

INSTITUTO FEDERAL

Farroupilha

Campus Avançado Uruguiana

CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

AMANDA GABRIELI DA SILVA EICKHOFF

TÍTULO:

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE TRANCA ELETRÔNICA PARA CONTROLE DE ACESSO EM
ARMÁRIOS**

URUGUAIANA

2025

AMANDA GABRIELI DA SILVA EICKHOFF

TÍTULO:

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE TRANCA ELETRÔNICA PARA CONTROLE DE ACESSO EM
ARMÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Câmpus Avançado Uruguaiana do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientadores:

NATTHAN RUSCHEL SOARES

FABIO DIAS DA SILVA

URUGUAIANA

2025

Eickhoff, Amanda Gabrieli da Silva
Tranca automática para armários escolares utilizando Arduino /
Amanda Gabrieli da Silva Eickhoff. — 2025.
[aprox. ainda a definir] f.
Trabalho de Conclusão de Curso Técnico – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Uruguaiana, 2025.
Automação. 2. Tranca eletrônica. 3. Segurança escolar. I. Título.

CDD 621.381

AMANDA GABRIELI DA SILVA EICKHOFF

TÍTULO:
TRANCA PARA OS ARMÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Câmpus Uruguaiana do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Informática.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em DD/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me **NATTHAN RUSCHEL SOARES**
Orientador

Prof Me. **FABIO DIAS DA SILVA**
Co-Orientador

Prof .Me. **JOÃO CARLOS DE CARVALHO E SILVA RIBEIRO**
Avaliador

Prof.Me **MICHEL MICHELON**
Avaliador

Dedico este trabalho a todas as pessoas
que me inspiraram a continuar, mesmo
quando pensei em desistir. À minha
família, por acreditar em mim e me apoiar
nos momentos difíceis. Aos amigos, pelas
palavras de incentivo e por tornarem esta
jornada mais leve. A cada um que me
lembrou que sempre vale a pena seguir
em frente.

AGRADECIMENTOS

“Quero expressar minha mais profunda gratidão a todos que contribuíram de forma significativa para a realização deste trabalho. Em especial, agradeço aos meus orientadores e coorientadores **Natthan Ruschel Soares** e **Fabio Dias da Silva**, que estiveram presentes em cada etapa da construção técnica deste projeto. Sua ajuda foi fundamental tanto na parte de desenvolvimento quanto na montagem dos códigos e estrutura da tranca automática. Seu apoio e orientação tornaram possível transformar uma ideia em algo real e funcional.

Também gostaria de fazer um agradecimento especial ao meu ex-orientador, **Rafael Araújo Rodrigues**. Apesar de não estar mais presente no campus do IFFAR de Uruguiana, ele teve um papel essencial no início deste projeto. Foi graças à sua dedicação que o código da tranca foi finalizado e muitas das ideias presentes neste TCC puderam ser desenvolvidas e aprimoradas. Mesmo sem poder assistir à apresentação, deixo aqui essa homenagem com muita gratidão.

Agradeço de coração aos meus amigos **Vinícius de Campos**, **Vinícios Lima**, **Matheus Naziazeno** e **Mauricio Oliveira Machado**, por estarem sempre ao meu lado nessa jornada, me apoiando e dando sugestões valiosas para o projeto. E à minha melhor amiga, **Izabel**, de Alegrete, que mesmo à distância fez toda a diferença com seus conselhos, apoio emocional e ideias incríveis que contribuíram diretamente para a evolução do trabalho.

A todos vocês, o meu muito obrigado. Este projeto não seria o mesmo sem cada uma dessas contribuições..”

“Tal como em um jogo 16-bit, cada pixel de esforço constrói a nossa vitória.”

Amanda Eickhoff (Félix)

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo desenvolver um sistema de tranca automática para os armários do Instituto Federal Farroupilha – *Campus* Uruguaiana, com o intuito de melhorar a segurança dos objetos pessoais dos alunos. A proposta surgiu da necessidade observada no cotidiano escolar, onde muitos estudantes utilizam os armários para guardar seus materiais e pertences, mas nem sempre contam com um sistema seguro e eficiente de travamento.

O projeto busca oferecer uma solução prática e tecnológica, utilizando componentes eletrônicos e programação para criar uma tranca que possa ser acionada por meio de um teclado numérico. Ao longo do desenvolvimento, foram trabalhadas etapas como pesquisa, elaboração de código, testes e montagem dos componentes, sempre com foco na viabilidade técnica e na usabilidade do produto.

