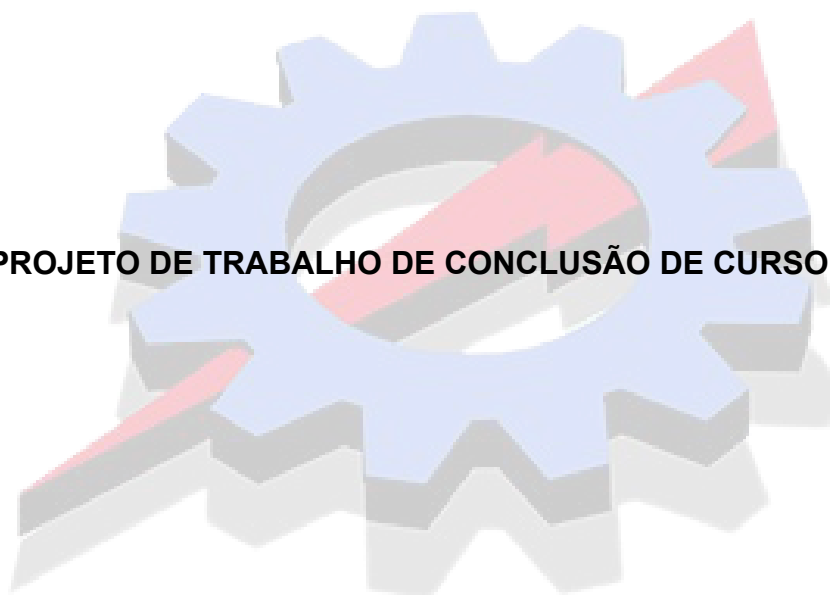


Guia 1

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO



SMARTSTOR

SISTEMA INTELIGENTE DE ARMAZENAMENTO AUTOMATIZADO

**BRUNO KONRAD DA SILVA
JOÃO VITOR ARAUJO DA SILVA
RENAN RAMOS FURTADO**

SÃO LEOPOLDO

2025

BRUNO DA SILVA KONRAD
JOÃO VITOR ARAUJO DA SILVA
RENAN RAMOS FURTADO

SMARTSTOR

SISTEMA INTELIGENTE DE ARMAZENAMENTO AUTOMATIZADO

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Thiago Lucena Schmidt e coorientação do professor Maicon Daniel Spader.

SÃO LEOPOLDO

2025

RESUMO

O projeto SmartStor propõe o desenvolvimento de um sistema automatizado de armazenamento voltado para a realidade da indústria brasileira, composto por gavetas motorizadas com controle de acesso por crachá e monitoramento integrado. O objetivo principal é aprimorar a organização, a segurança e a rastreabilidade dos recursos, enfrentando os desafios recorrentes de baixa produtividade e dificuldades de modernização dos processos industriais. A solução proposta busca otimizar o uso do espaço, reduzir perdas e aumentar a transparência operacional. Para isso, serão empregadas tecnologias acessíveis e de fácil implementação, como o Arduino Uno R3, servo motores, leitor RFID, display LCD e sensores indutivos. O projeto destaca a relevância da automação e digitalização no contexto da Indústria 4.0, oferecendo uma alternativa viável, econômica e adaptada à realidade das pequenas e médias empresas industriais brasileiras. Além disso, o trabalho busca preencher lacunas na literatura técnica quanto ao uso de tecnologias de baixo custo na automatização da gestão de recursos industriais. A metodologia adotada combina análises qualitativas e quantitativas, incluindo testes experimentais para avaliar o desempenho e a eficácia do protótipo desenvolvido. Os resultados esperados incluem o aumento da eficiência operacional, a redução de custos e a promoção de práticas industriais mais sustentáveis e inovadoras.

