

André Freire Prino – 21.00476-5

Guilherme Thomasi Ronca – 22.00522-6

Matheus Santos Feitosa – 20.00628-4

João Vitor Ferrenha – 22.00085-2

TrustLock

V1.0.0

Criando uma fechadura eletrônica utilizando Raspberry Pi Pico

Instituto Mauá de Tecnologia

2025

Sumário

Introdução.....	3
Requisitos do Sistema.....	4
Diagrama de Blocos do Sistema.....	5
Recursos Utilizados.....	6
Precificação.....	8
Estratégia.....	8
Conclusão.....	9
Referências.....	10

1. INTRODUÇÃO

Para o projeto semestral da disciplina de Micro Controladores pelo curso de Engenharia de Computação do Instituto Mauá de Tecnologia, o grupo escolheu projetar, desenvolver e criar uma fechadura eletrônica, que tem como propósito proteger propriedades de uma maneira inteligente e eficiente, com foco em uso residencial.

O dispositivo é composto por um RaspberryPi Pico que vai controlar toda a parte lógica do projeto, sendo capaz de rodar códigos para controlar o hardware usado pela fechadura, um display OLED, capaz de transmitir informações para o usuário, um teclado 4x4, onde será digitado as senhas, um sensor RFID que permite a entrada de qualquer pessoa com um PIN cadastrado, um buzzer capaz de notificar sonoramente o usuário caso o acesso tenha sido liberado ou negado, e uma trava solenoide, responsável por garantir que o dispositivo consiga trancar ou liberar uma porta. Adicionalmente, a alimentação do projeto será feito pela fonte da bancada do laboratório.

O projeto é integrado com um código em MicroPython, onde as funcionalidades básicas de cada sensor e dispositivo usado foram configuradas, assim como a integração de todo o hardware entre si para que a fechadura seja capaz de executar as suas funcionalidades efetivamente. Vale notar que, no momento, esse protótipo não inclui uma conexão com um banco de dados nem com um aplicativo que possa possibilitar o usuário a cadastrar outros usuários ou manter um sistema de log dentro da fechadura.

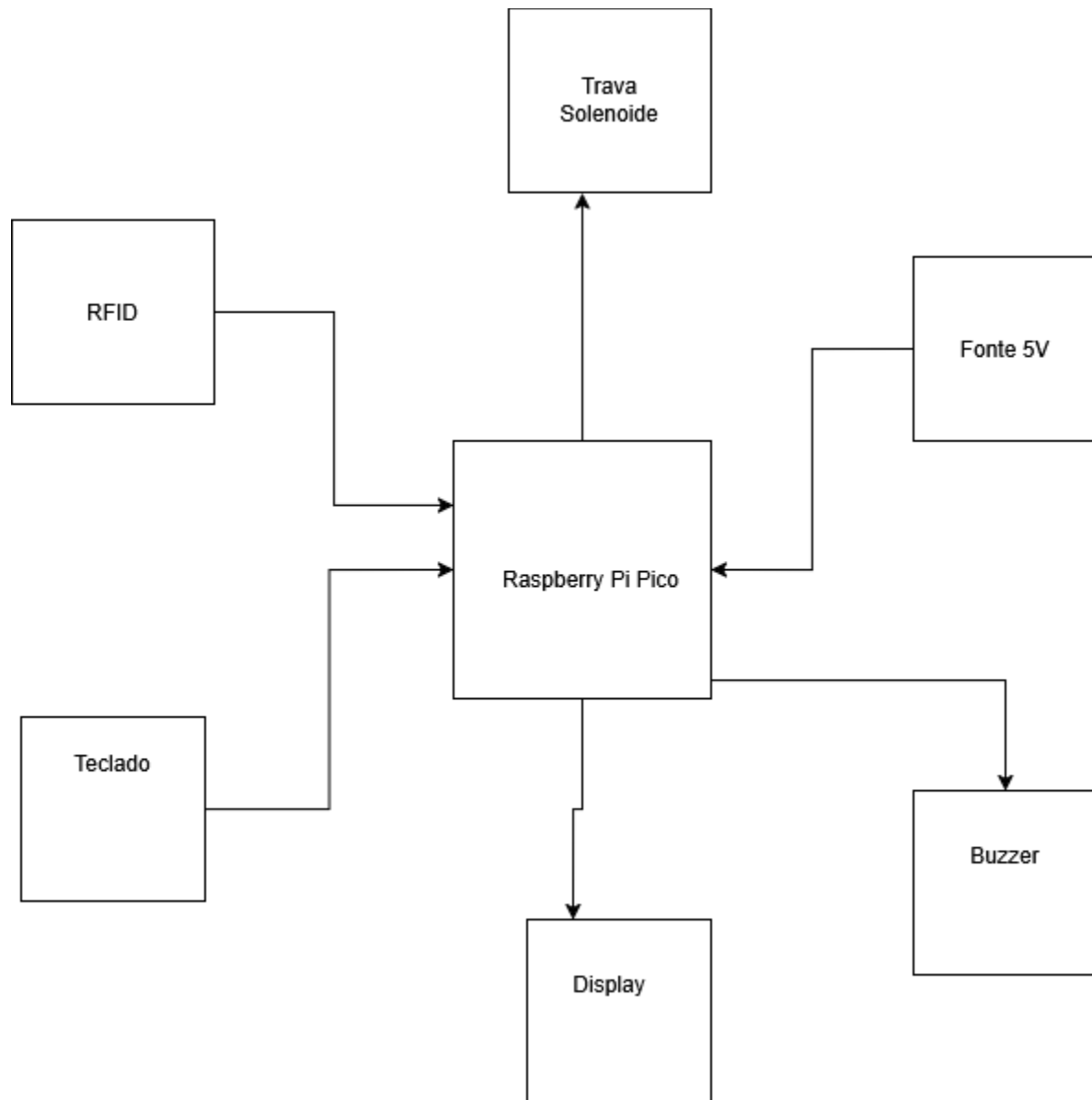
Além disso, uma caixa para poder colocar a placa e sensores foi projetada e imprimida pela impressora 3D do FABLAB.