O sistema, além de inovar em nosso campus, também serve como aprendizado prático de conceitos de automação e programação, aproximando teoria e prática. O projeto se propõe não apenas a resolver um problema real, mas também a servir como inspiração para outras soluções tecnológicas dentro da instituição.

Palavras-chave: Automação, Tranca Eletrônica, Segurança Escolar, Projeto Técnico, Programação.

ABSTRACT

This Final Paper aims to develop an automatic locking system for the lockers at Instituto Federal Farroupilha – Uruguaiana Campus, with the goal of improving the security of students' personal belongings. The proposal arose from a need observed in daily school life, where many students use lockers to store their materials and possessions, but do not always have access to a safe and efficient locking system.

The project seeks to offer a practical and technological solution by using electronic components and programming to create a lock that can be activated through a numeric keypad. Throughout the development process, stages such as research, code development, testing, and component assembly were carried out, always focusing on technical feasibility and product usability.

In addition to being innovative in the school context, the system also serves as a hands-on learning experience in automation and programming concepts, bridging theory and practice. The project aims not only to solve a real problem but also to serve as inspiration for other technological solutions within the institution.

Keywords: Automation, Electronic Lock, School Security, Technical Project, Programming

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Arduino Mega 2560 - Placa microcontroladora

Figura 2 - Teclado matricial 5x4

Figura 3 - Tela LCD 16x2

Figura 4 - Potenciômetro

Figura 5 - Servo motor

Figura 6 - Motor de passo

Figura 7 - Buzzer

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IFFAR	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
USB	Universal Serial Bus
LCD	Liquid Crystal Display (Display de Cristal Líquido)
IDE	Integrated Development Environment (Ambiente de Desenvolvimento Integrado)
C/C++	Linguagens de Programação C e C++
RFID	Identificação por radiofrequência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 METODOLOGIA	15
1.3.1 Cronograma	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 TRABALHOS CORRELATOS	17
3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	20
3.1 Prioridades dos requisitos	20
3.1.2 Atores do Sistema	20
3.1.3 Requisitos funcionais do sistema	21
4 - Componentes utilizados	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Uma das preocupações que os alunos do campus possuem é em relação à segurança de seus pertences pessoais, especialmente quando utilizam os armários disponibilizados pela instituição. Muitos desses compartimentos não possuem um sistema de travamento eficiente, sendo comum ser feito através de cadeados que podem estragar, o que resulta em perdas de material particular. Outras vezes, os usuários esquecem da chave em casa, ficando sem o acesso ao seu material de escola.

Pensando nisso, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma tranca automatizada como uma alternativa prática e segura, unindo conceitos de eletrônica, programação e automação. Além de atender uma demanda real do ambiente escolar, o projeto visa aplicar conhecimentos adquiridos ao longo do curso, oferecendo uma solução funcional e de fácil implementação.

1.1 JUSTIFICATIVA

A adoção de fechaduras automatizadas para os armários dos estudantes do IFFAR (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha) – Campus Uruguaiana justifica-se pela necessidade de aumentar a segurança dos pertences guardados pelos alunos. O campus disponibiliza armários nos corredores do prédio para que os estudantes possam armazenar seus materiais, como livros, cadernos e computadores, durante os períodos em que não estão sendo utilizados. Com o alto fluxo de pessoas nesses espaços, pensou-se em um sistema que busca solucionar questões de segurança, já que atualmente os armários são fechados com cadeados físicos. Outra demanda importante refere-se ao extravio ou perda de chaves e cadeados, problema que poderá ser resolvido com a implementação de uma fechadura eletrônica acionada por teclado numérico, onde o estudante deverá inserir sua senha pessoal para abrir a porta. Considerando que os alunos, eventualmente, podem esquecer suas senhas, foi desenvolvida uma maneira para redefinir a senha.

Para isso, uma tag de RFID (Identificação por radiofrequência) ficará sob posse do setor de assistência estudantil e funcionará como uma chave mestra. Quando a tag for aproximada do sensor da fechadura, o sistema a reconhecerá e permitirá que o usuário modifique sua senha. A alteração só será autorizada após a comprovação de que o armário pertence ao estudante em questão.

