de seguir as normas técnicas e de segurança previstas para esse tipo de construção. Isso garante que o projeto esteja adequado às exigências legais e minimize riscos durante a operação. Normas da ABNT e recomendações de órgãos como o DNIT costumam ser utilizadas como base para esse tipo de projeto.

Em resumo, a literatura consultada mostra que projetar uma ponte levadiça envolve muito mais do que simplesmente construir uma estrutura móvel. É preciso integrar conhecimentos de engenharia civil, mecânica, elétrica e automação, além de pensar em segurança, funcionalidade e viabilidade. Esses aspectos serão fundamentais para a elaboração e execução deste projeto.

3 PROPOSIÇÃO

Este projeto tem como proposta construir uma maquete funcional que demonstre o funcionamento da nossa Ponte levadiça e mostrando o tráfego através da nossa maquete e mostrar como funciona cada parte da nossa maquete.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Pesquisa bibliográfica

Levantamento de informações sobre o nosso projeto, sobre a ponte levadiça e como faríamos para ela se levantar, e para o que ela servia, e a programar o código também

Estudo de artigos, vídeos e manuais técnicos que serviram de base para a concepção do protótipo.

Objetivos:

fundamentar teoricamente o projeto e identificar componentes e metodologias adequadas.

Criar um planejamento detalhado que orientasse a construção física e a montagem dos sistemas.

Preparar a maquete para que o trem possa passar pelo trilho e para que a ponte se levante

Permitir o funcionamento dos sensores ultrassônicos e dos servos motores de forma prática e segura.



Figura 1- Programação - Fonte: Próprio autor

4.2 Planejamento do protótipo

Definição do layout da maquete, uma madeira pintada de preto pra simular o asfalto, a ponte em cima com carros em cima dela, o trem e o trilho que passam pelo meio da ponte e a parte do circuito do lado da ponte.

4.3 Construção da estrutura física

Montagem da base da maquete em madeira, pintura, aplicação do trilho onde o trem vai passar, a ponte 3D, o circuito que inclui um Arduino e um protoboard.



