

# SISTEMA AUTOMATIZADO DE PONTE ROLANTE PARA FINS DIDÁTICOS COM CONTROLE LOCAL E REMOTO

## AUTOMATED OVERHEAD CRANE SYSTEM FOR EDUCATIONAL PURPOSES WITH LOCAL AND REMOTE CONTROL

**Gabriel Rey Oliveira<sup>1</sup>,**  
**Carlos Henrique Menezes Franco de Souza<sup>2</sup>,**  
**Leticia Cominato Marcondes<sup>3</sup>,**  
**Vinícius Baratieri Suterio<sup>4</sup>,**

### RESUMO

O trabalho proposto apresenta um protótipo educacional de baixo custo desenvolvido para demonstrar conceitos da Indústria 4.0, utilizando uma ponte rolante automatizada como exemplo de integração entre sistemas mecânicos e tecnologias digitais. Embora as pontes rolantes tenham sido inicialmente associadas à Indústria 2.0, com a introdução da eletrificação e da automação de processos, atualmente podem ser totalmente integradas à Indústria 4.0. O protótipo é composto por motores automotivos de vidro elétrico nos eixos longitudinal e transversal, além de um motor de impressora no eixo vertical, todos controlados por módulos L298N e pela plataforma Arduino Uno. A operação pode ser realizada tanto localmente, por meio de joystick físico, quanto remotamente, via comunicação Bluetooth, oferecendo flexibilidade no controle e na interação com o sistema. Em outras palavras, são demonstradas tecnologias como automação inteligente, controle remoto e conectividade, essenciais para o funcionamento de sistemas industriais modernos. O movimento de cargas leves mostrou-se estável e preciso, validando o protótipo como ferramenta eficaz para o ensino de conceitos de integração eletromecânica, automação e controle. No entanto, foram observados desafios relacionados ao alinhamento estrutural e à sincronização dos motores, solucionados por meio de ajustes mecânicos e melhorias no algoritmo de controle. Apesar desses desafios, o protótipo cumpre o objetivo de ser de baixo custo e de ter aplicabilidade educacional. Além disso, apresenta grande potencial para aprimoramentos, como a adição de sensores de carga, a integração com a Internet Industrial das Coisas (IIoT) e o uso de protocolos de comunicação sem fio mais robustos, tornando-o cada vez mais alinhado aos conceitos da Indústria 4.0 e ao conceito de fábricas inteligentes.

**Palavras-chave:** ponte rolante; Arduino; automação; joystick; *Bluetooth*.

### ABSTRACT

The proposed work presents a low-cost educational prototype developed to demonstrate Industry 4.0 concepts, using an automated overhead crane as an example of integration between mechanical systems and digital technologies. Although overhead cranes were initially associated with Industry 2.0, with the introduction of electrification and process automation, they can now be fully integrated into Industry 4.0. The prototype consists of automotive electric glass motors on the longitudinal and transversal axes, along with a printer motor on the vertical axis, all controlled by L298N

modules and the Arduino Uno platform. The operation can be carried out both locally, through a physical joystick, and remotely, via Bluetooth communication, providing flexibility in control and system interaction. In other words, technologies such as intelligent automation, remote control, and connectivity are demonstrated, which are essential for the operation of modern industrial systems. The movement of light loads proved to be stable and accurate, validating the prototype as an effective tool for teaching concepts of electromechanical integration, automation, and control. However, challenges were observed regarding structural alignment and motor synchronization, which were resolved through mechanical adjustments and improvements to the control algorithm. Despite these challenges, the prototype meets its objectives of being low-cost and educationally applicable. Furthermore, it shows great potential for enhancements, such as the addition of load sensors, integration with the Industrial Internet of Things (IIoT), and the use of more robust wireless communication protocols, making it increasingly aligned with Industry 4.0 concepts and the smart factory paradigm.

**Keywords:** overhead crane; Arduino; automation; joystick; Bluetooth.

## 1 INTRODUÇÃO

A ponte rolante desempenha um papel fundamental em ambientes industriais, atuando como um equipamento indispensável para a movimentação de cargas com segurança, precisão e eficiência. Ao longo do tempo, esses dispositivos evoluíram de sistemas manuais e suscetíveis a falhas para soluções automatizadas, incorporando tecnologias que aumentam a confiabilidade, a flexibilidade e a integração com os princípios da Indústria 4.0. No ambiente educacional, o uso de protótipos em escala reduzida tem se consolidado como uma estratégia eficaz para aproximar os alunos de conceitos aplicados à automação e ao controle de processos industriais.

Apesar dos avanços tecnológicos, ainda se observa uma carência de recursos didáticos acessíveis que permitam aos estudantes experimentar, de forma prática e contextualizada, os desafios enfrentados na automação industrial. Essa lacuna limita o aprofundamento do aprendizado e a aplicação efetiva dos conhecimentos adquiridos em sala de aula. Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um protótipo didático de ponte rolante automatizada, com capacidade de operação tanto por meio de joystick físico quanto via controle remoto por Bluetooth. O projeto foi concebido com foco em simplicidade construtiva e baixo custo, visando sua aplicação em cursos técnicos e de engenharia.

