

## **Curso Técnico em Automação Industrial**

### **AUTOMAÇÃO DE DEPÓSITO VERTICAL**

### **VERTICAL WAREHOUSE AUTOMATION**

Gabriel da Silva Almeida<sup>1</sup>

Igor Carvalho Silva<sup>2</sup>

Isaias Silva Gonçalves<sup>3</sup>

**Resumo:** O projeto de deposito vertical automatizado visa maximizar a capacidade de armazenamento de mercadorias, permitindo que mais produtos sejam armazenados no mesmo espaço existente. Isso é alcançado por meio da utilização de estruturas verticais e sistemas de automação, que otimizam o uso do espaço e reduzem a necessidade de expansão física do armazém. A automação permite uma melhor gestão de estoque, possibilitando que você acompanhe em tempo real o movimento de mercadorias, tenha uma visão clara do estoque disponível e tome decisões informadas sobre a gestão de estoque.

**Palavras-chave:** Depósito Vertical automatizado, eficiência logístico, Arduino, Indústria 4.0, Controle, Customização.

**Abstract:** The automated vertical warehouse project aims to maximize the storage capacity of goods, allowing more products to be stored in the same existing space. This is achieved through the use of vertical structures and automation systems, which optimize the use of space and reduce the need for physical expansion of the warehouse. The automation allows for better inventory management, allowing you to monitor the movement of goods in real time, have a clear view of the available stock and make informed decisions about inventory management.

**Keywords:** Automated Vertical Deposit; Logistical Efficiency; Arduino; Industry 4.0; Control; Customization.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso Técnico em Automação Industrial, na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP - [almeida358006@gmail.com](mailto:almeida358006@gmail.com).

<sup>2</sup> Aluno do curso Técnico em Automação Industrial, na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP - [igoocarvalho@gmail.com](mailto:igoocarvalho@gmail.com).

<sup>3</sup> Aluno do curso Técnico em Automação Industrial, na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP - [isaias.tec.logistica@gmail.com](mailto:isaias.tec.logistica@gmail.com).

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a automação industrial desempenha um papel significativo na otimização dos processos de armazenagem para as empresas. Uma das soluções mais eficientes é a armazenagem vertical automatizada, que otimiza o uso do espaço, aproveitando a altura dos armazéns e agilizando as operações. Esses sistemas utilizam robôs e softwares de controle para realizar tarefas como armazenar, recuperar e transportar produtos com rapidez e segurança, especialmente em espaços com espaço limitado.

Existem diferentes tipos de armazéns automatizados: alguns com acesso direto às mercadorias, facilitando a recuperação e o armazenamento, e outros mais compactos, maximizando o espaço ao acomodar mais itens.

Muitas empresas em todo o mundo adotaram soluções de armazenagem vertical automatizada para aumentar a eficiência. Por exemplo, a Amazon é uma das maiores usuárias dessa tecnologia, empregando sistemas automatizados em seus centros de distribuição para acelerar a triagem e o envio de produtos. Esses sistemas ajudam a reduzir o tempo de busca e transporte, tornando toda a operação mais eficiente.

## 2 DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre depósito vertical automatizado, abordando os conceitos teóricos envolvidos, as técnicas e equipamentos utilizados, as normas técnicas relacionadas e suas aplicações em sistemas industriais. Para isso, serão realizadas pesquisas bibliográficas, revisões de normas técnicas, análises teóricas e simulações de sistema de automatização.

Com base nesse estudo, espera-se apresentar um panorama completo, fornecendo informações relevantes e atualizadas sobre o assunto e contribuindo para a disseminação do conhecimento técnico-científico na área da automação. Construção de um protótipo de depósito vertical automatizado, de baixo custo para aplicações fundamentalmente didáticas em sistemas flexíveis de manufatura.

### Atribuição Positivas

**Economia de Espaço:** Esses sistemas aproveitam entre 70% a 90% do espaço

### **Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

vertical, em comparação com apenas 40% em sistemas manuais. Além disso, eles facilitam o acesso aos produtos, pois os equipamentos automatizados realizam o transporte de forma rápida e eficiente.