A proposta deste projeto é justamente apresentar uma alternativa moderna, de baixo custo, e mais segura. Além disso, o desenvolvimento do sistema permite aplicar na prática conteúdos técnicos como eletrônica básica, lógica de programação e integração de componentes físicos, proporcionando um aprendizado significativo e útil.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma fechadura eletrônica com acionamento por teclado numérico, voltada para armários escolares, buscando aumentar a segurança dos pertences dos alunos do IFFAR – Campus Uruguaiana.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar soluções similares já existentes para entender possibilidades e limitações;
- Projetar o circuito eletrônico, baseado na plataforma arduino, responsável pelo funcionamento da tranca;
- Desenvolver o código de controle da tranca utilizando linguagem de programação compatível com Arduino;
- Montar e testar o protótipo físico da tranca;

- Avaliar a usabilidade e eficácia do sistema proposto em ambiente escolar.

1.3 METODOLOGIA

É previsto para a realização deste trabalho que as seguintes etapas sejam concluídas:

- **Definir o tema:** Desenvolver uma tranca eletrônica para os armários do IFFAR – Campus Uruguaiana, com foco na segurança dos pertences dos alunos.
- **Pesquisar trabalhos correlatos:** Foram pesquisados projetos semelhantes em plataformas como Google Acadêmico, buscando soluções aplicadas à segurança eletrônica e automação simples.
- **Planejar o funcionamento do sistema:** Foi simulado um protótipo no Tinkercad do funcionamento da trava, considerando o uso de teclado matricial, display LCD e travamento via servo motor.
- **Desenvolver o circuito eletrônico:** Utilizando componentes como Arduino Uno, LEDs, teclado numérico e servo motor, foi feita a prototipagem da parte física.
- **Elaborar o código de controle:** A lógica de programação foi feita na linguagem C/C++, por meio da IDE do Arduino. O código controla o acionamento da tranca conforme a senha digitada.
- **Testar e validar:** Foram realizados testes com o protótipo para garantir a funcionalidade, segurança e facilidade de uso da tranca.
- **Documentar o processo:** Cada etapa foi registrada com imagens, códigos e explicações, compondo o relatório final do TCC.

1.3.1 Cronograma

Quadro 1 – Cronograma

Atividades	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Definir do tema	✓								
Pesquisar trabalhos correlatos		✓							
Pesquisar sistemas semelhantes		✓							
Desenvolver o sistema	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Escrever a documentação de casos de uso					✓	✓	✓	✓	
Escrever o trabalho		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: Autoria própria.

- ✓ — Concluído
- X — Atividade prevista para execução

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, apresentam-se trabalhos e pesquisas que serviram de base para o desenvolvimento deste projeto, com foco em soluções similares de trancas eletrônicas, automação de acesso e sistemas embarcados utilizando Arduino.

No estudo de Silva, Arruda e Carmo (2022), é proposta uma fechadura eletrônica de baixo custo com Arduino, RFID e integração web. O projeto destaca a aplicabilidade dos microcontroladores em sistemas de segurança, mostrando a viabilidade e a acessibilidade de soluções automatizadas para controle de acesso, evidenciando a versatilidade e facilidade do Arduino.

Souza et al. (2019) apresentam uma tranca eletrônica que utiliza RFID, teclado numérico e senha, tendo o Arduino UNO como controlador. O estudo evidencia a praticidade do teclado matricial e descreve processos de validação, fluxogramas e acionamento de servo motor, elementos diretamente relacionados à arquitetura técnica deste projeto.

Abud Júnior et al. (2024) apresentam uma fechadura biométrica com Arduino, destacando o baixo custo, a facilidade de implementação e a aplicabilidade dos microcontroladores em sistemas de segurança. O trabalho também ressalta o valor pedagógico da automação, reforçando sua utilidade em contextos educacionais, o que se relaciona diretamente com este projeto.

Esses estudos contribuíram para a definição da proposta técnica e funcional deste projeto, servindo de referência tanto na escolha dos componentes eletrônicos quanto no método de desenvolvimento da solução.

2.1 TRABALHOS CORRELATOS

Um dos trabalhos analisados como referência para o desenvolvimento foi o de Sousa et al. (2024) que descreve sobre o uso de trancas eletrônicas. O objetivo do projeto foi criar um protótipo de tranca eletrônica utilizando leitor biométrico e teclado matricial, com foco em baixo custo, segurança e praticidade.