2. REQUISITOS DO SISTEMA

ID	REQUISITOS	TIPO
UR-1	Autenticar acesso por senha	Obrigatório
UR-2	Autenticar acesso via cartão RFID	Obrigatório
UR-3	Ter segurança contra acessos não autorizados	Obrigatório
UR-4	Funcionamento dos componentes de forma integrada	Obrigatório
UR-5	Receber feedback visual sobre o status da fechadura	Obrigatório
UR-6	Receber feedback sonoro sobre o status da operação	Obrigatório
UR-7	Contar com estrutura física segura e organizada	Desejável
UR-8	Expansão para funcionalidades como cadastro remoto ou via app	Desejável
TR-1	Utilizar o dispositivo com alimentação constante em ambiente de teste/laboratório	Obrigatório
TR-2	Esperar um sistema funcional mesmo sem banco de dados	Obrigatório
TR-3	Alimentar o Raspberry Pi Pico com 5V	Obrigatório
TR-4	Alimentar a trava solenoide com 12V	Obrigatório
TR-5	Proteger os componentes eletrônicos contra curto-circuito ou contato externo	Obrigatório
TR-6	Integrar todos os sensores e atuadores com o Raspberry Pi Pico via GPIO	Obrigatório
TR-7	Montar todos os componentes em caixa 3D impressa	Obrigatório
TR-8	Utilizar MicroPython como linguagem de programação	Obrigatório
TR-9	Usar alimentação da bancada do laboratório	Desejável

UR – User Requirements, TR – Technical Requirements

3. DIAGRAMA DE BLOCOS DO SISTEMA



4. RECURSOS UTILIZADOS

4.1. HARDWARE

4.1.1. Raspberry Pi Pico

É o microcontrolador principal do projeto, responsável por gerenciar a lógica de controle da fechadura eletrônica, ler os sensores e acionar os atuadores por meio de seus pinos GPIO.

4.1.2. Display OLED (I2C)

Utilizado para exibir mensagens ao usuário, como o status do acesso (liberado ou negado), instruções para digitar a senha ou aproximar o cartão RFID.

4.1.3. Teclado Matricial 4x4

Permite a inserção de senhas numéricas pelos usuários. Suas 16 teclas são mapeadas pelo Raspberry Pi Pico para identificar os dígitos digitados.

4.1.4. Sensor RFID (MFRC522)

Lê os cartões de aproximação (tags RFID) que possuem um código único. Caso o cartão esteja cadastrado, o sistema libera o acesso.

4.1.5. Buzzer piezoelétrico

Emite sinais sonoros curtos para indicar o resultado da tentativa de acesso, funcionando como um alerta de sucesso ou erro.

4.1.5. Trava solenoide 12V

É o componente físico que realiza o travamento ou destravamento da porta, controlada diretamente pelo Raspberry Pi Pico conforme a validação do acesso.

4.1.6. Caixa 3D impressa

Foi projetada para organizar e proteger todos os componentes eletrônicos, evitando curtos-circuitos e facilitando o manuseio e transporte do protótipo.