Palavras-chave: automação industrial; armazenamento automatizado; controle de acesso; rastreabilidade; Indústria 4.0.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Arduino Uno R3	19
Figura 2 – Driver para motor de passo	20
Figura 3 – Leitor RFID RC522	20
Figura 4 – Display LCD 16x2 com Backlight	21
Figura 5 – Sensor Indutivo de Proximidade Npn	22
Figura 6 – caixa gabinete com 3 gavetas	22
Figura 7 – Fonte de Alimentação 12V 2A	23
Figura 8 – Conjunto de Jumpers Macho Macho	24
Figura 9 – Placa de prototipagem 400 pontos	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da Arte	14
Tabela 2 – Cronograma	28
Tabela 3 – Recursos	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
RFID	Radio Frequency Identification (Identificação por radiofrequência)
LCD	Liquid Crystal Display (Visor de cristal líquido)
NPN	Tipo de transistor utilizado no sensor indutivo de proximidade

LISTA DE SÍMBOLOS

W – watt

N – Newton

Hz – hertz

A – ampere

V – volts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	11
1.2 PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 Objetivo Geral	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 JUSTIFICATIVA	13
2 ESTADO DA ARTE	14
2.1 Sistema de Armazenamento Inteligente	14
2.2 Armazém Automatizado com Controle de Acesso	15
2.3 Solução de Armazenamento Robótico	16
2.4 SmartStor	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Indústrias e Modernização dos Processos Produtivos	17
3.2 Gestão de Recursos e Armazenamento Automatizado	17
3.3 Rastreabilidade e Segurança na Indústria	18
3.4 Lacunas na Literatura e Contribuições da Pesquisa	19
3.5 Síntese Crítica	19
3.5.1 Microcontrolador Arduino Uno	20
3.5.2 Motores de Passo com Driver	20
3.5.3 Leitor RFID e Cartões	21
3.5.4 Display LCD	22
3.5.5 Sensores de Presença	23
3.5.6 Estrutura Física (gavetas e suporte)	23
3.5.7 Fonte de Alimentação	24
3.5.8 Conjunto de Jumpers	25
3.5.9 Placa de Prototipagem	25

4 METODOLOGIA	25
4.1 TIPO DE PESQUISA	26
4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	26
4.2.1 Arduino Uno R3	26
4.2.2 Motores de passo com Drivers	26
4.2.3 Leitor RFID RC522	26
4.2.4 Display LCD 16x2 com Backlight	27
4.2.5 Sensor Indutivo de proximidade Npn	27
4.2.6 Caixa Gabinete com 3 gavetas	27
4.2.7 Fonte de alimentação 12V 2A	27
4.2.8 Conjunto de Jumpers Macho Macho	27
4.2.9 Conjunto de Jumpers Macho Macho	27
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO	28
5 CRONOGRAMA	29
6 RECURSOS	30
7 RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A automação industrial continua sendo fundamental para o aumento da competitividade e da eficiência dos processos produtivos. No entanto, ainda enfrenta obstáculos no Brasil, como a baixa modernização e a falta de organização operacional, conforme dados recentes do IBGE (2025). Este estudo propõe o desenvolvimento de armários automatizados com gavetas motorizadas e controle de acesso por crachá, buscando soluções acessíveis e alinhadas aos princípios da Indústria 4.0. O principal objetivo é aprimorar a segurança, a rastreabilidade e a eficiência operacional, adaptando a tecnologia às necessidades específicas das pequenas e médias empresas brasileiras.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

O tema deste trabalho é a automação no armazenamento e controle de recursos industriais, com ênfase na aplicação de sistemas de armazéns automatizados, utilizando gavetas motorizadas e controle de acesso por crachá, com foco na otimização da gestão de recursos na indústria brasileira. A pesquisa abordará os benefícios proporcionados pela automação, como o aumento da segurança operacional, a redução de perdas e a garantia da rastreabilidade dos itens armazenados. A delimitação se dará em torno de sistemas de baixo custo, acessíveis e de fácil implementação, compatíveis com a realidade de pequenas e médias indústrias no Brasil, em consonância com as exigências da Indústria 4.0.

