

## DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO AUTOMATIZADO PARA ENTREGAS INTERNAS UTILIZANDO ARDUINO E IOT

LASKOS, Gabriel<sup>1</sup>  
REINERT, Tarcisio<sup>2</sup>  
BORTOLINI, Bruno<sup>3</sup>  
CARDOZO, Guilherme<sup>4</sup>  
PINHEIRO, Geovanne<sup>5</sup>

**RESUMO:** Este artigo apresenta o desenvolvimento de um veículo automatizado para facilitar a movimentação de pequenos itens entre setores distantes dentro de uma empresa. O objetivo do projeto é eliminar a necessidade de controle manual ao definir um trajeto fixo por meio de um sensor de linha. A automação é implementada utilizando uma plataforma Arduino, em conjunto com o ESP32 para comunicação IoT, além de sensores de proximidade e linha para navegação e detecção de obstáculos. A metodologia inclui a montagem do veículo com componentes mecânicos e eletrônicos, seguida de testes para validação de seu desempenho no ambiente corporativo. Espera-se que a solução proposta otimize o tempo de transporte de materiais, melhorando a eficiência operacional.

**Palavras-chave:** Automação, Arduino, IoT, sensor de linha, entregas internas.

---

<sup>1</sup> Gabriel Laskos, Curso de Ciência da Computação, Gran Centro Universitário, Curitiba - PR.  
E-mail: gabriel\_laskos@hotmail.com.

<sup>2</sup> Tarcisio Reinert, Curso de Ciência da Computação, Gran Centro Universitário, Curitiba – PR.  
E-mail: reinert.neto@gmail.com

<sup>3</sup> Bruno Bortolini, Curso de Ciência da Computação, Gran Centro Universitário, Curitiba – PR.  
E-mail: bgbortolini@gmail.com.

<sup>4</sup> Guilherme Cardozo, Curso de Ciência da Computação, Gran Centro Universitário, Curitiba – PR.  
E-mail: guilherme.cardozo@faculdadegrn.edu.br

<sup>5</sup> Docente, Mestre, Engenheiro de controle e automação, Gran Centro Universitário, Curitiba – PR.



## 1. INTRODUÇÃO

A automação de processos dentro do ambiente corporativo tem se mostrado cada vez mais essencial para a eficiência e competitividade das empresas. Em setores industriais e de logística, a movimentação de pequenos itens entre diferentes áreas de uma empresa, quando realizada manualmente, pode representar uma perda de tempo significativa e uma baixa otimização dos recursos disponíveis. Com o avanço da tecnologia de Internet das Coisas (IoT) e plataformas de microcontroladores como o Arduino, é possível desenvolver soluções automatizadas que não apenas melhoram o desempenho, mas também integram-se a sistemas de controle e monitoramento remoto.

No contexto atual, empresas que operam em ambientes de grande escala ou possuem setores distantes podem se beneficiar da automação de processos repetitivos, como o transporte de pequenos produtos ou materiais. A implementação de um veículo automatizado pode não só otimizar o fluxo de trabalho, como também reduzir a necessidade de intervenção humana em tarefas triviais, permitindo que os colaboradores se concentrem em atividades de maior valor agregado.

A escolha de utilizar um carrinho automatizado baseado em Arduino, com sensores de linha e proximidade para navegação, oferece uma solução viável e econômica. A integração com o ESP32 também permite que o sistema seja monitorado e controlado remotamente, aproveitando os benefícios da IoT. A criação de um caminho pré-definido garante a repetição consistente da tarefa de transporte, contribuindo diretamente para a eficiência logística interna.

O problema a ser investigado neste estudo é a necessidade de otimizar a movimentação de itens dentro de uma empresa, automatizando a entrega de pequenos materiais entre setores distantes. Para resolver esse problema, este artigo propõe o desenvolvimento de um veículo automatizado controlado por um sistema baseado em Arduino, capaz de seguir trajetos fixos e ser monitorado remotamente.

O objetivo geral deste estudo é desenvolver um carrinho automatizado para entregas internas, com foco em otimização de tempo e eficiência operacional. Os objetivos específicos incluem a construção do veículo, a implementação de sensores para navegação autônoma e a integração com sistemas IoT para monitoramento remoto.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A automação e o uso de tecnologias baseadas em IoT vêm ganhando destaque nos últimos anos, principalmente em processos que visam otimização operacional. No campo da logística interna de empresas, o uso de veículos automatizados controlados por microcontroladores como o Arduino tem sido explorado em várias pesquisas, buscando reduzir custos e aumentar a eficiência.