**Redução de Erros:** Com um controle por software inteligente, há uma diminuição significativa nas falhas humanas, atingindo uma precisão de 99,9% na movimentação de itens e na separação. Isso ajuda a evitar retrabalhos e reduz custos operacionais.

**Aumento da Produtividade:** O tempo para recuperar itens é reduzido em 50%, acelerando os processos logísticos e minimizando erros humanos. Além disso, essa automação melhora a segurança do trabalho, já que os funcionários não precisam mais acessar prateleiras altas manualmente.

**1.** Aproveitamento eficiente do espaço: Permitem armazenar uma grande quantidade de itens em um espaço compacto, otimizando o uso do ambiente.

**2.** Acesso rápido e fácil: Com sistemas automatizados, é possível localizar e recuperar itens de forma ágil, economizando tempo.

**3.** Redução de erros: A automação diminui a chance de erros na separação e no armazenamento, garantindo maior precisão.

**4.** Segurança aprimorada: Os sistemas automatizados ajudam a proteger os produtos contra danos e furtos.

**5.** Melhoria na organização: Mantém tudo bem organizado, facilitando o controle de estoque e a gestão do armazém.

**6.** Redução de custos operacionais: Com menos necessidade de mão de obra para movimentar os itens, os custos podem diminuir.

### **Atribuições Negativas e Problema e Falhas**

As principais falhas no processo de armazenamento ocorrem devido à negligência em relação aos seguintes pontos.

**Custo inicial elevado:** A instalação e implementação do sistema podem exigir um investimento financeiro significativo, o que pode ser um desafio para algumas empresas.

**Manutenção e reparos:** Como qualquer tecnologia, esses sistemas precisam de manutenção regular e podem apresentar falhas, o que pode causar paradas na operação.

### **Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

**Dependência de tecnologia:** Caso haja uma falha no software ou hardware, toda a operação pode ser afetada, dificultando o funcionamento normal do depósito.

**Complexidade na adaptação:** Pode ser difícil adaptar o sistema a mudanças rápidas na demanda ou na variedade de produtos, exigindo ajustes técnicos.

**Limitações de capacidade:** Apesar de otimizar o espaço, há limites de capacidade que podem não atender às necessidades de empresas com volumes muito altos de armazenamento.

**Necessidade de treinamento:** Os funcionários precisam ser treinados para operar e fazer a manutenção do sistema, o que pode demandar tempo e recursos adicionais.

**Controle da quantidade de produtos:** Quando não se monitora corretamente a entrada e saída de itens, a supervisão do inventário se torna ineficiente.

**Eficácia no transporte interno:** O tempo que um operador leva para armazenar e recuperar itens manualmente é maior do que o necessário com máquinas, além de haver dificuldades na precisão e rapidez na movimentação das cargas.

**Solução recomendada:** Para solucionar essas falhas, é fundamental implementar uma gestão organizacional eficiente para acompanhar os estoques. Atualmente, a automação do processo é a solução mais eficaz para facilitar esse gerenciamento.

## **2.1 Coordenação de Sistemas automáticos**

A integração de sistemas automatizados em projetos já existentes é um processo complexo que envolve várias etapas e desafios. Primeiramente, é necessário realizar um planejamento minucioso, que inclua uma análise detalhada da infraestrutura atual, das tecnologias utilizadas e das necessidades específicas do projeto. Essa etapa é fundamental para identificar possíveis incompatibilidades e definir uma estratégia de implementação que minimize impactos operacionais. Durante a integração, é importante coordenar diferentes tecnologias, como hardware, software, redes e sistemas de controle, garantindo que todos funcionem de forma harmoniosa. Essa coordenação exige conhecimentos técnicos específicos e uma abordagem cuidadosa para evitar falhas ou interrupções nos processos já

## 2.2 Indústria 4.0 e Automação

A Indústria 4.0 representa a quarta revolução industrial, caracterizada pela integração de tecnologias digitais, como IoT (Internet das Coisas), Big Data, inteligência artificial (IA) e robótica avançada, nos processos industriais. No contexto de armazenamento vertical automatizado, essas tecnologias permitem:

**IoT:** Sensores conectados podem monitorar em tempo real a posição dos itens, a temperatura do ambiente e o status dos equipamentos.