4.2. SOFTWARE

4.2.1. Thonny IDE

O Thonny é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) leve e intuitivo, ideal para iniciantes em programação. Ele é amplamente utilizado com placas que suportam MicroPython, como ESP32 e Raspberry Pi Pico. Permite escrever, editar e executar códigos diretamente na placa, além de oferecer terminal e gerenciador de arquivos integrados.

4.2.2. Linguagem de programação MicroPython

O MicroPython é uma implementação da linguagem Python voltada para microcontroladores. Ela mantém a simplicidade e legibilidade do Python tradicional, mas é otimizada para dispositivos com recursos limitados.

4.2.3. Bibliotecas

- Machine: A biblioteca machine é uma biblioteca padrão do MicroPython utilizada para controlar os recursos de hardware do microcontrolador (como pinos, timers, SPI, I2C, ADC, etc.). No projeto, ela é usada para configurar os pinos GPIO e para a comunicação com periféricos.
- Utime: A utime também é uma biblioteca padrão do MicroPython e serve para lidar com funções relacionadas ao tempo, como delays, leitura de tempo atual, entre outras.
- OLED: A biblioteca OLED foi fornecida pelos professores e permite a comunicação com o display OLED via protocolo I2C. Ela facilita o envio de textos e gráficos para o visor de maneira simples, sem necessidade de lidar diretamente com comandos de baixo nível.
- RFID: A biblioteca RFID foi encontrada na internet e permite a comunicação com o módulo leitor de cartões RFID (geralmente baseado no chip MFRC522). Ela é responsável por detectar e ler os códigos dos cartões/tag NFC.
- Teclado: A biblioteca do teclado matricial também foi disponibilizada pelos professores. Ela cuida da leitura das teclas pressionadas, fazendo o mapeamento correto entre as linhas e colunas da matriz de botões.

4.2.4. Controle de versionamento por Git/GitHub

No projeto, foi utilizado para organizar o código, registrar alterações, salvar versões antigas e permitir trabalho em equipe.

4.2.5. Tinkercad

Ferramenta online da Autodesk que possibilita o design de objetos 3D e entre outras funcionalidades. Foi utilizado para projetar as caixas 3D e para cortar madeira.

5. PRECIFICAÇÃO

Componente	Preço	Quantidade
Teclado Matricial 4x4	13,50	1
Leitor RFID	23,90	1
Display OLED	27,45	1
Tranca Solenoide	45,90	1
Buzzer	5,00	1
Raspberry Pi Pico	31,90	1
Filamento PLA	29,87	250 gramas
Resistor 220 ohms	0,86	1
Transistor 2n2222	9,90	1
Total	188,28	R\$

6. ESTRATÉGIA

A primeira etapa do projeto consistiu no levantamento de requisitos, separados em requisitos de usuário, representando medidas que o usuário deve poder tomar, e técnicos, que medem a qualidade esperada do hardware projetado.

Em seguida, partimos para a escolha dos componentes. A seleção foi feita com base nos requisitos levantados, priorizando sensores e atuadores que fossem compatíveis com o Raspberry Pi Pico e que oferecessem um bom equilíbrio entre funcionalidade e custo. O teclado 4x4, buzzer, sensor RFID e display OLED foram disponibilizados pelo IMT porém a trava solenoide deve ser adquirida pelo grupo, porém, por conta de recursos limitados, a trava escolhida não é a de melhor qualidade.

Com os componentes em mãos, foi dado início à prototipação, onde foi feito a montagem e teste dos componentes tanto no nível de hardware como software por meio de códigos prontos fornecidos pelos professores, onde para isso, também foi preciso ler a documentação do Raspberry Pi Pico para entender quais pinos seriam utilizados. Cada dispositivo foi testado individualmente para garantir seu funcionamento correto. Essa fase foi essencial para identificar eventuais problemas de conexão ou incompatibilidades antes da integração total do sistema.

A fase de programação e integração foi realizada com a linguagem MicroPython, recomendada pelos professores pela sua leveza e compatibilidade com o Raspberry Pi Pico. O

código foi desenvolvido com uma estrutura modular, facilitando tanto os testes quanto futuras modificações ou expansões do projeto. Todas as funcionalidades básicas, como leitura de senha, autenticação RFID, controle de trava e feedback visual/sonoro, foram implementadas com sucesso.

Para garantir uma montagem segura e organizada, foi projetado um design mecânico personalizado. A estrutura foi primeiro idealizada por meio de discussões do grupo e o design foi feito dentro do software _ e impressa em 3D no FABLAB do IMT. A caixa abriga todos os componentes de forma compacta e protege contra curtos-circuitos e danos físicos, além de facilitar a manipulação do protótipo durante as apresentações e testes.

