

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**FÁBIO LUIZ PESSOA ALBINI**

**FECHADURA PARA CONTROLE DE ACESSO USANDO ARDUINO COM RFID**

**CURITIBA**

**2022**

**FÁBIO LUIZ PESSOA ALBINI**

**FECHADURA PARA CONTROLE DE ACESSO USANDO ARDUINO COM RFID**

**Lock for access control using Arduino with RFID**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Orientador(a): Annemarlen Gehrke Castagna.

**CURITIBA**

**2022**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**FÁBIO LUIZ PESSOA ALBINI**

**FECHADURA PARA CONTROLE DE ACESSO USANDO ARDUINO COM RFID**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Data de aprovação: 08/06/2022

---

Annemarlen Gehrke Castagna  
Mestrado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Jorge Assade Leludak  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Marco Aurélio Visintin  
Mestrado  
Instituto Federal do Paraná

**CURITIBA**

**2022**

À Fiorella

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, aos professores que fizeram parte de minha formação. Aos meus familiares e a minha esposa Ariela e Filha Fiorella pela tolerância com a minha ausência durante a dedicação a este curso.

## Epígrafe

A grandeza de um homem está na humildade de se reconhecer a sua pequenez perante todas as coisas e pessoas existentes à sua volta.  
Fábio Luiz Pessoa Albini, 2021

## RESUMO

O presente trabalho consiste no desenvolvimento de uma fechadura para controle de acesso baseada em Arduino e utilizando leitor de cartões RFID. As motivações principais para este projeto foram os diversos problemas enfrentados sucessivamente por manutenção corretiva que foram necessárias na fechadura de um laboratório. Esta fechadura possui diversas cópias de chaves e, conseqüentemente, várias pessoas a utilizam diariamente, o que torna mais provável o seu desgaste e mau uso. Desta forma, pensou-se em uma maneira de evitar estes imprevistos com a inserção da chave à fechadura, e eventual remoção da chave virada ou quebra da chave em seu interior, o que ocasiona o travamento do sistema da tranca e a necessidade de intervenção de um chaveiro para o seu desbloqueio. A instituição já possui cartões RFID que são utilizados para o controle de acesso por meio de catracas, o que tornou mais interessante o seu uso para acesso ao laboratório e com base nisso o surgimento deste trabalho. Como resultado obtido será apresentado o protótipo da fechadura.

Palavras-chave: Controle de Acesso. Arduino. RFID. Fechadura.

## **ABSTRACT**

The present work consists in the development of a lock for access control based on Arduino and using an RFID card reader. The various problems faced, in a laboratory lock, successively by corrective maintenance were the main motivations for this project. This lock has several keys and, consequently, several people use it daily, which makes its misuse more likely. The problems appears when eventual removal of the turned key or breakage of the key inside happens, which causes the locking of the lock system and the need for intervention of a locksmith to unlock it. The institution already has RFID cards that are used to control access through turnstiles, which made its use more interesting to access the laboratory and, based on that, the emergence of this work. As a result, the prototype of the lock will be presented.

Keywords: Access control. Arduino. RFID. Lock.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Pinos de conexão do display LCD 16x2 .....	22
Figura 2. Esquemático de ligação do display LCD com o Arduino. ....	23
Figura 3. Módulo leitor RFID RDM6300.....	24
Figura 4. Esquemático de ligação do módulo RFID RDM6300 com Arduino. ....	25
Figura 5. Módulo relé 5V com 2 canais. ....	26
Figura 6. Fechadura eletrônica AGL. ....	27
Figura 7. Cartão RFID.....	28
Figura 8. Fluxograma do comportamento da fechadura.....	31
Figura 9. Protótipo da fechadura. ....	32
Figura 10. Esquemático do circuito.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CFTV	Circuito Fechado de Televisionamento
IFPR	Instituto Federal do Paraná
LCD	Liquid Crystal Display
RFID	Radio Frequency IDentification
TI	Tecnologia da Informação
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampére
Hz	Hertz
V	Volts
VAC	Volts em Corrente Alternada
VDC	Volts em Corrente Contínua

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Tema</b> .....	<b>14</b>
1.1.1	Delimitação do Tema.....	14
<b>1.2</b>	<b>Problema</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>16</b>
1.3.1	Objetivo Geral .....	16
1.3.2	Objetivos Específicos .....	16
<b>1.4</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>16</b>
<b>1.5</b>	<b>Procedimentos Metodológicos</b> .....	<b>17</b>
<b>1.6</b>	<b>Estrutura do Trabalho</b> .....	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>ESTADO DA ARTE</b> .....	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Arduino UNO</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Módulo display de LCD</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Módulo leitor de cartões RFID</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Módulo Relé</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5</b>	<b>Fechadura eletrônica</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6</b>	<b>Cartões de acesso RFID</b> .....	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Montagem</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Lógica do funcionamento da fechadura</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>5.1</b>	<b>Sugestão para trabalhos futuros</b> .....	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>
	<b>Anexo I</b> .....	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Para exposição deste trabalho, a seguir, serão apresentados: o tema, a delimitação do tema, o problema, os objetivos gerais e específicos, a justificativa, os procedimentos metodológicos e a estrutura do trabalho.