1.2 PROBLEMA

A implementação de um armário automatizado, com gavetas motorizadas e controle de acesso por crachá, pode contribuir para a melhoria da organização, segurança e rastreabilidade dos recursos na indústria brasileira, enfrentando desafios como a baixa produtividade e a necessidade de modernização dos processos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um armário automatizado com estantes motorizadas e controle de acesso por crachá, com a finalidade de otimizar o armazenamento de recursos industriais, aprimorar a organização e a segurança operacional, bem como assegurar a transparência e a rastreabilidade nas operações de retirada e devolução de itens.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo de desenvolver um armário automatizado com gavetas motorizadas e controle de acesso por crachá, o processo segue etapas estruturadas. Inicialmente, realiza-se o levantamento dos requisitos e a definição das especificações técnicas, considerando as necessidades da indústria brasileira e os objetivos do projeto. Em seguida, selecionam-se componentes e materiais acessíveis, priorizando custo-benefício e compatibilidade com o sistema. Na fase de design, são projetadas a estrutura física e o circuito elétrico do armário, integrando os motores, sensores, leitor RFID e demais dispositivos. Após isso, o software de controle é programado para gerenciar o acesso por crachá, a movimentação das gavetas e o monitoramento das operações. Com o protótipo montado, realiza-se uma série de testes para ajustar falhas e garantir o funcionamento adequado do sistema, avaliando aspectos como segurança, organização e rastreabilidade. Finalmente, compara-se a solução proposta com métodos tradicionais de armazenamento, documentando os resultados obtidos e validando a eficácia da proposta para atender às demandas de automação da indústria nacional.

1.4 JUSTIFICATIVA

A presente

pesquisa justifica-se pela necessidade de modernização dos processos industriais brasileiros, especialmente em pequenas e médias empresas que enfrentam desafios significativos relacionados à baixa produtividade, desorganização no controle de recursos e dificuldade de acesso a tecnologias modernas. De acordo com dados atualizados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), apesar de avanços pontuais, a indústria nacional ainda apresenta entraves estruturais à adoção de soluções automatizadas e digitais. Nesse contexto, o desenvolvimento de um sistema automatizado de armazenamento, baseado em gavetas motorizadas e controle de acesso por crachá, representa uma proposta inovadora, econômica e funcional, que visa contribuir para a melhoria da eficiência operacional, segurança e rastreabilidade de recursos no ambiente fabril. A solução proposta destaca-se por sua aplicabilidade prática, uso de tecnologias acessíveis e alinhamento às diretrizes da Indústria 4.0, promovendo a digitalização dos processos e o uso inteligente dos recursos disponíveis. Ademais, a pesquisa busca preencher lacunas existentes na literatura técnica, sobretudo no que se refere ao uso de sistemas automatizados de baixo custo e fácil implementação na gestão de estoques industriais. O público-alvo da proposta inclui engenheiros, técnicos, gestores industriais e profissionais da área de logística que buscam alternativas viáveis para a modernização de seus processos. Dessa forma, o presente estudo transcende o campo acadêmico e apresenta potencial de impacto direto na competitividade e sustentabilidade do setor industrial brasileiro.

2 ESTADO DA ARTE

Figura 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Sistema de Armazenamento Inteligente	João Paulo de Almeida e José Antônio da Costa	2020
Armazém Automatizado com Controle de Acesso	Renato Farias de Almeida e Gabriel Costa	2019
Solução de Armazenamento Robótico	Rodrigo Azevedo, Marcos Antônio Oliveira e Clara Lúcia Ferreira	2020

Fonte: Os autores (2025)

2.1 Sistema de Armazenamento Inteligente

O sistema de armazenamento inteligente descrito por Silva e Pereira utiliza gavetas motorizadas e tecnologia RFID para otimizar o controle de inventário. Ele proporciona uma gestão eficiente dos itens armazenados, com acesso facilitado às gavetas e rastreamento automatizado dos materiais. No entanto, esse sistema não oferece monitoramento contínuo em tempo real e não registra quem retirou ou devolveu os materiais, o que pode prejudicar a rastreabilidade das operações. O projeto proposto se diferencia ao integrar monitoramento em tempo real, exibindo informações detalhadas sobre as retiradas e devoluções, além de implementar um controle rigoroso de acesso por crachá, garantindo maior segurança e transparência nas movimentações dos itens.