Figura 2- Parte da ponte impressa em 3D - Fonte: Próprio autor

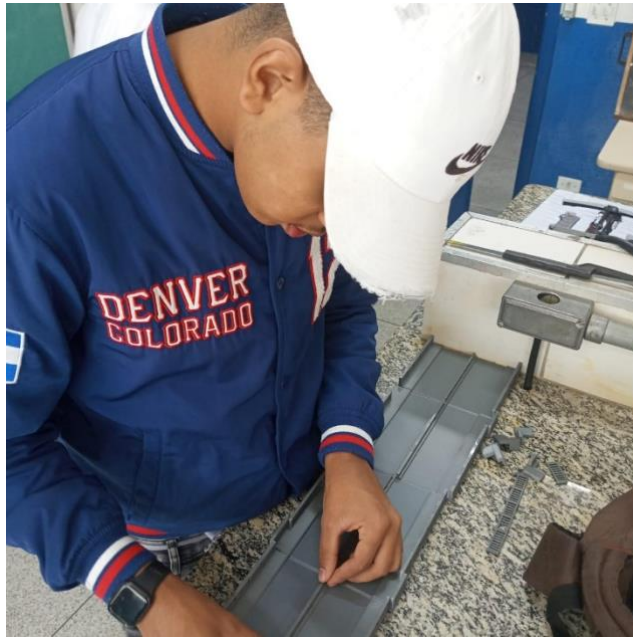


Figura 3 - Montagem da estrutura da ponte - Fonte: Próprio autor



Figura 4 - Montagem da estrutura do trem - Fonte: Próprio autor



Figura 5 - Madeira base do projeto - Fonte: Próprio autor

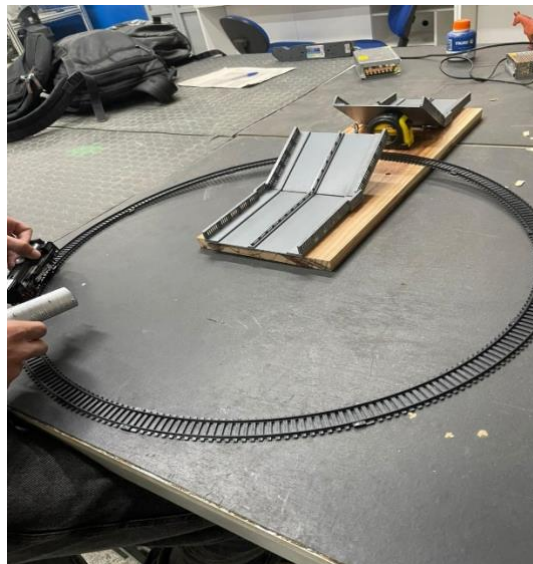


Figura 6 - Estrutura montada - Fonte: Próprio autor

4.4 Instalação dos sistemas automáticos

Integração dos sensores ultrassônicos, do semáforo RGB e dos servos motores conexão do semáforo, dos sensores ultrassônicos e dos servos motores, garantindo que cada sistema funcionasse de forma automática.

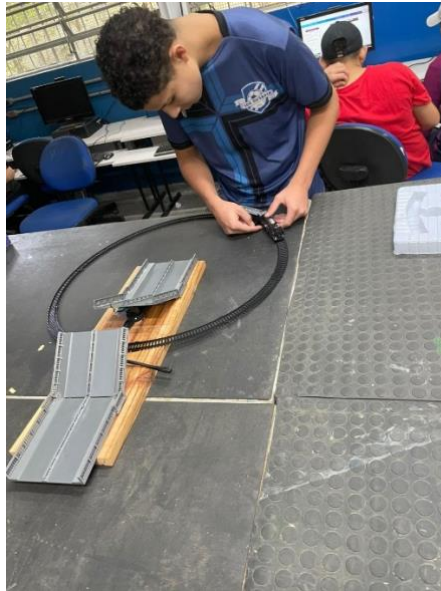


Figura 7 - Instalação dos componentes - Fonte: Próprio autor

4.5 Programação e testes de automação

Programação do Arduino para controlar o semáforo, para fazer o levantamento da ponte e para ativar o semáforo RGB

Testes de funcionamento de cada sistema, identificação de falhas e ajustes na lógica de controle.



Figura 8 - Posicionamento do trem no trilho - Fonte: Próprio autor

4.6 Ajustes finais e otimização

Revisão de ligações elétricas, reforço estrutural, ajustes na estética, verificação da eficiência dos sistemas e da parte automática da maquete.

4.7 Elaboração do relatório final

Registro detalhado das etapas, resultados obtidos, dificuldades encontradas e conclusões do projeto.

Organização de todas as seções do TCC conforme normas da ABNT.

Objetivo: produzir um documento final que refletisse fielmente o desenvolvimento e os resultados do projeto.

O cronograma foi estruturado de forma a permitir o acompanhamento contínuo do progresso, garantindo que cada etapa fosse concluída antes do início da segunda. Essa organização contribuiu para a execução eficiente do projeto, e assegurando a integração harmoniosa entre os sistemas físicos, elétricos e automáticos da maquete

5 RESULTADOS

Conseguimos fazer a montagem dos sensores ultrassónicos, que detecta quando o trem passa e deixa o farol vermelho para os carros pararem de andar, fizemos isso com o semáforo RGB que também conseguimos finalizar, a maquete está finalizada, conseguimos fazer a programação toda também

6 ORÇAMENTO

Semáforo RGB 24 reais

Ponte 3D 140 reais

Sensores Ultrassônicos 60 reais

Trem 90 reais

Cabo jumper 29 reais

Servos motores 47 Reais

Tinta preta 15 reais

REFERÊNCIAS

<https://ferromontagem.com.br/estrutura-metalica-para-ponte> acessado em 22/09/2025

<https://ctcinfra.com.br/construcao-de-pontes/> MELLO, P. A. Ponte levadiça: princípios de funcionamento e automação. Revista Engenharia Mecatrônica, v. 12, n. 3, p. 45–58, 2021. Acessado em 15/08/2025

<https://idea2you.com/2025/04/23/estruturas-moveis-como-criar-pontes-levadicas-e-passagens-automaticas/> de Engenharia Civil, v. 9, n. 2, p. 23–31, 2022. Acessado em 15/05/2025