### 1.1 Tema

A segurança de itens armazenados em um determinado recinto, atualmente, vem sendo realizada com o uso de circuito fechado de televisionamento (CFTV), trancas para portas tradicionais e alarmes. Visando aprimorar a segurança no controle de acesso a recintos reservados, surgem novas tecnologias diariamente. Diante disto, os RFIDs (Radio Frequency IDentification) estão sendo utilizados como uma forma alternativa de controle de acesso às zonas restritas, uma vez que utiliza um cartão, chaveiro ou adesivo com um circuito eletrônico e uma antena, a qual é induzida por rádio frequência que alimenta o circuito eletrônico que gera uma resposta. Estes dispositivos são utilizados em diversas situações, como em ponto eletrônico, catracas, acionamento de portões eletrônicos, pedágio eletrônico, etc. A resposta gerada é única e deve coincidir com as informações que, a princípio, serão armazenadas na memória do dispositivo controlador de acesso que concederá ou rejeitará a passagem do portador de tal dispositivo RFID (GAYATHRI, et al., 2018; WATSON, et al., 2019; ESTEPA, 2016; TU, 2016).

Com o objetivo de proporcionar o controle de acesso utilizando *tags* RFID é proposta a criação de uma fechadura para controle de acesso usando Arduino, em que a chave de acesso é um cartão RFID já utilizado nas catracas do IFPR (Instituto Federal do Paraná) campus Curitiba. Esta fechadura lê o cartão e consulta se ele faz parte dos cartões autorizados a terem acesso ao ambiente ou não, e abre a porta em caso afirmativo. O Arduino será programado com diversos módulos anexos a ele, incluindo o módulo leitor de RFID, o módulo de relés, o módulo LCD (Liquid Crystal Display) e uma fechadura eletrônica.

#### 1.1.1 Delimitação do Tema

A instituição pública gasta com cópias de chaves e manutenção em fechaduras do tipo tambor, as quais, quando apresentam problema, demoram cerca

de três ou mais dias para que seja resolvido. Quando ocorre a quebra de chave no interior do tambor ou algum outro problema como a retirada da chave virada de dentro da fechadura, a abertura da porta é impossibilitada e conseqüentemente atrapalha o andamento das atividades que demandam o acesso aquele recinto. O histórico das pessoas que acessaram uma determinada área, com o uso das fechaduras convencionais, é inexistente e o controle de acesso é precário, sendo feito por listas que os porteiros anotam o nome de quem pegou a chave na portaria, o que nem sempre ocorre, pois o porteiro, por diversas vezes, acaba esquecendo-se de anotar o nome da pessoa a quem entregou a chave. Desta maneira, foi desenvolvida uma forma de resolver a vulnerabilidade das fechaduras baseadas em tambor e solucionar de maneira rápida a necessidade de permitir o acesso a algum servidor ou pessoal terceirizado, além de gerar economia para a instituição pública com menos intervenções do chaveiro nas trancas e cópias de chave. Como a inserção da chave no tambor é sempre o maior causador de desgaste, quebra de chaves ou travamento do tambor, diminuindo esta ação na fechadura, espera-se aumentar a sua vida útil e diminuir os gastos com chaveiro e manutenção, uma vez que esta poderá ser realizada pelos profissionais do próprio campus.

Este trabalho consiste na elaboração de uma fechadura para controle de acesso usando o controlador lógico programável Arduino, em que a chave de acesso é um cartão RFID já utilizado nas catracas do IFPR – Instituto Federal do Paraná Campus Curitiba. A fechadura a ser utilizada vem acompanhada por um par de chaves convencionais que permitem a sua abertura no caso de surto elétrico, esta chave deve permanecer em poder da portaria do campus, e ser retirada apenas para uso emergencial.

Enquanto a fechadura está em fase de desenvolvimento, os dados dos cartões de acesso, que possuem permissão para abrirem a porta, ficarão armazenados na memória do próprio Arduino, podendo esta ser expandida com a inserção de um cartão de memória microSD, porém não será necessário o seu uso neste momento.

## **1.2 Problema**

Existe uma forma de produzir uma fechadura mais barata do que as disponíveis comercialmente, que opere com tags RFID com frequência 125kHz e que permita ser programada para acessar a base de dados já existente evitando retrabalho?

## **1.3 Objetivos**

Como bases metodológicas e norteadoras deste trabalho serão tratados como objetivos os itens abaixo nominados.

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Criar uma fechadura programada em Arduino, de modo que seja possível o acesso a uma determinada sala apenas para portadores dos cartões RFID pré-cadastrados e autorizados.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Criar ferramentas de baixo custo;
- Utilizar os cartões RFID já existentes para o acesso nas catracas do campus Curitiba do IFPR;
- Fazer uso da tecnologia de RFID e seu módulo de leitor para Arduino;
- Fazer uso do módulo de relés para Arduino;
- Economizar em cópias de chaves;

## **1.4 Justificativa**

A proposta de criação de uma fechadura programada em um controlador Arduino vai de encontro à concepção do curso de Engenharia de controle e automação, que possui em seu projeto pedagógico a proposta de o Engenheiro de Controle e Automação ser um profissional extremamente flexível e imprescindível em muitos segmentos industriais, com atuação nas mais diferentes áreas da

indústria e em concessionárias de energia, bem como no setor de serviços. Ainda de acordo com os objetivos do curso: qualificar o engenheiro para o mercado de trabalho e prepará-lo para atuar na sociedade; conceber, projetar, especificar e analisar sistemas, produtos e processos; desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas e saber bem usar as ferramentas da informática (ROMANELI, 2011).

Baseando-se nos itens supracitados, foi desenvolvida esta fechadura eletrônica e programada em Arduino para ser um item de baixo custo (comparada às fechaduras similares do mercado) e versátil. Para que possa ser programada sob medida às necessidades da instituição. Além de utilizar os cartões que já existem e são úteis para o acesso ao campus devido às catracas utilizarem esta mesma tecnologia, proporcionando mais funcionalidade aos cartões já adquiridos.