A proposta contribui para a formação prática dos estudantes, ao mesmo tempo em que oferece possibilidades de expansão, como a integração de sensores, sistemas de supervisão em tempo real e recursos de Internet Industrial das Coisas (IIoT). Ao atender às demandas pedagógicas atuais e aproximar os alunos de cenários industriais modernos, o protótipo fortalece o processo de ensino e aprendizagem.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A automação na movimentação de cargas busca reduzir esforço humano, aumentar a segurança e otimizar a eficiência operacional (BELO, 2016). Em kits didáticos, esses conceitos podem ser aplicados em escala reduzida,

permitindo que estudantes compreendam, na prática, tecnologias utilizadas no ambiente fabril. A ponte rolante, amplamente utilizada em diversos setores, como por exemplo metalurgia, logística, construção civil, dentre outros, destaca-se pela precisão e segurança no transporte de materiais, e quando automatizada constitui um sistema mecatrônico que integra mecânica, eletroeletrônica e controle (SENAI, 2025).

O Arduino, com seu baixo custo e grande flexibilidade, facilita o controle de motores, sensores e a implementação de comunicação sem fio. (MONK, 2017). Em iniciativas educacionais, a integração de módulos como a ponte H L298N e interfaces como joysticks e Bluetooth, oferece diversas opções de interação com o projeto. (AROCA, 2012). Assim, a integração entre automação, mecatrônica e conectividade em protótipos, como por exemplo a ponte rolante, aproxima estudantes da realidade industrial e desenvolve competências alinhadas à Indústria 4.0.

O trabalho proposto enquadra-se como uma pesquisa aplicada e experimental, com finalidade da concepção e validação de um protótipo didático de baixo custo para ponte rolante automatizada. A proposta metodológica fundamentou-se na utilização de componentes de baixo custo e fácil acesso, com vistas à reprodução em ambientes acadêmicos e à exploração prática dos conceitos de automação e mecatrônica.

### 3 METODOLOGIA

O sistema proposto foi implementado a partir de um Arduino Uno, que atuou como unidade de controle. O acionamento dos motores foi realizado por três módulos ponte H L298N, sendo dois destinados ao acionamento dos motores de vidro elétrico automotivo (12Vcc), responsáveis pelas movimentações: longitudinal e transversal (eixos X e Y). E o último responsável pelo motor de elevação de carga (eixo Z), que consiste em um motor de impressora, também com alimentação 12Vcc. A interface de operação contemplou tanto o controle local, via joystick analógico, quanto o controle remoto, por meio do módulo *Bluetooth* HC-06 conectado a um aplicativo em um dispositivo Android. A estrutura mecânica, construída em perfis metálicos soldados, empregou sistemas de transmissão por correias para o deslocamento do carro de translação e a elevação da carga, assegurando robustez e precisão operacional.

A programação foi desenvolvida em C/C++ utilizando a IDE Arduino, integrando rotinas de controle bidirecional, modulação por largura de pulso (PWM) para variação de velocidade e mecanismos de proteção contra sobrecorrente. Os procedimentos metodológicos incluíram ajustes estruturais, testes individuais em cada eixo, validação do funcionamento integrado e posterior análise em modo de operação híbrido (local/remoto). Essa sequência possibilitou avaliar a confiabilidade do sistema e a adequação do protótipo aos objetivos de ensino e experimentação em automação industrial. A Figura 1 ilustra o fluxograma do projeto, bem como o protótipo real.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O protótipo de ponte rolante automatizada apresentou desempenho satisfatório nos três eixos de movimentação. Os eixos X e Y operaram de maneira estável, com torque suficiente para cargas leves, enquanto o eixo Z proporcionou deslocamento suave, adequado ao motor utilizado. O controle híbrido também se mostrou eficiente, garantindo respostas rápidas via joystick e flexibilidade de operação remota por *Bluetooth*.

