

ETEC Rosa Perrone Scavone

Clara Jimenez Mancini Pereira

Leticia Pereira Massiero

Mariana Lima Moraes

PAINEL DE FERRAMENTAS INTELIGENTE

ITATIBA
2025

Clara Jimenez Mancini Pereira

Leticia Pereira Massiero

Mariana Lima Moraes

PAINEL DE FERRAMENTAS INTELIGENTE

PROJETO APRESENTADO PELO CURSO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DA ETEC ROSA PERRONE SCAVONE, NO ANO DE 2025. DESENVOLVER UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROLE E MONITORAMENTO DE FERRAMENTAS, POR MEIO DA INTEGRAÇÃO ENTRE ARDUINO, TECNOLOGIA RFID E SENSORES ÓPTICOS, CAPAZ DE IDENTIFICAR O USUÁRIO E REGISTRAR, EM TEMPO REAL, A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DAS FERRAMENTAS EM UM PAINEL INTELIGENTE.

Orientador: Prof. Me. Anderson Wilker Sanfins

Coorientador: Prof. Me. Leonardo Delforno

ITATIBA
2025

Dedicação

À Fernando Santos Martins, Victor Pascoal Conrado e Jonatas Silva Almeida.

AGRADECIMENTOS

Aos professores, Anderson Wilker Sanfins e Tais Pereira, por todos os conselhos, as ajudas, correções e paciência que possibilitaram o êxito deste projeto. A direção e vice direção, Alex Paulo da Silva e Wellington Fernandes, que acreditaram em nosso empenho para a realização do projeto. Aos nossos pais e irmãos que nos incentivaram em momentos difíceis, compreendendo nossa ausência durante a realização do projeto.

“A engenharia é a arte de organizar e dirigir a natureza de acordo com nossos desejos”.

Gustave Eiffel

RESUMO

O presente projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um painel de ferramentas inteligente, utilizando tecnologias acessíveis como Arduino, sensores ópticos e leitor RFID, com foco no controle automatizado de ferramentas em ambientes educacionais e industriais. O sistema é capaz de identificar usuários por meio de cartões RFID e registrar, de forma automática, a presença ou ausência de cada ferramenta por meio de sensores ópticos individuais posicionados em seus respectivos compartimentos. Essa solução promove maior organização, segurança e rastreabilidade, reduzindo o extravio de materiais e facilitando a gestão dos recursos disponíveis. Além do ganho prático, o projeto reforça a aplicação de conceitos de eletrônica embarcada, automação e controle, sendo uma importante ferramenta de aprendizado para estudantes da área técnica.

Palavras-Chave: Automação, RFID, Gestão de Ferramentas.

ABSTRACT

This project aims to develop an intelligent tool panel, using accessible technologies such as Arduino, optical sensors and RFID reader, with a focus on automated tool control in educational and industrial environments. The system is capable of identifying users through RFID cards and automatically recording the presence or absence of each tool through individual optical sensors positioned in their respective compartments. This solution promotes greater organization, security, and traceability, reducing the loss of materials and facilitating the management of available resources. In addition to the practical benefits, the project reinforces the application of concepts in embedded electronics, automation, and control, serving as an important learning tool for students in the technical field.

Key-Words: Automation, RFID, Tool Management.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IDE - Ambiente de Desenvolvimento Integrado

LCD - Display de Cristal Líquido (Liquid Crystal Display)

RFID – Identificação por Radiofrequência (*Radio-Frequency Identification*)

RFID RC522 – Marca de um modelo de cartão de identificação por rádio frequência

UID - Identificador Único (Unique Identifier)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	231
3 METODOLOGIA	242
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	275
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	297

1 INTRODUÇÃO

A gestão de ferramentas e equipamentos em ambientes industriais e educacionais é um desafio recorrente. De acordo com um estudo de NYBERG (2025), empresas de manufatura podem perder até 15% de produtividade devido à má organização ou extravio de ferramentas. Em instituições de ensino técnico, o problema assume ainda uma dimensão pedagógica, prejudicando o andamento de aulas práticas e impactando a formação de competências essenciais para o mercado de trabalho.

Historicamente, o controle de ferramentas sempre foi feito de maneira manual, com registros em planilhas ou fichas físicas. Esse método, embora simples, é suscetível a falhas humanas, esquecimento de registros e dificulta a rastreabilidade em casos de perda ou mau uso. Com o avanço da eletrônica embarcada e da computação física, surgem soluções baseadas em microcontroladores, sensores e redes de comunicação capazes de automatizar esse processo com maior confiabilidade.