E, por fim, pretende-se reduzir o gasto com cópias de chaves e com intervenções por parte do chaveiro para reparar as fechaduras convencionais, que por diversas vezes apresentam problemas como: a remoção da chave virada, causando o bloqueio do sistema do tambor, a quebra da chave no interior da fechadura, a falta de lubrificação do sistema de tambor, a perda da chave, algum usuário levar a chave para casa e/ou esquecer-se de entregá-la na portaria após o uso, dentre outros.

### **1.5 Procedimentos Metodológicos**

Com o intuito de se atingir os objetivos propostos serão descritas as ferramentas e componentes necessários para a elaboração e montagem da fechadura eletrônica com acesso baseado em RFID, a fundamentação teórica, na sequência a montagem do protótipo e teste em bancada, para verificar a sua funcionalidade, confiabilidade e estabilidade. Seguido pelas correções necessárias para o bom funcionamento e o atendimento dos itens supracitados. Por fim, será instalada em uma sala do IFPR à qual apenas os professores do Eixo de informação e comunicação podem ter acesso, além do pessoal terceirizado da limpeza e segurança. Serão cadastrados os cartões deste pessoal autorizado para que a fechadura fique funcional.



## **1.6 Estrutura do Trabalho**

O trabalho a ser desenvolvido terá como estrutura: um primeiro capítulo introdutório, onde é explicada a importância e aplicabilidade do trabalho desenvolvido, contextualização do tema e justificativa, seguido por outro capítulo que descreverá as ferramentas, os módulos e as configurações utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, posteriormente será apresentado o desenvolvimento do trabalho, com a montagem, os cenários previstos e a programação da fechadura, finalizando com os resultados obtidos e as conclusões.

## 2 ESTADO DA ARTE

Existem diversos trabalhos que se propõe a realizar atribuições semelhantes, porém, nenhum se enquadra perfeitamente no cenário existente o qual se deseja solucionar o problema. De qualquer maneira, abaixo estão descritos alguns dos trabalhos correlatos encontrados na literatura.

No trabalho *Access Control Application Using Arduino And Rfid* de Estepa e Márquez, 2016 foi desenvolvida uma fechadura com a tecnologia RFID e Arduino, porém o projeto utiliza dois Arduino, com módulo receptor e transmissor Zigbee e é utilizada uma fechadura magnética, além disso, o leitor e a fechadura ficam em locais distintos, o que não se aplica às necessidades da proposta. Este sistema é muito mais oneroso, tem a vulnerabilidade em surtos elétricos a fechadura ficar aberta, o que torna inviável para as necessidades propostas.

No trabalho *Rfid based Access Control System Using Arduino* de Dhanalakshmi, et.al., 2021 foi proposto um sistema de controle de acesso usando RFID, porém não é interligado com algum tipo de fechadura a qual permita a abertura ou não de alguma porta. Além disso, este sistema conta com um teclado numérico, o que não é indicado para o caso em questão, pois outras pessoas sem autorização de acesso poderiam conseguir o acesso por força bruta ou pela simples observação de alguém digitar a senha correta.

No trabalho *Attendance System Design and implementation based on Radio Frequency Identification (RFID) and Arduino* de Alrikabi, H. T. S.; et.al, 2018 foi proposta uma ferramenta para controle de frequência dentro da sala de aula, onde os estudantes podem marcar suas próprias presenças com a aproximação de seu cartão no leitor de RFID. Desta forma, o sistema proposto não atende as expectativas, pois ele não faz controle algum de acesso e também não aciona a fechadura. É importante ressaltar que esta funcionalidade é contemplada nos trabalhos futuros do trabalho que está sendo elaborado com este documento.

No trabalho *Desenvolvimento de fechadura inteligente utilizando tecnologia RFID* Pimenta, 2019 é desenvolvido um sistema para agendamento do uso de laboratórios dentro de uma universidade. Porém, o trabalho se limita no desenvolvimento da ferramenta web e não ao controle de acesso em si, pois não é acoplada a uma fechadura. Desta maneira, também não atende a demanda proposta.

A empresa AGL possui uma fechadura denominada fechadura eletrônica ultra card, que apresenta um sistema de abertura por RFID. Porém, esta fechadura é voltada para o acesso de condomínios e casas, e não de áreas internas a uma empresa. O que torna difícil a sua gestão. Além disso, ela não permite comunicação com um servidor externo, o que é um dos trabalhos futuros a serem desenvolvidos. Ela permite 2000 usuários cadastrados, mas todos os usuários precisam necessariamente ser cadastrados em cada uma das fechaduras, o que seria um transtorno sem precedentes para se realizar o cadastro em cerca de 30 salas que é o intuito em um futuro breve. Com o acesso ao banco de dados central esse problema não existe. Por último, mas não esgotando o rol de problemas que seriam enfrentados com o uso desta fechadura, se houvesse o interesse em autorizar alguém temporariamente, teria que ir alguém com o cartão mestre, cadastrar o cartão desta pessoa com o acesso temporário, e em seguida ir novamente com o cartão mestre para descadastrar o cartão da pessoa, e no caso de alguém perder o cartão, a única forma de realizar a exclusão do cartão desta pessoa dos cadastrados é excluindo todos os cartões e recadastrando novamente todos os que ainda estão de posse dos seus cartões, em cada uma das fechaduras (AGL FECHADURAS, 2021).