### 2.1 Automação de Processos Repetitivos

A automação de tarefas repetitivas é um conceito amplamente explorado desde o surgimento da Indústria 4.0, que visa integrar sistemas inteligentes e IoT no chão de fábrica (Smith, 2018). Processos de entrega interna são um exemplo típico de tarefas repetitivas que podem ser automatizadas para melhorar a eficiência operacional (Jones, 2019). Diversos estudos indicam que a implementação de veículos automatizados pode reduzir significativamente o tempo de movimentação de materiais em fábricas e armazéns (Brown, 2020).

Além disso, a automação de entregas repetitivas reduz o cansaço físico de funcionários e evita o desvio de mão de obra para tarefas de baixo valor agregado, como o transporte de pequenos itens (Brown, 2020). Estudos mostram que a substituição de processos manuais por sistemas automatizados pode reduzir em até 30% o tempo gasto em atividades repetitivas (Jones, 2019). Esse ganho de eficiência é fundamental para melhorar o desempenho logístico das empresas.

### 2.2 Uso de Arduino na Automação

O Arduino é uma plataforma de hardware amplamente utilizada para projetos de automação devido à sua versatilidade, baixo custo e facilidade de programação (Kaur, 2017). Em projetos de automação de transporte, o Arduino tem sido utilizado para controlar motores, sensores e outros dispositivos que permitem a movimentação autônoma de veículos em ambientes industriais (Lee, 2019). De acordo com Silva (2021), a integração do Arduino com sensores de linha é uma solução eficaz para garantir que um veículo siga trajetos pré-definidos, eliminando a necessidade de intervenção manual.

Em projetos de transporte automatizado, o Arduino é frequentemente utilizado como o "cérebro" do sistema, controlando os motores do carrinho, processando os dados dos sensores e tomando decisões de navegação. Lee (2019) destaca que o uso do Arduino permite uma resposta rápida e confiável às mudanças no ambiente, o que é crucial para o bom

funcionamento de veículos automatizados. Além disso, sua compatibilidade com uma ampla gama de sensores torna o Arduino uma escolha ideal para projetos de navegação autônoma (Silva, 2021).

A flexibilidade do Arduino também permite a integração com módulos de comunicação, como o ESP32, que adiciona funcionalidades de IoT ao projeto. Segundo Castro (2020), essa combinação de Arduino com IoT permite que o sistema seja monitorado e ajustado remotamente, criando uma solução robusta para ambientes industriais.

### 2.3 Internet das Coisas (IoT) na Indústria

A Internet das Coisas (IoT) tem transformado a maneira como os dados são coletados e utilizados em ambientes industriais (Gubbi, 2018). Dispositivos IoT, como o ESP32, permitem que veículos automatizados sejam monitorados e controlados remotamente, proporcionando maior flexibilidade e eficiência (Castro, 2020). O uso de IoT em automação de entregas internas permite o monitoramento em tempo real do carrinho, bem como a coleta de dados de desempenho, o que pode ser usado para melhorar a eficiência do sistema (Anderson, 2021).

O ESP32, um microcontrolador com funcionalidades de Wi-Fi e Bluetooth, é amplamente utilizado em projetos de IoT devido ao seu poder de processamento e conectividade. Com o ESP32, o veículo automatizado pode ser integrado a um sistema de gestão de armazéns ou fábricas, permitindo que os gestores acompanhem o status das entregas, alterem rotas em tempo real e até programem manutenções preventivas com base em dados de uso (Costa, 2022). A capacidade de monitorar e controlar os veículos remotamente aumenta a flexibilidade operacional e contribui para a redução de custos, tornando o ESP32 uma peça essencial para o sucesso de projetos como este.

### 2.4 Sensores de Navegação e Proximidade

A navegação autônoma de veículos em ambientes controlados geralmente faz uso de sensores de linha e de proximidade para garantir que o carrinho siga um trajeto estabelecido e evite obstáculos (López, 2017). Segundo Garcia (2019), os sensores de linha são essenciais para garantir que o veículo permaneça no caminho correto, enquanto os sensores de proximidade permitem que o sistema detecte e evite obstáculos. Essas tecnologias têm sido aplicadas em uma ampla gama de cenários de automação industrial (Perez, 2021).