Nesse cenário, o projeto Painel de Ferramentas Inteligente com Arduino e RFID propõe uma abordagem prática e moderna: a utilização de leitores RFID para identificação do usuário e de sensores ópticos para verificar a presença ou ausência das ferramentas no painel. Cada ferramenta possui uma baia individual com sensor, permitindo o monitoramento contínuo e preciso. Ao retirar ou devolver um item, o sistema registra o evento e vincula a ação a um usuário identificado por um cartão RFID.

Além de promover organização, segurança e rastreabilidade, o sistema pode ser integrado a interfaces de exibição (como displays LCD ou plataformas web) e bases de dados para controle histórico e geração de relatórios. Essa solução pode ser aplicada não apenas em escolas técnicas, mas também em empresas de manutenção, oficinas mecânicas, indústrias de montagem, entre outros setores onde o controle de ferramentas é crítico.

No âmbito educacional, o projeto também oferece uma rica oportunidade para o aprendizado interdisciplinar. Estudantes aplicam conceitos de eletrônica digital, sensores, lógica de programação, automação industrial e segurança do trabalho, promovendo o desenvolvimento de competências práticas exigidas pelo mercado atual.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema automatizado de controle e monitoramento de ferramentas, por meio da integração entre Arduino, tecnologia RFID e sensores ópticos, capaz de identificar o usuário e registrar, em tempo real, a presença ou ausência das ferramentas em um painel inteligente.

2.2 Objetivos Específicos

- Projetar e montar um painel físico organizado, com compartimentos individuais para cada ferramenta;
- Integrar sensores ópticos a cada compartimento, permitindo a detecção automática da retirada e devolução das ferramentas;
- Utilizar leitor RFID para identificação do usuário responsável por cada movimentação;
- Implementar um sistema de registro em tempo real, capaz de exibir informações em display LCD ou monitor serial;
- Desenvolver um código em linguagem C/C++ para controle das ações e tratamento dos dados no microcontrolador Arduino;
- Promover maior organização, segurança e rastreabilidade no uso de ferramentas em ambientes educacionais ou industriais;
- Estimular o uso de tecnologias de automação e controle no contexto da formação técnica dos alunos.

3 Metodologia

O desenvolvimento do projeto “Painel de Ferramentas Inteligente com Arduino e RFID” foi conduzido de forma estruturada, com foco na aplicação prática dos conhecimentos adquiridos no curso técnico. O objetivo principal foi criar um sistema funcional, confiável e de baixo custo, capaz de controlar o uso de ferramentas de maneira automatizada, segura e rastreável.

A primeira etapa do processo consistiu na definição dos requisitos do sistema, estabelecendo que o painel deveria ser capaz de: (i) identificar os usuários autorizados por meio de tecnologia RFID, (ii) detectar automaticamente a presença ou ausência de ferramentas em compartimentos específicos, (iii) acionar uma fechadura eletromagnética para controle de acesso e (iv) reiniciar o sistema automaticamente após o uso, garantindo segurança e reutilização contínua. Essas funções foram pensadas com base em situações reais enfrentadas em oficinas escolares e ambientes produtivos, onde a perda ou má gestão de ferramentas é recorrente.

Com os requisitos definidos, a equipe iniciou a seleção dos componentes eletrônicos. Optou-se pela utilização do microcontrolador Arduino UNO, devido à sua versatilidade, ampla compatibilidade com sensores e facilidade de programação. Para o controle de acesso, foi adotado o módulo RFID RC522, conectado ao barramento SPI do Arduino. Cada cartão RFID utilizado pelos usuários possui um código único (UID), o qual foi previamente cadastrado no código do programa. O acesso ao painel somente é liberado se o UID apresentado corresponder a um dos códigos autorizados.

A detecção das ferramentas foi realizada por meio de sensores ópticos infravermelhos TCRT5000, que funcionam com base na emissão e recepção de luz refletida. Cada ferramenta foi posicionada sobre um sensor, de modo que, ao ser retirada, o feixe infravermelho fosse interrompido. O sistema, então, reconhece a ausência da ferramenta e registra essa ação em tempo real. Cada sensor foi conectado a uma porta digital do Arduino, permitindo a leitura individualizada de até quatro compartimentos no protótipo inicial.

A estrutura física do painel foi construída em um quadro de comandos elétricos, com “berços internos” adaptados para comportar as ferramentas e embutir os

sensores ópticos. O leitor RFID foi instalado na parte lateral externa do painel, facilitando a apresentação dos cartões. A fechadura eletromagnética, por sua vez, foi montada na porta do painel e controlada por meio de um módulo relé, também acionado pelo Arduino. Para garantir a segurança e o encerramento automático do ciclo de uso, foi integrado um sensor magnético de porta (red switch), responsável por detectar o fechamento do painel e acionar o travamento da fechadura novamente.