A empresa Intelbras oferece uma fechadura para controle de acesso que é uma das mais completas encontradas no mercado e similares às necessidades propostas neste trabalho, denominada SS 610. Ela usa o software SoapAdmin 3.5 que oferece muitas funcionalidades, inclusive mais funcionalidades do que as necessárias atualmente na realidade da instituição. Porém, o software citado gerencia a própria base de dados que deve ser cadastrada por meio dele, o que impossibilitaria o uso da base já existente e compatível com os demais equipamentos instalados nas dependências da empresa. Desta forma, mesmo oferecendo diversos recursos inclusive além das necessidades, torna inviável e talvez impossível adaptar todos os equipamentos já funcionais e que são utilizados em conjunto com a fechadura para que consigam se comunicar com o software soapAdmin 3.5 (INTELBRAS, 2022).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho serão utilizadas algumas tecnologias que serão elencadas a seguir.

#### 3.1 Arduino UNO

A placa de desenvolvimento micro processada chamada Arduino é bastante conveniente para a elaboração de protótipos e pequenas automações. É uma plataforma *open source*, ou de código aberto (em português), e é composta por um hardware desenvolvido para prototipagem eletrônica. É projetada com um micro controlador Atmel AVR com suporte para entrada/saída de dados já embutido. Além disso, é programada em C/C++ padrão. Ela traz internamente uma parte de proteção de entrada de energia, em conjunto com a interface USB para comunicação, gravação e alimentação de todo o circuito interno, não demandando gravação do chip em um circuito independente como ocorre com o microprocessador PIC, por exemplo. Ainda, caso seja necessário, pode ser alimentada com uma fonte externa, conectada no jack de alimentação. E, oferece uma gama imensa de módulos prontos no mercado a serem conectados a ela, sendo sensores, controladores, interfaces de entrada e saída, etc. Para fechar a lista de vantagens desta placa de desenvolvimento, existe uma infinidade de material disponível pela Internet e livros que explicam e auxiliam no aprendizado e na programação de seus módulos e funcionalidades (SOLDA FRIA, 2021).

No presente trabalho, o Arduino que será utilizado é a sua versão UNO, e será o micro controlador que fará tanto a leitura quanto o controle de acesso operando uma fechadura e as demais funcionalidades.

#### 3.2 Módulo display de LCD

Para comunicação com o usuário será utilizado um módulo display de LCD 16x2, com controlador HD44780. Este foi escolhido devido à sua versatilidade e simplicidade, pois pode ser facilmente conectado ao Arduino, e conta com uma biblioteca toda para a comunicação com ele. É um módulo que conta com diversas

funcionalidades, como ajuste de contraste, brilho, etc. Além disso, ele apresenta caracteres em 16 colunas e 2 linhas, com luz de fundo na cor azul e letras na cor branca. Para conexão, apresenta 16 pinos, destes serão utilizados 12 para uma conexão simples, já incluindo as conexões de alimentação (pinos 1 e 2), luz de fundo (pinos 15 e 16) e contraste (pino 3) como pode ser facilmente observado na figura1 (THOMSEN, 2011).

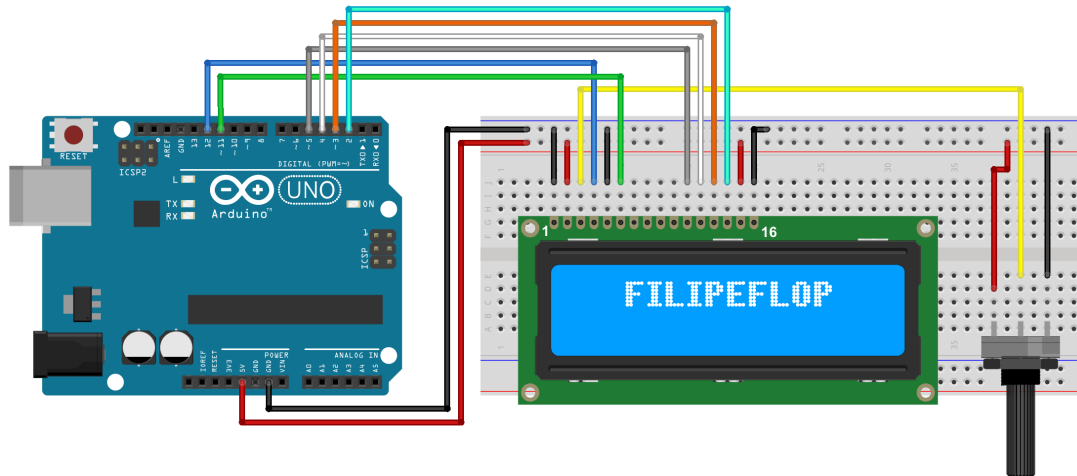
**Figura 1. Pinos de conexão do display LCD 16x2**

<b>Conexões LCD 16x2 - HD44780</b>		
<b>Pino LCD</b>	<b>Função</b>	<b>Ligação</b>
1	Vss	GND
2	Vdd	Vcc 5V
3	V0	Pino central potenciômetro
4	RS	Pino 12 Arduino
5	RW	GND
6	E	Pino 11 Arduino
7	D0	Não conectado
8	D1	Não conectado
9	D2	Não conectado
10	D3	Não conectado
11	D4	Pino 5 Arduino
12	D5	Pino 4 Arduino
13	D6	Pino 3 Arduino
14	D7	Pino 2 Arduino
15	A	Vcc 5V
16	K	GND

**Fonte: Thomsen, A. (2011).**

A conexão deste display LCD se deu seguindo o tutorial do site (THOMSEN, 2011) e que é representado pelo esquemático da figura 2.

Figura 2. Esquemático de ligação do display LCD com o Arduino.