Durante o desenvolvimento, utilizamos o GitHub para o controle de versão e documentação. Isso permitiu que os membros da equipe colaborassem de forma eficiente, mantivessem um histórico de mudanças no código e organizassem os arquivos do projeto de maneira clara.

Após a validação inicial do sistema em protoboard, todos os componentes foram transferidos e soldados em uma perfboard, para finalizar o protótipo do projeto. Com o circuito fechado foram realizados novos testes, repetindo cenários previamente utilizados. Por fim, foi realizada a montagem final da fechadura na caixa 3D impressa, resultando em um sistema compacto, funcional e visualmente organizado, pronto para apresentação e uso.

7. CONCLUSÃO

O projeto TrustLock consistiu no desenvolvimento de uma fechadura eletrônica utilizando o microcontrolador Raspberry Pi Pico, com autenticação por senha e RFID, feedback visual por display OLED, sonoro por buzzer e acionamento físico por uma trava solenoide. Todo o sistema foi integrado por meio de programação em MicroPython e estruturado dentro de uma caixa impressa em 3D. A montagem final foi feita em um perfboard, e diversos testes comprovaram a estabilidade e funcionalidade do protótipo.

A equipe foi capaz de cumprir seus objetivos principais com a fechadura, proporcionando uma solução de controle de acesso eficiente, de baixo custo e com potencial para aplicações residenciais no futuro.

Porém, apesar dos bons resultados, algumas melhorias podem ser consideradas em versões futuras, como a implementação de um sistema de cadastro remoto via aplicativo ou interface web, integração com banco de dados para armazenamento de usuário e logs de acesso, e a utilização de uma fonte de alimentação mais compacta e portátil como uma bateria. Também seria interessante explorar métodos de segurança adicionais, como biometria ou autenticação multifator, para aumentar ainda mais a segurança do sistema.

8. REFERÊNCIAS

KEVINMCALEER. **pico-rfid**. GitHub. Disponível em: <<https://github.com/kevinmcaleer/pico-rfid>>. Acesso em: 4 jun. 2025.

RASPBERRY PI. **Pico-series Microcontrollers - Raspberry Pi Documentation**.

Raspberrypi.com. Disponível em:

<<https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/pico-series.html>>.

RODMARFRAN. **EEN251_Sistemas_Embarcados/Display OLED**. GitHub. Disponível em:

<https://github.com/rodmarfran/EEN251_Sistemas_Embarcados/tree/main/Display%20OLED>.

Acesso em: 4 jun. 2025.

RODMARFRAN. **EEN251_Sistemas_Embarcados/Teclado Matricial 4x4** . GitHub.

Disponível em:

<https://github.com/rodmarfran/EEN251_Sistemas_Embarcados/tree/main/Teclado%20Matricial%204x4>. Acesso em: 4 jun. 2025.

Display OLED 128x32. Curtocircuito.com.br. Disponível em:

<<https://curtocircuito.com.br/display-oled-128x32-px-0-91-4-pin-azul.html>>. Acesso em: 4 jun. 2025.

Mini Fechadura Solenoide Eletrônica. Mercadolivre.com.br. Disponível em:

<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3778128073-mini-fechadura-solenoide-eletrnica-trinco-trava-12v-arduino-_JM?highlight=false&headerTopBrand=false#polycard_client=search-nordic&position=15&search_layout=grid&type=item&tracking_id=7935202c-b68e-4fdd-a410-954505db565b&wid=MLB3778128073&sid=search>. Acesso em: 4 jun. 2025.

Teclado Matricial de Membrana 16 Teclas. MakerHero. Disponível em:

<<https://www.makerhero.com/produto/teclado-matricial-de-membrana-16-teclas/>>.

Kit leitor RFID RC522. Mercadolivre.com.br. Disponível

em:<https://www.mercadolivre.com.br/kit-leitor-rfid-rc522-carto-tag-mifare-1356mhz-arduino/p/MLB47137685?highlight=true&headerTopBrand=true#polycard_client=search-nordic&searchVariation=MLB47137685&wid=MLB5387833352&position=5&search_layout=stack&type=product&tracking_id=f440f278-21cf-4e3e-a2a5-8aa871eee5e9&sid=search>

Raspberry Pi Pico. Mercadolivre.com.br. Disponível em:

<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3990114783-placa-desenvolvimento-rp2040-raspberry-pi-pico-_JM?highlight=true&headerTopBrand=false#polycard_client=search-nordic&position=22&search_layout=grid&type=item&tracking_id=c73eface-ddee-44f8-81ba-1ecb68d4ddf2&wid=MLB3990114783&sid=search>