Do ponto de vista do software, todo o código foi escrito em linguagem C/C++, utilizando a IDE oficial do Arduino. O programa foi dividido em funções específicas: leitura e verificação do cartão RFID, controle da fechadura, verificação dos sensores com detecção de mudança de estado, e reinicialização do sistema. A estrutura modular do código facilitou a organização e a manutenção do sistema, além de permitir futuras expansões.

O sistema funciona em duas etapas principais. Primeiramente, aguarda a aproximação de um cartão RFID. Ao identificar um cartão autorizado, o sistema destrava a fechadura por meio do relé e ativa a leitura contínua dos sensores ópticos. Cada alteração no estado de presença/ausência de ferramenta é impressa no monitor serial com mensagens claras e específicas. Enquanto a porta do painel estiver aberta, o monitoramento se mantém ativo. Quando o sensor magnético detecta o fechamento da porta, o sistema automaticamente trava a fechadura, reinicia as variáveis internas e volta ao modo de espera, garantindo ciclos seguros de operação.

Foram realizados diversos testes com cartões válidos e inválidos, simulando situações reais de uso. Os sensores apresentaram comportamento estável, com detecção precisa da retirada e devolução das ferramentas. O sistema também se mostrou robusto em relação ao acionamento da fechadura e ao controle de ciclos completos, desde a liberação inicial até o bloqueio final.

O Projeto tem um custo estimado de R\$ 200,00 (sem as ferramentas que irão ser alocadas dentro do painel) e foi totalmente desenvolvido nos laboratórios da ETEC Rosa Perrone Scavone. Em nosso projeto conseguimos doações dos itens de maior valor (Arduino, sensores ópticos, leitor RFID, RFID RC522 e quadro para montagem) e os componentes de menor (componentes, botões, leds, fios, etc.) foram disponibilizados pela escola técnica.

Além do sucesso técnico, a construção do projeto representou uma rica experiência educacional. O trabalho envolveu atividades multidisciplinares, como lógica de programação, montagem de circuitos eletrônicos, uso de sensores, controle de relés, leitura de dispositivos RFID e noções de segurança aplicada à automação. O protótipo final demonstrou que é possível construir soluções práticas e replicáveis para problemas reais, utilizando tecnologia acessível e conceitos aprendidos em sala de aula.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a conclusão do protótipo funcional do Painel de Ferramentas Inteligente, foram realizados diversos testes práticos em ambiente escolar simulado, com o objetivo de validar o desempenho técnico, funcional e de usabilidade do sistema.

O sistema demonstrou alta confiabilidade na leitura dos cartões RFID, reconhecendo de forma precisa os usuários autorizados e bloqueando o acesso de cartões não cadastrados. A fechadura eletromagnética, controlada via relé, apresentou resposta rápida e segura, liberando o acesso ao painel apenas após a identificação de um usuário válido.

A parte mais sensível do sistema — a detecção da presença ou ausência das ferramentas — foi validada com sucesso por meio dos sensores ópticos infravermelhos. Cada sensor foi capaz de identificar corretamente quando a ferramenta era retirada ou recolocada, com respostas imediatas exibidas no monitor serial. O uso da lógica de variação de estado permitiu que o sistema evitasse leituras redundantes e aumentasse a clareza das mensagens geradas.

Outro ponto positivo foi a integração do sensor de porta, responsável por detectar o fechamento do painel. Esse recurso permitiu o reset automático do sistema, bloqueando novamente a fechadura e retornando à condição inicial de espera por novo acesso RFID. Essa funcionalidade reforçou a segurança e a confiabilidade do sistema em ciclos repetidos de uso.

Durante os testes com alunos e professores da área técnica, o painel demonstrou-se efetivo no controle de ferramentas, reduzindo significativamente o risco de extravio, otimizando a organização e promovendo maior responsabilidade dos usuários sobre os materiais utilizados. Além disso, o projeto despertou interesse pela possibilidade de expansão futura, como a integração com banco de dados para geração de relatórios históricos ou a aplicação em ambientes corporativos e industriais.

Entre os principais benefícios observados após a implementação do projeto, destacam-se:

- Redução de falhas humanas no controle manual de ferramentas;
- Facilidade de rastreio de quem utilizou cada ferramenta e quando;
- Ganhos educacionais significativos na aprendizagem de automação, sensores e RFID;
- Possibilidade de replicação do sistema em outras unidades escolares ou empresas.

Em suma, os resultados demonstraram que o projeto atendeu plenamente aos objetivos propostos, sendo viável tanto em termos técnicos quanto pedagógicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. *Documentação oficial da plataforma Arduino*. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: jul. 2025.

AZEVEDO, M. A. *Sistemas embarcados com Arduino: aplicações práticas*. São Paulo: Novatec, 2021.

DATASHEET. *Sensor óptico infravermelho TCRT5000*. Vishay Semiconductors. Disponível em: <https://www.vishay.com/docs/83760/tcrt5000.pdf>. Acesso em: jul. 2025.