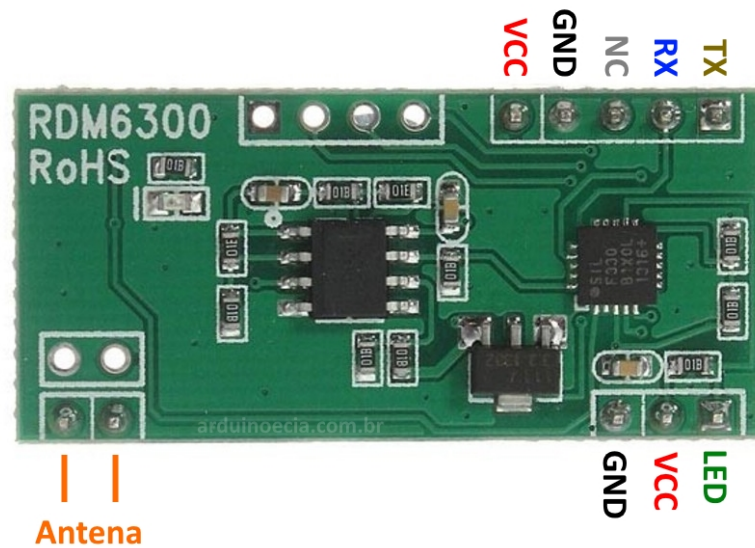
Fonte: Thomsen, A. (2011).

Este esquemático apresentado na figura 2 foi utilizado apenas como norteador da ligação, a ligação completa será apresentada mais pra frente na figura 10.

### 3.3 Módulo leitor de cartões RFID

Para a leitura dos cartões (*tags*) que existem no cenário proposto, foi necessário pesquisar qual era a frequência utilizada na sua leitura. Foi determinada que a frequência de trabalho das *tags*, era de 125kHz. Desta forma, ao pesquisar a respeito da disponibilidade de mercado, foi encontrado o módulo leitor de cartões RFID RDM6300 125kHz que é apresentado na figura 3 (FILIFE FLOP, 2021).

Figura 3. Módulo leitor RFID RDM6300.



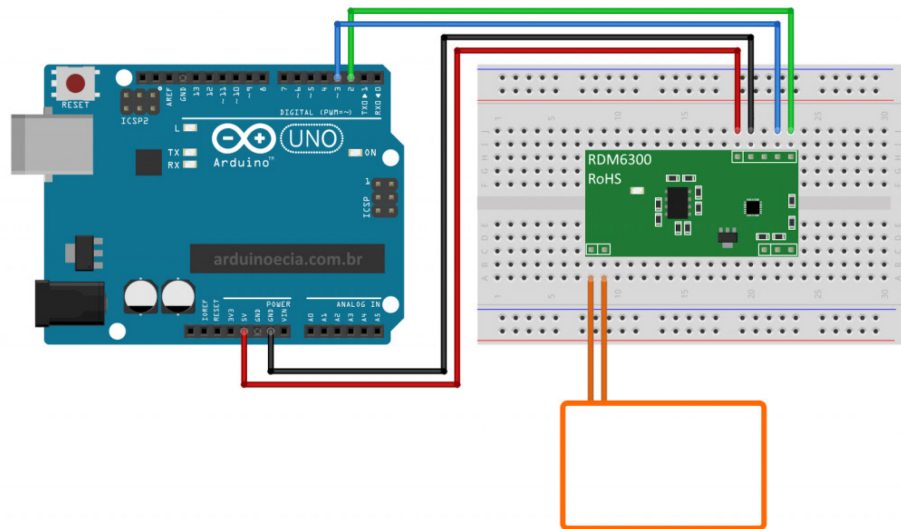
Fonte: Arduino e Cia (2017).

RFID é um acrônimo para *Radio-Frequency IDentification* ou, em português, identificação por rádio frequência, e este módulo supracitado se comunica com o micro controlador através de uma interface serial TTL RS232.

Para realizar a leitura dos cartões o módulo RDM6300 conta com uma bobina que serve como antena externa, que pode ser acoplada em local diferente do módulo leitor RFID e do Arduino, conectado apenas por dois fios.

A conexão do RDM6300 com o Arduino foi baseada no tutorial do site (ARDUINO E CIA,2017), que é apresentada pela figura 4.

**Figura 4. Esquemático de ligação do módulo RFID RDM6300 com Arduino.**



**Fonte: Arduino e Cia (2017).**

A figura 4 apresenta apenas o esboço da ligação do módulo RFID, a ligação do sistema completa é apresentada na figura 10 mais à frente deste trabalho.