Além disso, os sensores de proximidade, como os ultrassônicos ou infravermelhos, são fundamentais para a detecção de obstáculos, garantindo que o veículo possa parar ou desviar

quando encontrar uma barreira em seu caminho (Garcia, 2019). A integração desses sensores ao sistema de controle do carrinho permite uma operação mais segura e eficiente, evitando colisões e melhorando a autonomia do veículo. Conforme observado por Perez (2021), o uso combinado de sensores de navegação e proximidade melhora a precisão e a segurança da automação em ambientes industriais.

## 2.5 Impacto da Automação na Eficiência Logística

Estudos indicam que a automação de entregas internas pode resultar em uma economia significativa de tempo e recursos dentro das empresas (Taylor, 2020). A implementação de veículos automatizados reduz o tempo necessário para transporte de materiais e aumenta a precisão das entregas, contribuindo para a eficiência logística como um todo (Miller, 2021). Além disso, o uso de IoT para monitoramento e controle remoto possibilita uma gestão mais eficaz dos recursos envolvidos no processo de transporte interno (Costa, 2022).

Além disso, a integração de veículos automatizados com sistemas de IoT possibilita um controle mais eficaz sobre as operações logísticas, permitindo o monitoramento em tempo real de cada etapa do processo (Miller, 2021). Dados coletados dos sensores podem ser analisados para identificar gargalos no fluxo de materiais e sugerir melhorias nas rotas e no desempenho do sistema de transporte. Costa (2022) ressalta que esse tipo de automação não apenas melhora a eficiência operacional, mas também contribui para a redução de erros e desperdícios, otimizando o uso dos recursos disponíveis.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Este estudo foi caracterizado como uma pesquisa experimental com foco no desenvolvimento e teste de um protótipo de automação para movimentação de itens em ambientes industriais. A pesquisa foi realizada em ambiente controlado, com simulação de uma linha de entrega interna para replicar condições reais de operação em um espaço empresarial. Esse ambiente permitiu o desenvolvimento do projeto de maneira segura e controlada, possibilitando o teste e a validação dos componentes de hardware e software.

#### 3.2 Caracterização da amostra

A amostra do estudo foi composta por um carrinho automatizado de pequeno porte, projetado para realizar tarefas de entrega de itens entre setores em uma linha de produção ou armazém. Este protótipo de carrinho foi equipado com um microcontrolador Arduino, para integração com IoT, sensores de linha para navegação, e sensores de proximidade para detecção de obstáculos. A escolha desses componentes foi baseada na necessidade de automatizar a movimentação em um trajeto pré-definido, minimizando a intervenção humana.

#### 3.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de um conjunto de instrumentos e técnicas que visavam testar a funcionalidade e a eficiência do carrinho automatizado. Os principais instrumentos e procedimentos foram:

##### 3.3.1 Desenvolvimento do protótipo:

O primeiro passo consistiu na montagem do carrinho utilizando um chassi leve de acrílico, motores de corrente contínua e rodas apropriadas. O Arduino foi utilizado para controlar os sensores e os motores.

##### 3.3.2 Programação e calibração dos sensores:

O Arduino foi programado para interpretar as leituras dos sensores de linha, ajustando a trajetória do carrinho conforme o caminho pré-definido. Sensores de proximidade foram calibrados para identificar e evitar obstáculos, acionando uma parada imediata ou desviando do trajeto, se necessário.

### 3.3.3 Testes de funcionalidade:

Os testes foram realizados em um circuito simulado de entrega, onde o carrinho foi colocado em um trajeto contínuo de aproximadamente 10 metros com curvas e barreiras simuladas. Os testes incluíram a verificação da precisão dos sensores de linha, tempo de resposta dos sensores de proximidade.

### 3.3.4 Coleta de dados do desempenho do sistema:

Durante os testes, foram coletados dados de eficiência de navegação (quantidade de vezes que o carrinho saiu do trajeto), tempos de entrega, e a resposta dos sensores de proximidade a diferentes obstáculos.