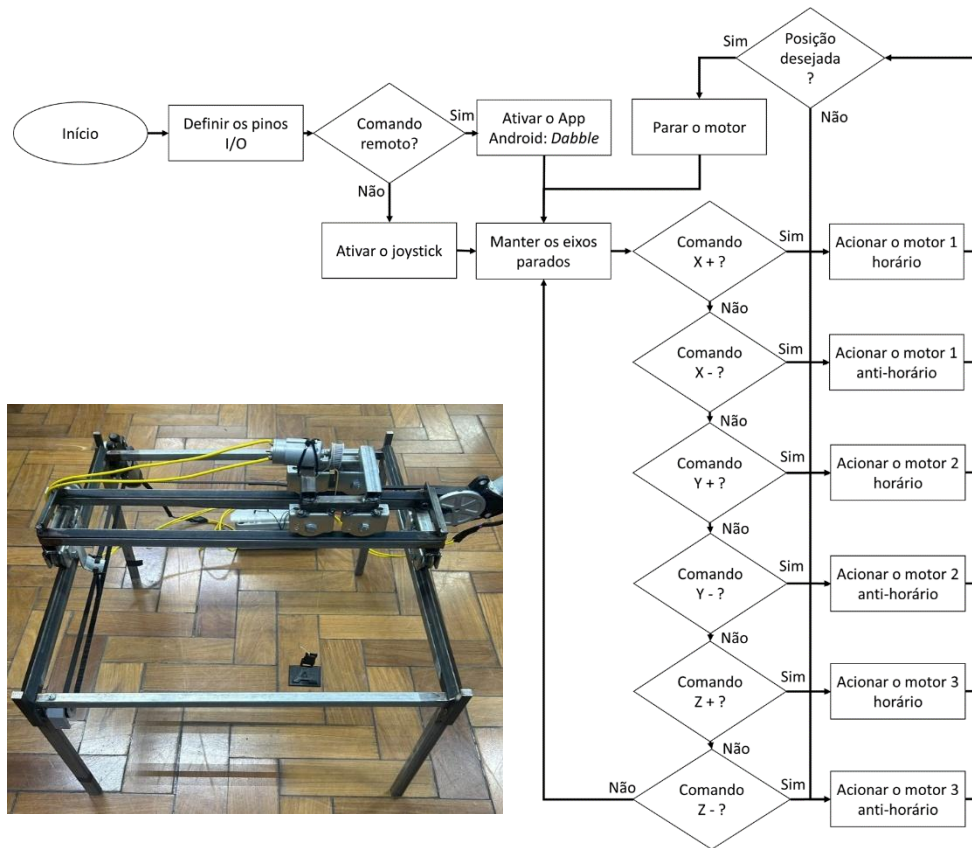


Figura 1: Protótipo físico da ponte rolante. Fonte: Autores

Durante os testes, destacaram-se desafios como o superaquecimento dos módulos ponte H, devido à corrente elevada dos motores. Foram necessários ajustes mecânicos e de programação para alinhamento das correias e sincronização dos movimentos. Apesar das limitações, o protótipo mostrou-se adequado como recurso didático, possibilitando a exploração de conceitos de automação e mecatrônica.

## 5 CONCLUSÃO

O protótipo de ponte rolante demonstrou ser uma solução educacional viável, economicamente acessível e alinhada à prática de automação industrial, permitindo a aplicação integrada de conceitos de eletrônica, programação e mecânica. Os resultados experimentais mostraram que o sistema atende de forma efetiva às metas propostas, apesar de limitações como o aquecimento dos módulos ponte H e a ausência de sensores de fim de curso. Mostrou ainda potencial de expansão, com a possível adição de sensores de carga, integração à IIoT e uso de protocolos de comunicação mais robustos, aproximando-o das condições industriais reais.

## REFERÊNCIAS

MONK, S. **Programação com Arduino: Comece a Criar seus Próprios Projetos**. Rio de Janeiro: Novatec, 2017.

BELO, J,R,F. **Análise do desempenho de movimentação de carga com plataforma: seguidor de linha ou trilho**. Trabalho de Conclusão de Curso - UNIPAMPA, 2016.

SENAI. **Apostila Ponte Rolante.** Disponível em: <https://pt.slideshare.net/ssuser22319e/apostila-ponte-rolante-senaipdf>. Acesso em: 22 ago. 2025.

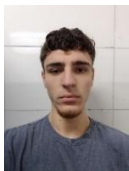
AROCA R,V. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional.** Tese de doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao SENAI “Almirante Tamandaré”, aos nossos familiares e ao orientador Prof. Vinícius B Suterio pelo suporte e apoio na elaboração do projeto e protótipo.

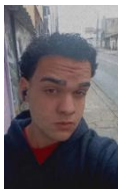
## SOBRE O(S)AUTOR(ES)

### i Gabriel Rey Oliveira



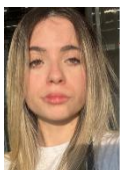
Concluinte do curso Técnico em Mecatrônica pelo SENAI. Competidor da WolrdSkills na modalidade de Desenho Mecânico em CAD, possui experiência em projetos mecânicos, modelagem 3D e integração de sistemas mecatrônicos. Tem interesse nas áreas de engenharia, inovação tecnológica e desenvolvimento de projetos.

### ii Carlos Henrique Menezes Franco de Souza



Concluinte do curso Técnico em Mecatrônica pelo SENAI. Possui experiência em apresentações para diferentes públicos, adquirida em atividades acadêmicas e institucionais. Tem interesse nas áreas de automação industrial, sistemas mecatrônicos e manutenção de equipamentos.

### iii Leticia Cominato Marcondes



Concluinte do curso Técnico em Mecatrônica pelo SENAI. Possui experiência em apresentações didáticas e organização de projetos. Tem interesse nas áreas de projetos mecânicos, desenhos técnicos e programação CNC.

### iiii Vinícius Baratieri Suterio



Possui Mestrado em Engenharia Elétrica, Especialização em Sistema Elétrico de Potência e graduação em Engenharia de Controle e Automação (UTFPR). Técnico em Automação Industrial (CEFET-SP). Atualmente é Instrutor do SENAI “Almirante Tamandaré”