FELTRIM, F. L.; LOPES, C. R. *Automação industrial: sensores e atuadores*. 2. ed. São Paulo: Érica, 2018.

MARTINS, J. C. et al. *Introdução à automação com Arduino: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2020.

MFRC522 RFID MODULE. *Datasheet*. NXP Semiconductors. Disponível em: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>. Acesso em: jul. 2025.

NYBERG, Andreas. Gerenciamento de ferramentas otimizado é marca de logística inteligente. **CIMM – Portal CIMM**, 19 jan. 2023. Disponível em: <https://www.cimm.com.br/portal/artigos/23355-ferramentas-perdidas-desperdicam-tempo>. Acesso em: 17 set. 2025.

Anexo

Imagem do Painel de Ferramentas

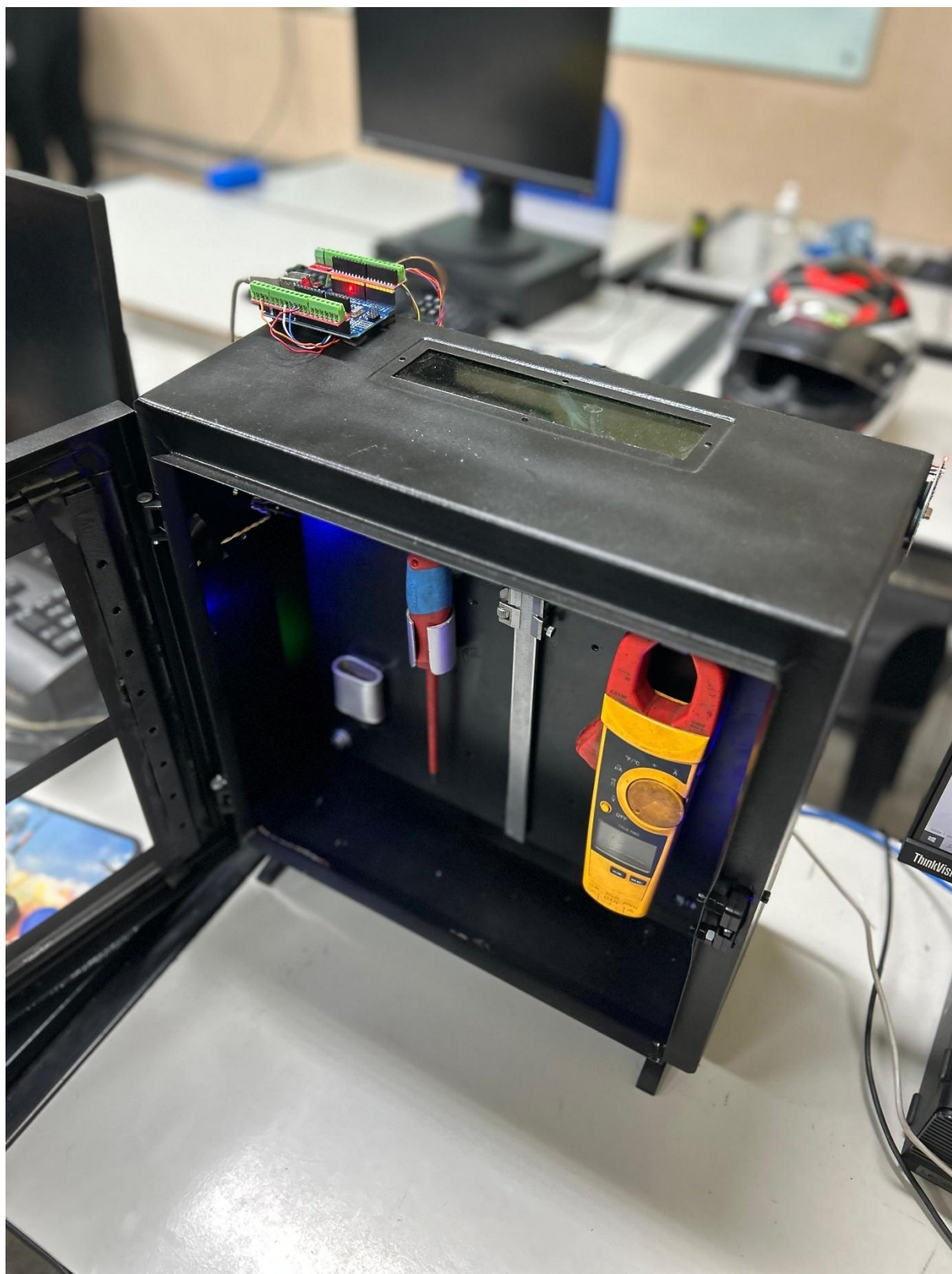


Imagem Interna do Painel de Ferramentas