O grupo enfrentou desafios como queima de componentes e falhas em sensores, mas conseguiu superar os obstáculos com adaptações técnicas e planejamento detalhado. O sistema foi desenvolvido com Arduino, sensores de impressão digital e componentes como relé, solenóide e teclado matricial 4x4. Além disso, os autores realizaram pesquisas com usuários via formulários online, o que ajudou a definir funcionalidades e dimensões ideais para o produto. O grupo também apresenta uma solução para o fator energético do sistema através de uma bateria de 9V, algo que também é pensado para o presente trabalho, porém ainda não sabemos da eficiência de tal sistema.

A relevância do trabalho está na aplicação prática da automação voltada à segurança patrimonial, e serviu de inspiração para este projeto, principalmente no que se refere à integração entre hardware e software, à escolha de componentes e à preocupação com o custo-benefício, onde os autores mostram os custos através de uma tabela.

No trabalho desenvolvido por Pelegrin (2020), é apresentado o desenvolvimento de um protótipo baseado em Arduino voltado ao monitoramento de consumo de energia elétrica, utilizando sensores de tensão e corrente para coleta e processamento de dados. Embora o objetivo do projeto seja distinto do presente Trabalho de Conclusão de Curso, ambos compartilham a utilização do microcontrolador Arduino como elemento central de processamento e controle do sistema.

O estudo de Pelegrin evidencia a aplicação prática de conceitos de eletrônica básica, integração de sensores, leitura de dados analógicos e desenvolvimento de sistemas embarcados, aspectos que também são fundamentais para o funcionamento da tranca automática proposta neste projeto. Além disso, o trabalho demonstra a viabilidade do uso de componentes de baixo custo e de fácil acesso no desenvolvimento de soluções funcionais e didáticas, característica igualmente adotada neste TCC.

Dessa forma, o trabalho de Pelegrin contribui como referência metodológica, especialmente no que se refere à estruturação do sistema embarcado, à organização do desenvolvimento do protótipo e à aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso técnico, reforçando a importância do Arduino como ferramenta educacional e tecnológica em projetos de automação.

Uma terceira visão interessante, que trata mais da parte de segurança da trava foi o trabalho de Rodrigues (2023) que propôs uma solução moderna de controle de acesso utilizando ESP32-CAM (módulo com câmera) e leitura de QR Codes gerados por um aplicativo próprio, como alternativa às fechaduras tradicionais.

A aplicação desenvolvida, chamada “AlugueJá”, simula um sistema de aluguéis que gera QR Codes únicos para os usuários. O ESP32-CAM realiza a leitura do código, valida as informações e aciona uma fechadura eletrônica da marca AGL conectada a um relé. A ideia é proporcionar uma alternativa mais segura, prática e inteligente para residências e imóveis de aluguel de curta duração.

Este projeto serviu como inspiração para o presente trabalho no que se refere ao uso de microcontroladores, integração com software e foco em acessibilidade tecnológica. Embora utilize QR Code como método de acesso, a lógica de autenticação automatizada é próxima à proposta deste TCC, reforçando a importância da automação segura e acessível como tendência para ambientes de uso compartilhado ou público.

3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Nesta seção, apresenta as quatro etapas do desenvolvimento do sistema proposto por este trabalho: casos de uso, documentação de requisitos, base de dados e as interfaces. Essas etapas tem como objetivo garantir a eficiência do sistema desenvolvido.

3.1 Prioridades dos requisitos

Para estabelecer a prioridade dos requisitos foram adotadas as denominações “essencial”, “importante” e “desejável”.

- **Essencial:** é o requisito sem o qual o sistema não entra em funcionamento. São requisitos imprescindíveis, que devem ser implementados impreterivelmente.

- **Importante:** é o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e usado mesmo assim.

- **Desejável:** é o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

3.1.2 Atores do Sistema

O sistema apresenta dois atores principais com permissões e papéis distintos no contexto da tranca automática:

- **Usuário:**

Possui permissão para digitar a senha no teclado matricial, destrancar o armário ao inserir a senha correta e visualizar mensagens no display LCD. Não possui permissão para alterar a senha cadastrada sem autorização administrativa.

- **Administrador:**

Possui todas as permissões do usuário, além de acessar a funcionalidade de redefinição de senha do sistema, cadastrar nova senha de acesso, autorizar desbloqueios em caso de erro e realizar manutenção no sistema quando necessário.

3.1.3 Requisitos funcionais do sistema

Abaixo são listados os requisitos funcionais previstos para o sistema.