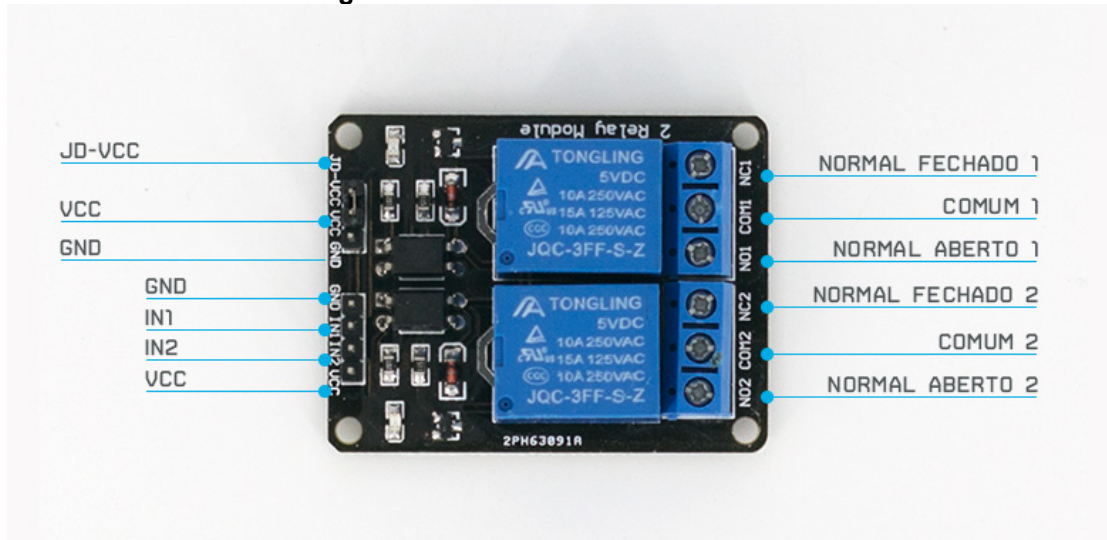
### 3.4 Módulo Relé

Para acionar dispositivos que demandem uma fonte própria para a sua alimentação, utiliza-se de relés. Desta forma, como a fechadura que será utilizada é operada com corrente alternada, enquanto o Arduino é operado por uma fonte de corrente contínua, será utilizado um módulo relé para o acionamento da fechadura, que é apresentado na figura 5.

No módulo relé abaixo, cada canal suporta cargas de até 10 A, em 125 VAC, 250 VAC ou 30 VDC. Existem Leds que mostram o estado de cada canal (acionado/desligado). Este módulo já possui todo o circuito de proteção para evitar qualquer dano ao micro controlador, além de possuir baixa corrente de operação (THOMSEN, 2013).



**Figura 5. Módulo relé 5V com 2 canais.**



**Fonte: Thomsen (2013).**

A figura 5 apresenta apenas a descrição dos pinos e como deve ocorrer a sua ligação, como este módulo é um dos mais simples que existem no Arduino, não se faz necessário o desenho esquemático, uma vez que a ligação segue exatamente o que os pinos descrevem e para os pinos IN1 e IN2 podem ser escolhidos quaisquer pinos de saída do Arduino para operá-lo, de qualquer forma, o esboço da ligação do módulo relé, é apresentada na figura 10 mais adiante neste trabalho.

### 3.5 Fechadura eletrônica

Após diversas pesquisas sobre todas as fechaduras possíveis de serem utilizadas no trabalho proposto, foi selecionada a fechadura eletrônica da marca AGL modelo AGLINHA 12V, figura 6, como sendo a mais adequada para a proposta. Pois para o caso de emergência ela conta com 2 (duas) chaves para operação manual, e no caso de surto de energia elétrica ela não corre o risco de ficar aberta, como ocorre nas fechaduras eletromagnéticas de indução (AGL FECHADURAS, 2021).

**Figura 6. Fechadura eletrônica AGL.**

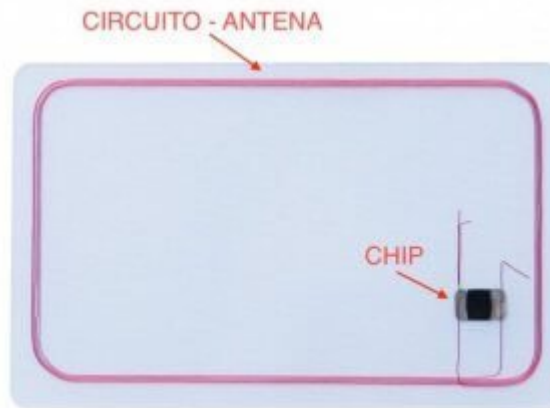


**Fonte: Agl Fechaduras (2021).**

### **3.6 Cartões de acesso RFID**

Os cartões de acesso por rádio frequência já são largamente utilizados e conhecidos da população. Seja o cartão de embarque nos ônibus da cidade de Curitiba, os *tags* para abertura de portas em condomínios, adesivos para liberação e cobrança de pedágio e estacionamento ou ainda os cartões para liberação de acesso nas catracas de diversas instituições de ensino. Na instituição para a qual está sendo elaborada a fechadura, já existem os cartões que operam na frequência de 125kHz e já são cadastrados num banco de dados os seus códigos, com diversas outras informações de seu portador. Desta forma, o tipo de cartão a ser utilizado ficou restrito ao já disponível, visando economia, melhor aproveitamento da verba pública e maior eficiência na sua operação.

Os cartões RFID, que serão utilizados, são elaborados conforme a figura 7 abaixo:

**Figura 7. Cartão RFID.**

**Fonte: Card System Solution (2021).**

Os itens que são desenhados na figura 7 são meramente ilustrativos, pois eles ficam no interior do cartão de PVC e não é visível em seu estado comercial normal, para poder observar a antena e o chip seria necessário desgastar o cartão o que, provavelmente, o danificaria.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Tendo sido estudado um a um os componentes que serão utilizados na elaboração da fechadura para controle de acesso usando RFID, deu-se início à montagem do protótipo.

### 4.1 Montagem

Em primeiro lugar, foi conectado o display de LCD ao Arduino, pois ele se trata de uma interface de saída que será utilizada para validar o funcionamento e os eventuais problemas que possam ocorrer na fase de programação e comunicação com os demais componentes existentes no sistema.

Para a conexão do display de LCD, foram seguidas as orientações já explicadas na figura 2. Para a programação e confirmação do funcionamento do display, foi utilizado o código encontrado em Thomsen, A. (2011) que trata do Programa: Teste de Display LCD 16 x 2. Na sequência foram feitos ajustes sobre este código, para que ele atendesse todas as necessidades da proposta. A programação a ser utilizada referente ao display de LCD será apresentada em conjunto com a programação referente aos demais componentes utilizados no decorrer deste trabalho.