**Big Data:** A coleta e análise de dados gerados pelo sistema podem otimizar a gestão de estoques, prever demandas e reduzir custos.

**IA e Machine Learning:** Algoritmos podem aprender com os padrões de movimentação de itens, sugerindo melhorias na organização do armazém.

**Sistemas AS/RS (Automated Storage and Retrieval Systems)**

Os Sistemas automatizados de armazenamento e recuperação, AS/RS são amplamente utilizados em armazéns automatizados. Eles consistem em:

**Estantes Verticais:** Projetadas para maximizar o uso do espaço.

**Equipamentos de Movimentação:** Como transelevadores e esteiras

**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**  
automatizadas.

- Software de Controle: Que gerencia a localização, movimentação e inventário dos itens.

### **2.3 Empresas consolidadas no mercado Automação 4.0**

#### **Amazon**

Sistema Utilizado: Amazon Robotics (anteriormente Kiva Systems).

Como funciona: A Amazon utiliza robôs autônomos (chamados "drives") que movimentam estantes móveis até os funcionários, eliminando a necessidade de deslocamento humano pelo armazém.

Benefícios: Aumento de 20% na produtividade e redução de 20% nos custos operacionais.

Aplicação: Centros de distribuição globais, especialmente para o setor de e-commerce.

#### **Alibaba**

Sistema utilizado: Armazéns inteligentes com transelevadores e sistemas de classificação automatizados.

Como funciona: Utiliza robótica avançada e inteligência artificial para gerenciar estoques e processar pedidos.

Benefícios: Capacidade de processar mais de 1 milhão de pedidos por dia.

Aplicação: Centros de distribuição na China e outros países.

#### **Mercado Livre**

Sistema utilizado: Automação de armazéns com robótica e sistemas de classificação.

Como funciona: Utiliza tecnologia para gerenciar estoques e processar pedidos de e-commerce.

Benefícios: Aumento da eficiência operacional e redução de tempo de entrega.

Aplicação: Centros de distribuição na América Latina.

#### **Elaboração do protótipo:**

Foram utilizados os seguintes materiais:

### Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos

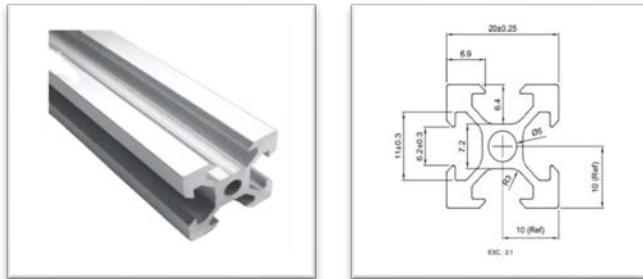


Figura 1 – Perfil De Alumínio 20x20 V-slot - C/ 500mm

**Perfil de Alumínio:** são usados para construir estruturas leves, mas resistentes, que suportam componentes mecânicos, como motores, rolamentos, eixos e correias



Figura 2 – [Thingiverse.com/thing:1765496](https://thingiverse.com/thing:1765496)  
Motor Nema 17HS4401 – 4,2kgf/m

**Motores Nema:** Eles são motores de passo que convertem pulsos elétricos em movimento mecânico incremental, permitindo o controle da posição, velocidade e torque.