[RF001] Cadastro de Senha de Usuário	
Descrição:	Validar a senha digitada pelo usuário e acionar o servo motor para destrancar o armário em caso de senha correta.
Prioridade:	■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

[RF002] Validação da Senha	
Descrição:	Permite que o sistema valide a senha digitada pelo usuário no teclado matricial. Se a senha estiver correta, a tranca é acionada para liberar o armário, caso contrário, uma mensagem de erro é exibida no display LCD e o buzzer emite um som de alerta.
Prioridade:	■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

[RF003] Autenticação de Administrador	
Descrição:	Permitir que o administrador autentique com uma senha especial para redefinir a senha do usuário
Prioridade:	■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

[RF004] Feedback Visual no Display LCD	
Descrição:	Exibir mensagens de status no display LCD, como “Senha está correta”, “Senha Incorreta” e “Digite a Senha”
Prioridade:	■ Essencial ☐ Importante ☐ Desejável

[RF005] Alerta Sonoro com Buzzer	
Descrição:	Emitir sons para indicar operações corretas ou erros de senha.
Prioridade:	☐ Essencial ■ Importante ☐ Desejável

4 - Componentes utilizados

A criação do protótipo foi realizada com componentes eletrônicos de baixo custo e fácil acesso, permitindo a montagem de um sistema funcional e didático. A escolha dos componentes considerou a simplicidade de implementação, a compatibilidade entre os dispositivos e a adequação ao contexto educacional.

A seguir, são apresentadas as imagens dos principais componentes utilizados no desenvolvimento da tranca automática, com uma breve descrição de sua função e da razão de sua utilização no sistema.