2.2 Armazém Automatizado com Controle de Acesso

O sistema descrito por Costa e Almeida automatiza o armazenamento e o controle de inventário, utilizando gavetas motorizadas e tecnologia RFID para garantir o rastreamento preciso dos itens. A integração de controle de acesso restringe quem pode acessar os recursos, oferecendo uma camada extra de segurança. Contudo, esse sistema carece de um monitoramento contínuo, o que impede a visualização em tempo real das movimentações dos itens. O projeto proposto, em comparação, inclui monitoramento em tempo real das retiradas e devoluções, registrando todas as ações realizadas no sistema. Além disso, o controle de acesso é mais robusto, com o uso de crachás para limitar a entrada a usuários autorizados.

2.3 Solução de Armazenamento Robótico

O sistema de Andrade et al. utiliza atuadores e sensores para movimentar e organizar os itens armazenados. A automação permite um acesso eficiente aos itens, e o uso de sensores pode auxiliar na detecção de objetos armazenados. Porém, este sistema não possui um controle de acesso robusto, e o monitoramento das operações não é realizado de forma contínua. O projeto proposto melhora significativamente essa solução, implementando controle de acesso por crachá para garantir que apenas usuários autorizados possam acessar os itens. Além disso, o monitoramento em tempo real é uma característica chave, registrando as ações e proporcionando maior transparência e rastreabilidade nas movimentações dos itens.

2.4 SmartStor - Sistema Inteligente de Armazenamento Automatizado

O projeto proposto se diferencia dos sistemas existentes por integrar diversas funcionalidades que aumentam a segurança, a rastreabilidade e a eficiência operacional. Ele não apenas inclui gavetas motorizadas e tecnologia RFID, mas também adiciona controle de acesso por crachá, que restringe o uso dos itens a usuários autorizados, aumentando a segurança. Outro diferencial é o monitoramento em tempo real das retiradas e devoluções, que garante maior transparência e rastreabilidade das operações. A viabilidade econômica do projeto, utilizando componentes acessíveis como Arduino, motores de passo e sensores RFID, torna essa solução acessível para empresas brasileiras que buscam adotar tecnologias de automação com baixo custo e alta eficiência.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Indústrias e Modernização dos Processos Produtivos

A Indústria 4.0, caracterizada pela integração de tecnologias digitais, automação e conectividade, tem transformado os modelos tradicionais de produção. Conforme Schwab (2016), a quarta revolução industrial combina sistemas ciberfísicos, inteligência artificial e internet das coisas (IoT), promovendo maior flexibilidade e personalização dos processos. No entanto, a adoção dessas tecnologias no Brasil enfrenta desafios estruturais, como baixa produtividade e investimentos limitados em inovação (IBGE, 2023). Nesse contexto, a modernização dos processos produtivos, incluindo a digitalização e automação, torna-se essencial para aumentar a competitividade e sustentabilidade das empresas. Segundo Santos et al. (2021), soluções automatizadas podem reduzir desperdícios, otimizar o uso de recursos e melhorar a qualidade dos produtos, alinhando-se às demandas de mercados globais cada vez mais exigentes.

3.2 Gestão de Recursos e Armazenamento Automatizado

O armazenamento eficiente de recursos é um componente crítico na gestão operacional. Tecnologias como armários automatizados têm se destacado por sua capacidade de otimizar o uso do espaço, melhorar a rastreabilidade e reforçar a segurança. Conforme estudos de Silva e Pereira (2020), sistemas com controle automatizado permitem uma organização mais eficaz, reduzindo erros e perdas, enquanto atendem às exigências de transparência e conformidade regulatória. A utilização de gavetas motorizadas, integradas a sistemas de monitoramento e controle de acesso, tem sido apontada como uma solução viável para enfrentar os desafios da gestão de estoques em ambientes industriais. Oliveira et al. (2022) destacam que esses sistemas aumentam a eficiência operacional, diminuem o tempo de busca por materiais e previnem acessos não autorizados, contribuindo para a segurança e o controle interno.