Figura 3 - driver de motor de passo tb6600

**Driver Tb6600 Para Motor De Passo 4 A:** é um controlador de motor de passo projetado para controlar motores de passo bipolares e unipolares. Ele é capaz de fornecer uma corrente de saída de até 4A, o que o torna adequado para motores de

**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**  
passo de médio a grande porte.



Figura 4 - Arduino mega 2560 R3

**Arduino Mega 2560 Atmega:** A placa Arduino Mega é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto, utilizada para criar projetos de eletrônica, robótica, automação residencial entre outros.



Figura 5 - Fonte bivolt CFTV 12V 10A chaveada

**A Fonte Bivolt CFTV 12V 10A Chaveada** é um dispositivo que converte a tensão da rede elétrica (110V ou 220V) em uma tensão de saída de 12V, com uma corrente máxima de 10A.



Figura 6 - Rolamento Linear Com Flange Redonda Para Eixo De 10mm

**O Rolamento Linear com Flange Redonda para Eixo de 10mm** é um componente mecânico utilizado para suportar e guiar o movimento linear de um eixo ou haste. Aqui estão algumas características e aplicações comuns desse tipo de rolamento:

Rolamento linear: permite movimento suave e preciso ao longo do eixo

Flange redonda: facilita a fixação do rolamento em uma superfície plana



Figura 7 - Kit Fuso Tr8 X 500 Passo 2 + 2 Kp08 + Acopla 5 X 8

**Fuso Tr8 X 500:** O fuso é um componente mecânico que converte movimento rotativo em movimento linear. O "Tr8" se refere ao tipo de rosca do fuso, e "X 500" indica o comprimento do fuso (500 mm). O "Passo 2" se refere à distância que o fuso avança por rotação (2 mm por rotação). Esse componente é comumente utilizado em máquinas CNC, impressoras 3D e outros dispositivos que requerem movimento linear preciso.



Figura 7 - Barra Redonda Trefilada Inox 304 Ø 10mm X 300mm

**Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

Tabela 1. Preços dos materiais adquirido para elaboração do protótipo.

Item	Descrição Técnica	Quantidade	Preço	Preço Total	Loja
1	Perfil De Alumínio 20x20 V-slot - 1 Un C/ 500mm	6	R\$ 50,00	R\$ 300,00	Mercado Livre
2	Motor De Passo Nema 17 De 4,2kgf	3	R\$ 59,17	R\$ 177,51	Mercado Livre
3	Driver Tb6600 Para Motor De Passo 4a Cnc	3	R\$ 59,90	R\$ 179,70	Mercado Livre
4	Placa Mega 2560 R3 Ch340	1	R\$ 170,55	R\$ 170,55	Mercado Livre
5	Fonte Chaveada 10a 12v 120w Bivolt	1	R\$ 34,99	R\$ 34,99	Mercado Livre
6	Rolamento Linear Com Flange Redonda Para Eixo De 10mm	1	R\$ 23,99	R\$ 23,99	Mercado Livre
7	Kit Fuso Tr8 X 500 Passo 2 + 2 Kp08 + Acopla 5 X 8	3	R\$ 79,00	R\$ 237,00	Mercado Livre
8	Barra Redonda Trefilada Inox 304 Ø 10mm X 500mm	1	R\$ 47,99	R\$ 47,99	Mercado Livre
<b>TOTAL DOS VALORES INVESTIDO</b>					<b>R\$ 1.171,73</b>

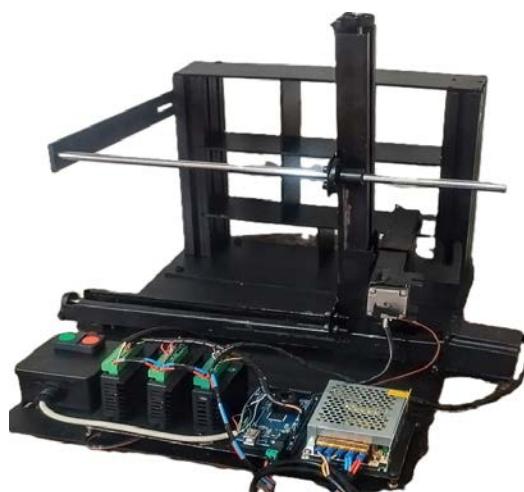


Figura 8 – Projeto Finalizado

**Desenvolvimento do Sistema:**

- Software de Controle: Desenvolvido em linguagem C++ para o Arduíno.
- Os motores são controlados por drivers Driver Tb6600, que recebem sinais do Arduíno.
- Simulações no software Tinkercad para validar a lógica de controle.