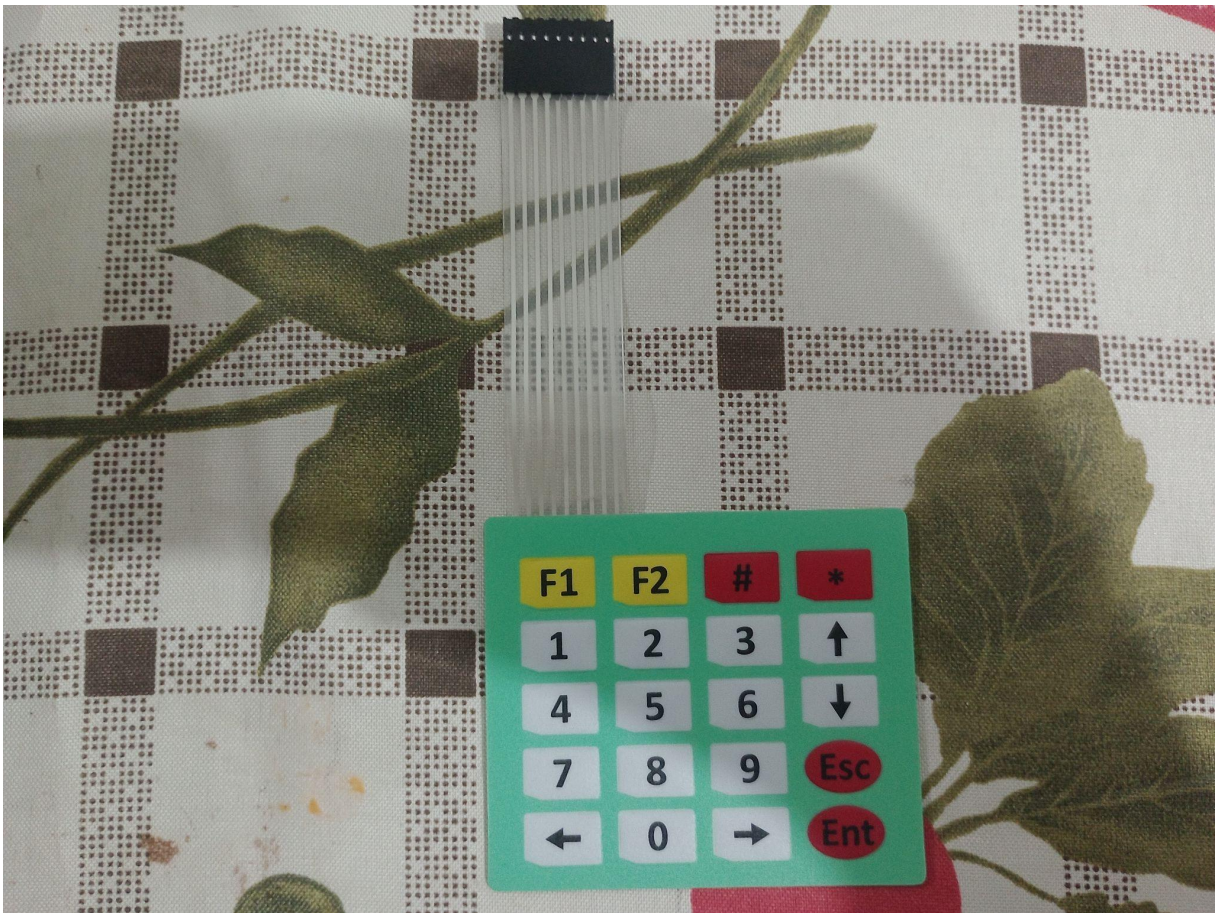


Fonte: Autoria Própria (2025)

—> Arduino Mega 2560 - Placa microcontroladora

O Arduino Mega 2560 atua como o núcleo de controle do sistema, sendo responsável pelo processamento de todas as informações e pela coordenação das ações da tranca automática. A placa recebe os dados inseridos pelo usuário por

meio do teclado matricial, realiza a validação da senha cadastrada e, conforme o resultado, controla o acionamento do servo motor responsável pelo mecanismo de travamento. Além disso, o Arduino gerencia os dispositivos de feedback ao usuário, como o display LCD e o buzzer, garantindo uma interação clara com o sistema. Sua escolha se justifica pela facilidade de programação, ampla disponibilidade de bibliotecas, vasta documentação e baixo custo, fatores que o tornam adequado para aplicações educacionais e projetos de automação.



Fonte: Autoria Própria (2025)

—> Teclado matricial (5x4)

O teclado matricial 5x4 é utilizado como interface de entrada de dados do sistema, permitindo que o usuário digite a senha necessária para a liberação da tranca automática. Esse componente oferece uma solução simples, prática e eficiente para autenticação, dispensando o uso de chaves físicas. O teclado utilizado

neste projeto possui 20 teclas, organizadas em uma matriz de 5 linhas por 4 colunas, sendo conectado ao Arduino por meio de um conector de 9 vias.

O funcionamento do teclado baseia-se no princípio de varredura de linhas e colunas, no qual, ao pressionar uma tecla específica, ocorre o fechamento do circuito correspondente entre uma determinada linha e coluna. Dessa forma, o microcontrolador consegue identificar qual tecla foi acionada, interpretando corretamente o valor inserido pelo usuário. Por exemplo, ao pressionar a tecla F1, estabelece-se uma conexão elétrica entre a linha 1 e a coluna 1, permitindo que o sistema reconheça o comando enviado.



Fonte: Autoria Própria (2025)

—> Tela LCD 16x2

A tela LCD 16x2 é utilizada no sistema para fornecer feedback visual ao usuário, exibindo mensagens relacionadas ao estado de funcionamento da tranca automática. Por meio do display, o usuário pode visualizar informações como a

solicitação de inserção da senha, a confirmação de acesso quando a senha está correta ou mensagens de erro em caso de tentativa inválida.