3.3 Rastreabilidade e Segurança na Indústria

A rastreabilidade é um aspecto fundamental na gestão de recursos industriais. Ela permite o acompanhamento do ciclo de vida dos materiais, desde sua entrada no armazém até o uso final, garantindo maior controle e transparência. Estudos como o de Costa e Almeida (2019) demonstram que a implementação de tecnologias automatizadas facilita a rastreabilidade e contribui para a redução de desvios e desperdícios. Além disso, a segurança operacional é outro elemento crítico. Sistemas que restringem o acesso a recursos por meio de crachás personalizados, como o proposto neste projeto, atendem às normas de segurança e ajudam a prevenir incidentes. Segundo Andrade et al. (2020), tais tecnologias são especialmente relevantes em indústrias que lidam com materiais sensíveis ou de alto valor.

3.4 Lacunas na Literatura e Contribuições da Pesquisa

Apesar do avanço das tecnologias relacionadas à Indústria 4.0, a literatura aponta lacunas no desenvolvimento e aplicação de soluções adaptadas à realidade brasileira. Muitas indústrias ainda enfrentam dificuldades na implementação de sistemas automatizados devido aos altos custos e à complexidade de integração com os processos existentes (Silva & Costa, 2023). Este projeto contribui para preencher essas lacunas ao propor um sistema automatizado economicamente viável, de fácil implementação e adaptado às necessidades da indústria nacional. Ao integrar gavetas motorizadas, controle de acesso e monitoramento, a solução visa atender demandas de modernização, eficiência e segurança, fortalecendo a competitividade do setor.

3.5 Síntese Crítica

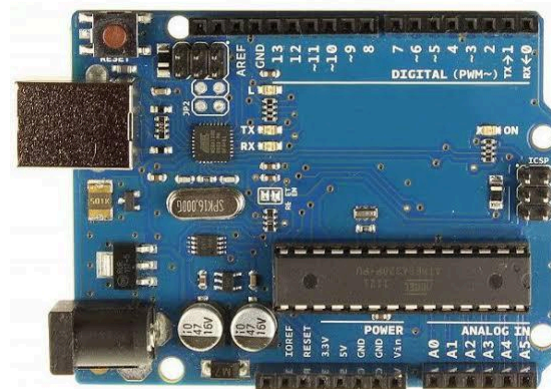
A literatura revisada demonstra que soluções automatizadas são fundamentais para a modernização dos processos industriais e para a superação de desafios relacionados à gestão de recursos. No entanto, a adoção dessas tecnologias na indústria brasileira ainda é limitada, evidenciando a necessidade de projetos como este, que combinam inovação tecnológica com viabilidade econômica. Portanto, este trabalho alinha-se às tendências globais da Indústria 4.0, ao mesmo tempo que atende às particularidades do cenário brasileiro, oferecendo

uma abordagem prática e eficiente para o armazenamento e controle de recursos industriais.

3.5.1 Microcontrolador Arduino Uno

Centraliza o controle do sistema, recebendo e processando sinais dos sensores e atuadores

Figura 1 - Arduino Uno R3



Fonte: AutoCore Robótica (2025)

3.5.2 Motores de Passo com Driver

Realizam a movimentação das gavetas, garantindo acesso eficiente e seguro ao conteúdo armazenado.

Figura 2 - Driver para motor de passo



Fonte: Kalatec Automoção (2025)

3.5.3 Leitor RFID e Cartões

Controla o acesso às gavetas, permitindo apenas usuários autorizados.

Figura 3 - Leitor RFID RC522



Fonte: Casa da Robótica (2025)

3.5.4 Display LCD

Fornece informações em tempo real sobre o status do sistema e registro de retiradas e devoluções.