Tendo-se obtido êxito na conexão do display e sua programação estando funcional, procedeu-se a conexão do módulo leitor de cartões RFID RDM6300 125kHz. Para realizar a conexão deste componente, foi realizada a montagem de acordo com o que foi estudado na figura 4, porém, como o display de LCD já estava conectado aos pinos 2 e 3 do Arduino, foram alterados os pinos de conexão sugeridos pela referência para os pinos 8 e 9 do Arduino, visto que estes estavam livres.

E como base para se programar o módulo RFID foi utilizado o exemplo encontrado na referência Arduino e Cia (2017) e a biblioteca indicada neste mesmo local, e que deveria ser baixada do link: <https://github.com/garfield38/RDM6300>, obviamente, no exemplo disponibilizado, foram realizadas as alterações referentes aos pinos os quais o módulo RDM6300 está conectado em nosso Arduino.

Após diversos testes e validações chegou-se à programação adequada às necessidades deste projeto, a qual será exibida no decorrer do presente trabalho.

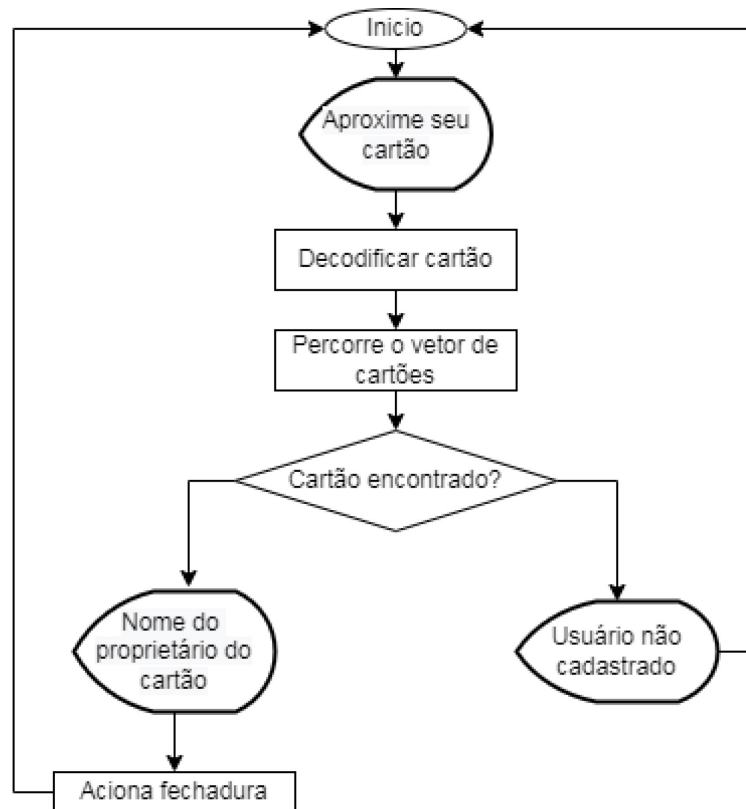
Tendo sido conectados todos os componentes supracitados, procedeu-se a conexão do módulo relé e da fechadura. Para isso, foram conectadas as devidas alimentações e foi eleito o pino 7, que encontrava-se disponível, para acionamento do relé. Desta forma, visto que a referência Thomsen (2013) estudada já ensinara o funcionamento e acionamento do módulo relé por meio do Arduino, foi procedido com a sua ligação e programação. Desta forma, foi possível realizar testes para verificar o funcionamento de todos os componentes em conjunto, e foram realizados diversos ajustes para que o seu comportamento fosse de acordo com o planejado.

Neste primeiro momento e para fins de protótipo, foram cadastrados alguns cartões que teriam acesso a uma determinada sala diretamente dentro do código do Arduino.

#### **4.2 Lógica do funcionamento da fechadura**

Para o funcionamento da fechadura, deseja-se que ela fique exibindo uma mensagem para o usuário “Aproxime seu cartão”, e fique “escutando” se algum cartão é aproximado. Quando algum cartão for lido, a fechadura deverá decodificar o código do cartão, percorrer um vetor de cartões cadastrados, verificar se o código lido coincide em sua integralidade com algum dos cartões cadastrados, e em caso afirmativo deverá exibir a quem pertence o cartão lido e acionar a abertura da fechadura por intermédio do relé, caso contrário deverá exibir a mensagem usuário não cadastrado e retornar ao início figura 8.