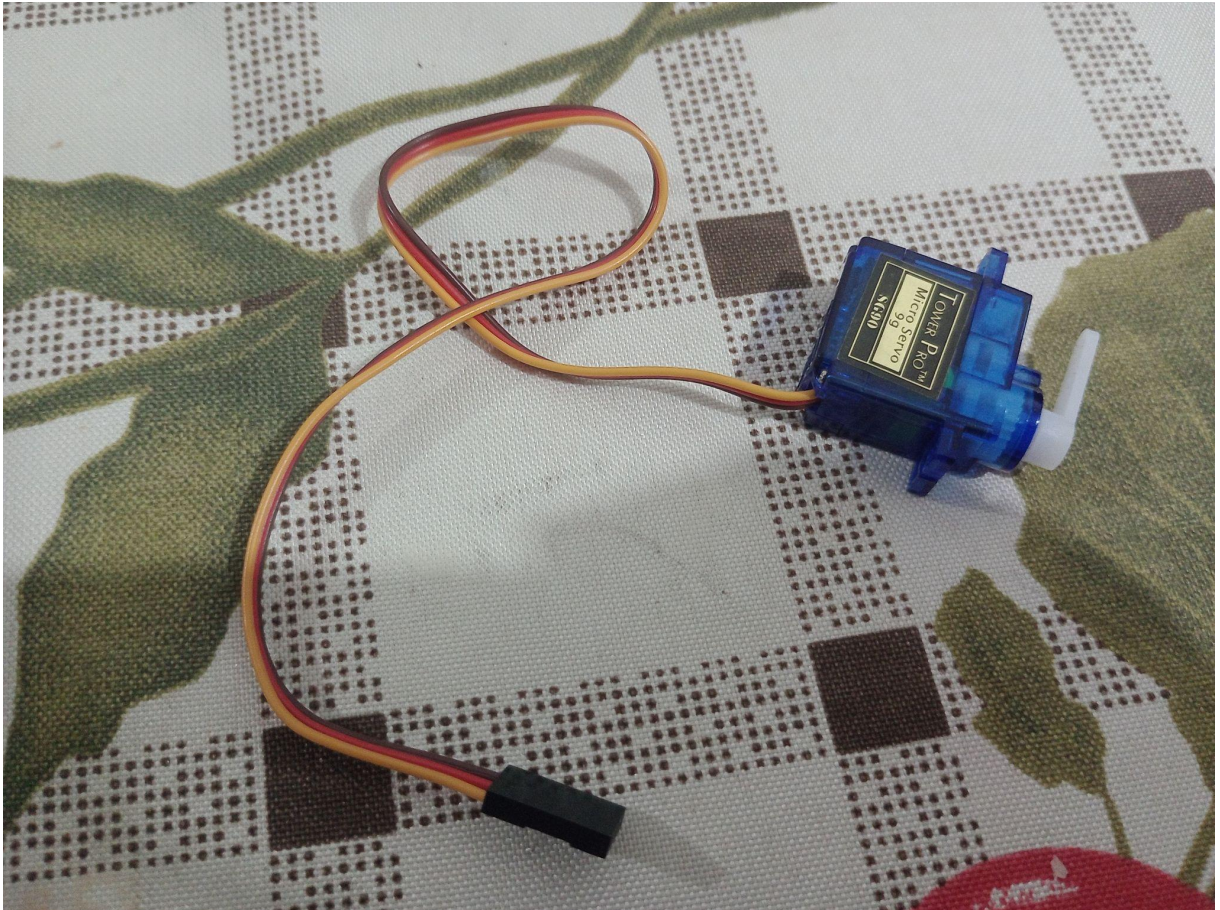
O display utilizado possui 16 colunas e 2 linhas para a exibição de caracteres, o que permite a apresentação clara e objetiva das mensagens necessárias ao funcionamento do sistema. A utilização do LCD contribui para uma melhor interação entre o usuário e o dispositivo, tornando o uso da tranca mais intuitivo e facilitando a compreensão das ações realizadas pelo sistema.



—> Potenciômetro

O potenciômetro é um componente eletrônico do tipo resistor de resistência variável, utilizado neste projeto para o ajuste do brilho da tela LCD. Por meio da variação manual de sua resistência, é possível controlar o nível de contraste do display, permitindo que as informações exibidas sejam visualizadas de forma clara e adequada ao ambiente de uso.

A utilização do potenciômetro possibilita uma configuração mais precisa da tela, contribuindo para a melhor leitura das mensagens apresentadas ao usuário e para o correto funcionamento do sistema como um todo.



Fonte: Autoria Própria (2025)

—> Servo motor

O servo motor é o componente responsável pelo acionamento mecânico da tranca automática, realizando os movimentos de abertura e fechamento do armário de acordo com o resultado da validação da senha inserida pelo usuário. Quando a senha é reconhecida como correta pelo sistema, o Arduino envia um sinal de controle ao servo motor, que executa a rotação necessária para liberar o mecanismo de travamento. Em caso de senha incorreta, o motor permanece na posição de bloqueio.

Nos primeiros testes do projeto, o servo motor foi utilizado para simular o funcionamento do mecanismo físico da tranca, permitindo validar a lógica de controle e o comportamento do sistema antes da montagem definitiva.



Fonte: Maker Hero (2025)

----> Motor de passo

O motor de passo será utilizado na versão final do projeto como responsável pelo acionamento mecânico da tranca automática, substituindo o servo motor utilizado nos testes iniciais. Esse tipo de motor permite um controle mais preciso do movimento, uma vez que sua rotação ocorre em passos definidos, possibilitando maior estabilidade e confiabilidade no mecanismo de abertura e fechamento do armário.