Figura 4 - Display LCD 16x2 com Backlight



Fonte: Eletrogate (2025)

3.5.5 Sensores de Presença

Verificam a retirada ou inserção de itens nas gavetas, contribuindo para a rastreabilidade.

Figura 5 - Sensor Indutivo de Proximidade Npn



Fonte: Eletrogate (2025)

3.5.6 Estrutura Física (gavetas e suporte)

Suporta e organiza os itens armazenados, além de servir como base para os motores e sensores.

Figura 6 - Caixa gabinete com 3 gavetas



Fonte: Mercado livre (2025)

3.5.7 Fonte de Alimentação

Garantem o funcionamento contínuo e seguro dos componentes eletrônicos e mecânicos.

Figura 7 - Fonte de Alimentação 12V 2A



Fonte: Ponto da eletrônica(2025)

3.5.8 Conjunto de Jumpers

Interligam os componentes para transferência de energia e dados.

Figura 8 Conjunto de Jumpers Macho Macho

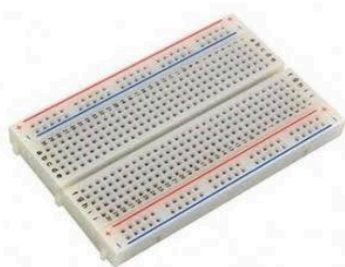


Fonte: Só tudo (2025)

3.5.9 Placa de Prototipagem

Facilita a montagem e organização do circuito, permitindo ajustes durante os testes.

Figura 9 - Placa de prototipagem 400 pontos



Fonte: My Robot Store (2025)

4 METODOLOGIA

Neste capítulo, descreveremos a metodologia utilizada para o desenvolvimento e avaliação do dispositivo de alerta contra enchentes e do sistema de evacuação da água. Metodologia irá falar sobre o tipo de pesquisa, os métodos e procedimentos, as ferramentas e técnicas utilizadas.

4.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa será quali-quantitativa, integrando aspectos qualitativos, como entrevistas e questionários com profissionais da indústria para identificar demandas e limitações, e aspectos quantitativos, como testes experimentais no protótipo para medir desempenho técnico, incluindo eficiência, velocidade e redução de erros. Os dados serão analisados estatisticamente para validar a solução proposta. Quanto aos objetivos, ela é exploratória ao investigar lacunas na gestão de recursos e armazenamento automatizado, descritiva ao detalhar as características do protótipo e os resultados dos testes, e explicativa ao analisar os impactos do protótipo na segurança, organização e rastreabilidade no ambiente industrial.

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2.1 Arduino Uno R3

Placa de desenvolvimento com microcontrolador ATmega328P, usada para controlar e interagir com outros dispositivos eletrônicos.

4.2.2 Motores de passo com Drivers

Motores que se movem em passos discretos, permitindo controle preciso de posição e velocidade, com driver para controle da direção e corrente.

4.2.3 Leitor RFID RC522

Módulo que lê e escreve em tags RFID para sistemas de identificação e controle de acesso.

4.2.4 Display LCD 16x2 com Backlight

Display de cristal líquido que exibe texto (16 caracteres por 2 linhas), com retroiluminação para visibilidade em ambientes escuros.

4.2.5 Sensor Indutivo de proximidade Npn

Sensor que detecta objetos metálicos sem contato físico, com saída digital de sinal.

4.2.6 Caixa Gabinete com 3 gavetas

Caixa para organizar e proteger componentes eletrônicos e ferramentas, com 3 gavetas para armazenamento.

4.2.7 Fonte de alimentação 12V 2A

Fonte que converte energia de 110V/220V para 12V DC, fornecendo alimentação para componentes eletrônicos.