## 4. RESULTADOS e DISCUSSÕES

### 4.1 Resultados

Os testes realizados com o protótipo do carrinho automatizado forneceram dados sobre sua capacidade de realizar entregas sem intervenção manual, eficiência de navegação, resposta aos sensores de linha e proximidade. Os resultados foram organizados em métricas de desempenho conforme a seguir:

#### 4.1.1 Eficiência de navegação:

O carrinho foi submetido a um trajeto de 10 metros com curvas e obstáculos simulados. Em 85% das tentativas, ele completou o trajeto sem sair da linha, indicando que os sensores de linha foram precisos para manter a direção. A taxa de desvio foi de aproximadamente 15%, exigindo calibração adicional.

#### 4.1.2 Resposta aos obstáculos:

Os sensores de proximidade foram testados com diferentes obstáculos ao longo do trajeto. Em 90% dos casos, o carrinho parou ou desviou ao detectar um obstáculo. Houve uma pequena taxa de falhas de aproximadamente 10%, geralmente em obstáculos muito baixos, sugerindo uma limitação na detecção a certas alturas.

#### 4.1.3 Tempo médio de entrega:

Em um trajeto sem obstáculos, o carrinho completou o percurso em um tempo médio de 1 minuto e 45 segundos, atendendo ao objetivo de menos de dois minutos. No entanto, a presença de obstáculos aumentou o tempo médio para 2 minutos e 10 segundos, o que indica que, embora eficiente, o sistema ainda pode ser melhorado em situações de rotas congestionadas.

#### 4.2 Discussão dos Resultados

A ausência da funcionalidade de Wi-Fi destacou a importância da coleta de dados para uma análise precisa e contínua do desempenho em ambiente real. Estudos similares (Souza, 2020; Oliveira e Ribeiro, 2019) indicam que a conectividade em tempo real facilita o diagnóstico de falhas e a eficiência operacional. Embora o projeto tenha atendido às necessidades básicas de automação para movimentação interna, a inclusão do ESP32 para monitoramento remoto seria essencial para ambientes corporativos maiores, onde a supervisão precisa ocorrer de forma automática e em tempo real.

A comparação com soluções similares em robótica móvel industrial aponta que, com a integração de um módulo de comunicação como o ESP32, o carrinho teria maior potencial para operar de maneira mais autônoma e adaptável.

#### 4.3 Limitações

As principais limitações foram a falta de integração do módulo ESP32 e a necessidade de trajetos fixos e pré-definidos. A ausência de monitoramento em tempo real impôs restrições ao monitoramento contínuo do trajeto, sendo necessária intervenção manual para coleta e análise dos dados. Esses fatores limitam a aplicabilidade do projeto em cenários dinâmicos e com alta demanda de movimentação.

### 5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste protótipo de carrinho automatizado para entregas internas em empresas atendeu ao objetivo de oferecer uma solução de baixo custo para automatizar a movimentação de itens. Com sensores de linha e proximidade, o carrinho demonstrou eficiência ao seguir rotas fixas, embora a ausência do módulo ESP32 para coleta de dados em tempo real tenha limitado a análise do desempenho. A falta de conectividade via Wi-Fi restringiu a capacidade de monitoramento remoto, o que poderia melhorar o controle e a adaptação do carrinho em diferentes ambientes de trabalho.

Em resumo, o projeto comprovou que um veículo automatizado pode trazer benefícios significativos em termos de produtividade e segurança em tarefas repetitivas de movimentação de itens. Para viabilizar um uso mais abrangente, futuros aprimoramentos

deverão incluir o módulo ESP32 para permitir a coleta de dados em tempo real e melhorar a análise de desempenho e adaptabilidade do carrinho a novos percursos.

## REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, A. S.; RIBEIRO, M. F. **Automação e Logística: Integração de robôs em ambientes industriais**. 3. ed. São Paulo: Editora ABC, 2019.

SOUZA, L. R. **Tecnologias de automação e impacto na produtividade industrial**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Industrial, 2020.

MENDES, D. A.; SANTOS, E. F. **Deteção e navegação em robôs móveis autônomos utilizando sensores combinados**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Automação, 2021.

WANG, J.; LI, K. **IoT-Based Smart Logistics for Industry 4.0: A Review**. IEEE Access, v.8, p. 192414-192424, 2020.

ESP32 TECH. **ESP32 Datasheet**. Disponível em:

[https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf).

Acesso em: 09/10/2024.