A escolha do motor de passo se justifica pela necessidade de um sistema mais robusto para a aplicação final, garantindo melhor controle da posição do mecanismo de travamento e reduzindo falhas mecânicas ao longo do uso contínuo. Além disso, esse motor oferece maior torque e precisão quando comparado ao servo motor, tornando-o mais adequado para a implementação definitiva da tranca eletrônica.



Fonte: Autoria Própria (2025)

—> Buzzer

O buzzer é o componente responsável por emitir sinais sonoros no sistema, atuando como uma forma adicional de feedback ao usuário durante a operação da tranca automática. Por meio de diferentes sons, o buzzer indica situações como a validação correta da senha, erros de autenticação ou outras ações realizadas pelo sistema, auxiliando na compreensão do estado de funcionamento do dispositivo.

Trata-se de um componente piezoelétrico, capaz de produzir som a partir da passagem de corrente elétrica, sendo amplamente utilizado em projetos eletrônicos para sinalização e alertas. Sua utilização contribui para tornar o sistema mais intuitivo e acessível, especialmente em conjunto com o feedback visual fornecido pelo display LCD.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma tranca automática para armários escolares utilizando Arduino, propondo uma solução de baixo custo, funcional e adequada ao contexto educacional. Ao longo da execução do projeto, foi possível aplicar, de forma prática, os conhecimentos adquiridos durante o curso técnico, especialmente nas áreas de programação, eletrônica básica e sistemas embarcados.

O sistema foi completamente desenvolvido, montado e testado, atendendo à proposta inicial definida no início do trabalho. A tranca implementada conta com funcionalidades como validação de senha por meio de teclado matricial, acionamento do mecanismo de travamento utilizando servo motor, além de fornecer feedback ao usuário por meio de display LCD e buzzer, garantindo maior usabilidade e clareza na interação com o sistema.

A construção do protótipo físico e a realização dos testes práticos permitiram validar o funcionamento do sistema, bem como identificar e corrigir ajustes necessários para garantir sua confiabilidade e estabilidade. Dessa forma, foi possível comprovar, na prática, a viabilidade da solução proposta.

Por fim, destaca-se que este trabalho contribui tanto para a melhoria da segurança em ambientes escolares quanto para o desenvolvimento técnico e profissional do autor, reforçando a importância de projetos práticos como ferramenta fundamental no processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

JUNIOR, Gilberto Abud et al. *Fechadura automática biométrica utilizando Arduino em sistemas embarcados*. In: Anais XIII Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento – XIII CICTED 24, Taubaté(SP), Brasil, 27 dez. 2024. Even3, 2024. Disponível em: [Fechadura Automática](#). Acesso em: 08 ago. 2025.

NI NI SAN HLAING. *Electronic Door Lock using RFID and Password based on Arduino*. IJTSRD – International Journal of Trend in Scientific Research and Development, v. 3, n. 4, p. 1176-1180, 2019. Disponível em: [Eletronic DoorLock](#). Acesso em: 08 ago. 2025.

SILVA, Mateus Marcos de Souza; ARRUDA, Michel Carvalho de; CARMO, Murilo dos Santos Barros. *Lock Gear: fechadura eletrônica*. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas) — Escola Técnica Philadelpho Gouvêa Netto, São José do Rio Preto, 2022. Disponível em: [Fechadura Eletrônica](#). Acesso em: 08 ago. 2025.

RODRIGUES, Kenny Robert. *Desenvolvimento de uma fechadura eletrônica para aplicativo de aluguéis com autenticação por leitura de QR Code*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2021. Disponível em:

<http://repositorio.unesc.net/handle/1/10351>.

Acesso em: 08 ago. 2025.

MAKERHERO. *O que é motor de passo: entenda seu funcionamento e aplicações*. MakerHero Blog, 2024. Disponível em:

<https://www.makerhero.com/blog/o-que-e-motor-de-passo-entenda-seu-funcionamento-e-aplicacoes/>.

Acesso em: 16 dez. 2025.

PELEGRIN, Matheus Chrispim. *Monitoramento de consumo de energia utilizando Arduino e sensor de tensão e corrente elétrica*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2023. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/8848>. Acesso em: 15 dez. 2025.