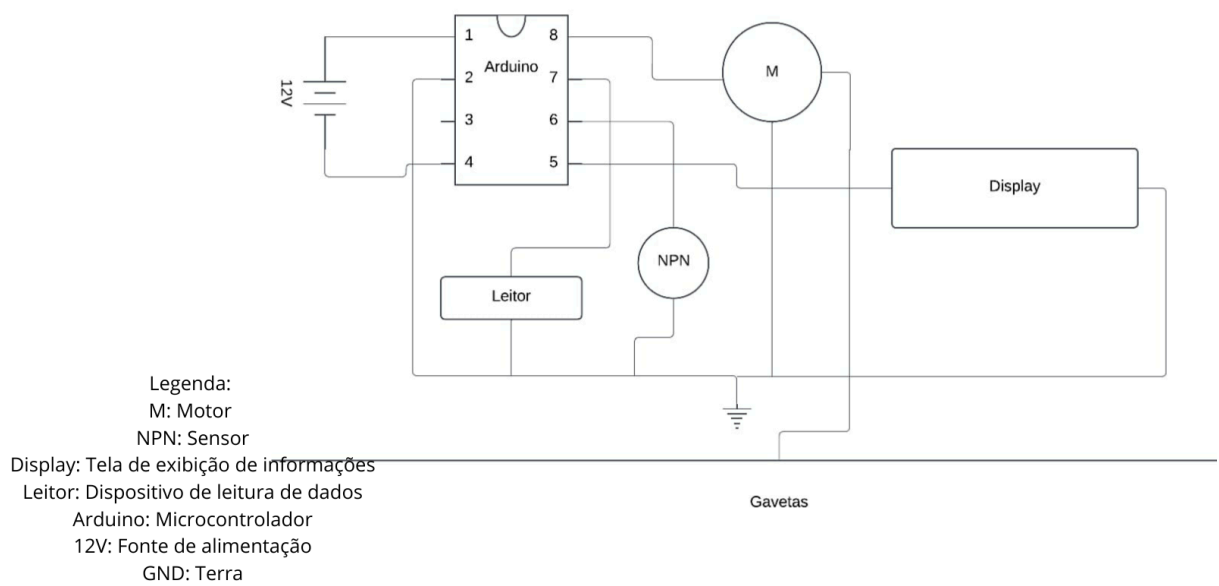
4.2.8 Conjunto de Jumpers Macho Macho

Fios com conectores macho em ambas as extremidades, usados para fazer conexões temporárias entre componentes.

4.2.9 Conjunto de Jumpers Macho Macho

Placa usada para montar circuitos temporários, permitindo a prototipagem rápida sem solda.

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO



5 CRONOGRAMA

2024			DEZ	JAN
Escolha do tema				
Levantamento de literatura científica				
Introdução				
Tema				
Problema				
Objetivos				
Justificativa				
Estado da Arte				
Fundamentação teórica				
Metodologia				
Cronograma				
Recursos				
Resultados esperados ou parciais				
Referências				
Avaliação do CRC				
Produção do Banner				

Fonte: Os autores (2025)

6 RECURSOS

Tabela 3 - Recursos

Material	Valor Unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Arduino Uno R3	R\$85,40	1	R\$85,40	AutoCore Robótica	03/01/2025
Motores de passo com Drivers	R\$2800,00	1	R\$2800,00	Mercado Livre	14/07/2025
Leitor RFID RC522	R\$18,50	2	R\$37,00	Mercado Livre	04/07/2025
Display LCD 16x2 com Backlight	R\$67,75	1	R\$67,75	Mercado Livre	04/07/2025
Sensor Indutivo de proximidad e Npn	R\$27,46	2	R\$54,92	Eletrogate	03/01/2025
Caixa Gabinete com 3 gavetas	R\$639,93	1	R\$639,93	Mercado Livre	04/07/2025
Fonte de alimentação o 12V 2A	R\$39,90	1	R\$39,90	Mercado Livre	04/07/2025
Conjunto de Jumpers Macho Macho	R\$23,92	1	R\$23,92	Mercado Livre	04/07/2025
Placa de Prototipagem 400 pontos	R\$142,40	1	R\$142,40	Eletrogate	04/07/2025
Valor final: R\$3.891,72					

Fonte: Os autores (2025)