Protótipo físico em escala reduzida para testes de movimentação e precisão.

**Fluxo de Operação:**

1. O usuário insere um comando através de uma botoeira para recuperar ou guardar um item.
2. O sistema identifica a localização do item nas estantes.
3. Os motores movem o garfo automatizado até a posição correta.
4. O item é retirado e transportado até o ponto de coleta.

**3. Desafios Técnicos e Soluções**

*Sincronização de Motores:*

Dificuldade em garantir movimentos precisos e coordenados, devido a estrutura utilizada ter atrito entre os guias por serem de metais.

*Gestão de Falhas:*

Como o sistema se comporta em caso de falha de um motor ou sensor?

Solução: Implementação de algoritmos de redundância e recuperação automática.

*Integração com Sistemas Existentes:*

Dificuldade em conectar o sistema a softwares de gestão de estoque.

Solução: Desenvolvimento de APIs para integração com ERPs e WMS.

**4. Conclusão**

A automação industrial, especialmente no contexto de armazenamento vertical automatizado, tem se mostrado uma solução eficaz para os desafios enfrentados pelas empresas na gestão de estoques e logística. Ao utilizar tecnologias como robótica, sistemas de controle inteligente e integração com conceitos da Indústria 4.0 (IoT, Big Data e IA), os depósitos automatizados oferecem vantagens significativas, como a otimização do espaço, redução de erros humanos e o aumento da produtividade. Esses benefícios são relevantes em ambientes onde o espaço físico é limitado e a eficiência operacional é crítica.

O presente trabalho buscou explorar os conceitos teóricos, as técnicas e os equipamentos envolvidos no armazenamento vertical automatizado, destacando sua

### **Etec Jacinto Ferreira de Sá - 066 – Ourinhos**

aplicação em sistemas industriais. Por meio de pesquisas bibliográficas, revisões de normas técnicas e simulações, foi possível demonstrar como esses sistemas podem revolucionar a gestão de estoques, proporcionando maior precisão, agilidade e segurança nas operações logísticas.

No entanto, a implementação desses sistemas não está isenta de desafios. O custo inicial elevado, a complexidade de integração com infraestruturas existentes, a gestão de grandes volumes de dados e a resistência à mudança por parte dos colaboradores são obstáculos que precisam ser superados. Além disso demonstram que os benefícios superam os custos, especialmente quando considerados em longo prazo. A adoção de sistemas automatizados não apenas melhora a eficiência operacional, mas também posiciona as empresas para competir em um mercado global cada vez mais exigente.

Por fim, este trabalho contribui para a disseminação do conhecimento técnico-científico na área de automação, destacando a importância de investir em tecnologias inovadoras para otimizar processos logísticos. A implementação de sistemas de armazenamento vertical automatizado, aliada a práticas de sustentabilidade e eficiência energética, representa um passo significativo em direção a uma indústria mais inteligente, ágil e preparada para os desafios do futuro.

### **Referências Bibliográficas**

Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.**

Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). **\*The Handbook of Logistics and Distribution Management.**

Artigos recentes sobre AS/RS e IoT na automação logística.

<https://fabrimetalarmazenagem.com.br/blog/gestao-da-armazenagem/>

<https://www.ar-racking.com/en/blog/types-of-loads-in-a-warehouse-and-their-storage/>

Breyfogle, F. W. (2003). Implementing Six Sigma: **Smarter Solutions Using Statistical Methods.** John Wiley & Sons.

Hale, J. (2014). **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing.** Pearson.