7 RESULTADOS ESPERADOS

O produto final da pesquisa será um sistema de armazenamento automatizado, com gavetas motorizadas, controle de acesso por crachá e monitoramento integrado, visando otimizar a gestão de recursos industriais. Esse protótipo melhora a segurança, organização e rastreabilidade dos itens armazenados, além de reduzir perdas e otimizar o espaço. Socioeconômicas, ao promover a automação e digitalização da indústria brasileira, gerando eficiência, reduzindo custos operacionais e criando novas oportunidades de trabalho. Técnico-Científicas, ao integrar componentes acessíveis como Arduino, RFID e motores de passo, promovendo a inovação na área de automação industrial e contribuindo para a indústria 4.0. Ambientais, ao ser energeticamente eficiente e ajudar na redução de desperdícios e no fomento de práticas mais sustentáveis. Essa solução resolve o problema de baixa produtividade e dificuldade de modernização na indústria brasileira, sendo viável em termos de custos, prazos e recursos materiais. O protótipo tem uma contribuição significativa para o mercado e para a área de conhecimento em automação industrial.

REFERÊNCIAS

AUTOCOR ROBÓTICA. Placa microcontrolador ATmega328P-PU compatível com Arduino. Disponível em:

<https://www.autocorerobotica.com.br/placa-microcontrolador-atmega328p-pu-compativel-com-arduino>. Acesso em: 11 jan. 2025.

CASA DA ROBÓTICA. Kit leitor RFID RC522 cartão e tag MIFARE 13,56MHz. Disponível em:

<https://www.casadarobotica.com/internet-das-coisas/comunicacao/radio-frequencia/kit-leitor-rfid-rc522-cartao-e-tag-mifare-13-56mhz>. Acesso em: 11 jan. 2025.

ELETROGATE. Display LCD 16x2 I2C backlight azul. Disponível em:

<https://www.eletrogate.com/display-lcd-16x2-i2c-backlight-azul>. Acesso em: 11 jan. 2025.

ELETROGATE. Sensor indutivo de proximidade NPN. Disponível em:

<https://www.eletrogate.com/sensor-indutivo-de-proximidade-npn>. Acesso em: 11 jan. 2025.

MERCADO LIVRE. Caixa gabinete com 3 gavetas preto G3PT Fercar. Disponível em:

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3310394741-caixa-gabinete-com-3-gavetas-preto-g3pt-fercar-_JM. Acesso em: 12 jan. 2025.

PONTO DA ELETRÔNICA. Fonte de alimentação 12V 2A plug 2,1mm bivolt. Disponível em:

<https://www.pontodaeletronica.com.br/fonte-de-alimentac-o-12v-2a-plug-2-1mm-biv.html>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SOTUDO. Jumper macho x macho. Disponível em:

<https://www.sotudo.com.br/produto/jumper-macho-x-macho>. Acesso em: 12 jan. 2025.

MY ROBOT STORE. Placa de prototipagem 400 pontos. Disponível em:

<https://www.myrobotstore.com.br/grupo-padrao/subgrupo-padrao/placa-de-prototipagem-400-pontos>. Acesso em: 14 jan. 2025.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4212041/mod_folder/content/0/Schwab%20%282016%29%20A%20quarta%20revolucao%20industrial.pdf. Acesso em: 14 jan. 2025.

ABEPRO. Automação e robótica: eficiência na gestão de armazéns. Disponível em:

https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_383_34692.pdf. Acesso em: 14 jan. 2025.

NOKIA. Industry 4.0. Disponível em:

<https://www.nokia.com/thought-leadership/articles/industry-4-0>. Acesso em: 15 jan. 2025.

ESHIP. Automação e robótica: eficiência na gestão de armazéns. Disponível em:

<https://eship.com.br/automatizacao-e-robotica-eficiencia-na-gestao-de-armazens/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Roubos ou furtos de patrimônio afetam 54% das empresas, diz estudo da CNI. Disponível em:

<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/politica-industrial/roubos-ou-furtos-de-patrimonio-afetam-54-das-empresas-diz-estudo-da-cni/>. Acesso em: 17 jan. 2025.