**Figura 8. Fluxograma do comportamento da fechadura.**

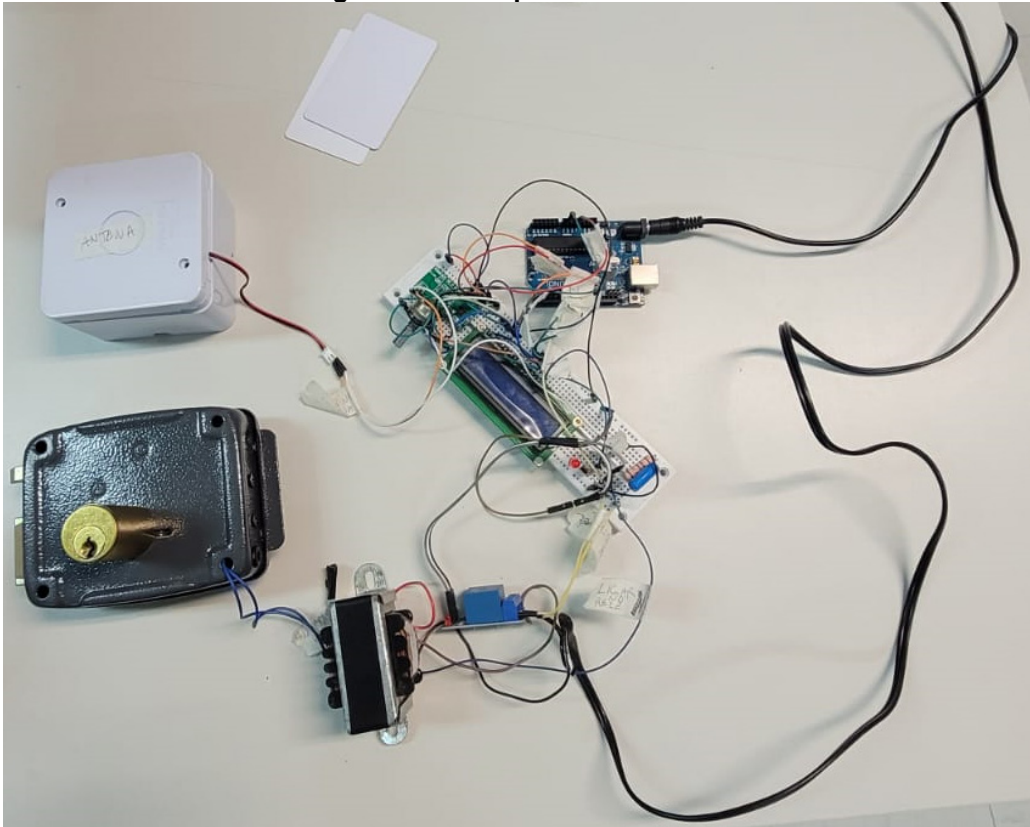


**Fonte: Autoria própria.**

### 4.3 Resultados

Após a realização da montagem de todos os componentes e de todos os testes de funcionalidade realizados bem como os ajustes da programação, obteve-se o protótipo que é apresentado na figura 9.

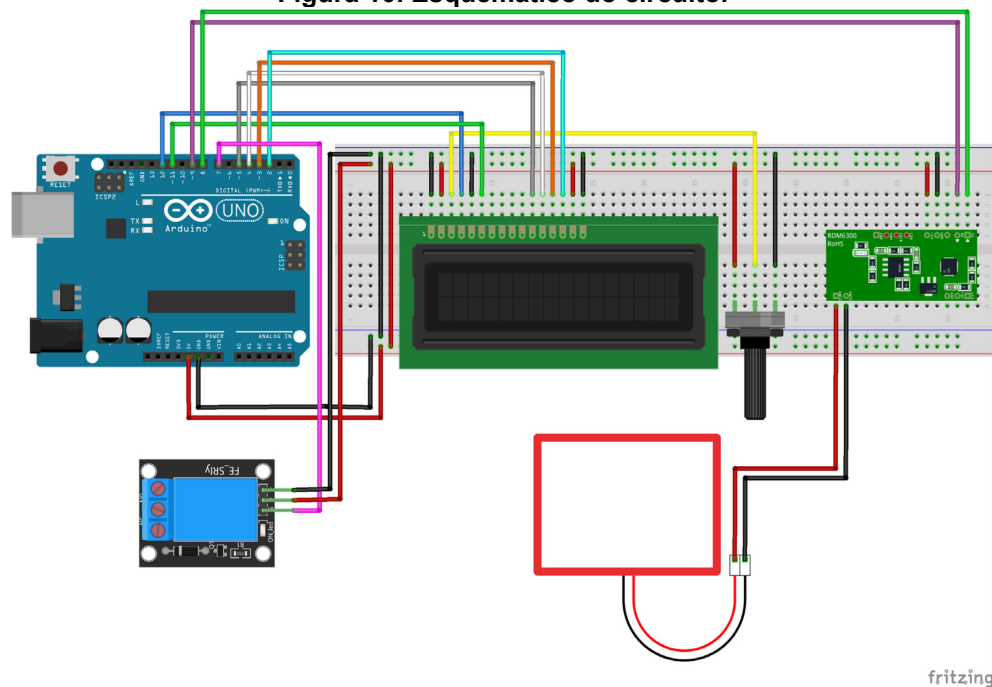
**Figura 9. Protótipo da fechadura.**



**Fonte: Autoria própria.**

O protótipo apresentado na figura 9 foi elaborado de acordo com o esquemático apresentado na figura 10. E, o código fonte da programação que foi embarcada no Arduino é apresentado no anexo I contendo os comentários para melhorar o seu entendimento.

Figura 10. Esquemático do circuito.



Fonte: Autoria própria.

Após a montagem foram transcorridos diversos testes. Nestes testes foi verificada, ocasionalmente, a interferência no display de LCD quando do acionamento repetitivo do relé para abrir a fechadura. Essa interferência se deve ao fato de quando se utiliza cargas indutivas que serão percorridas por energia alternada, sendo acionadas por microcontroladores, que acionam por sua vez um relé com corrente contínua. O Relé apresenta segurança devido ao seu acoplamento, mas dependendo da carga que é acionada (neste caso o transformador da fechadura que é uma carga puramente indutiva), a diferença de potencial à qual são submetidos os contatos abertos do relé, devido à carga armazenada no indutor, pode ser bastante elevada podendo chegar a produzir arcos voltaicos em seu interior, o que reduz a sua vida útil e pode danificar algum componente do circuito. A solução para este problema foi testada e é o acoplamento de um circuito *Snubber*. Este circuito possui o intuito de suprimir o arco gerado pela carga indutiva ao ser conectada e/ou desconectada do circuito. Este circuito *Snubber* é composto por uma carga RC acoplada em paralelo à carga indutiva (no caso o transformador da fechadura). É possível visualizar na figura 9 no canto inferior direito a presença do capacitor de poliéster e de um resistor no circuito (LITTELFUSE, 2016).



O custo para elaboração deste protótipo finalizado nos dias atuais ficaria em aproximadamente R\$ 280,00. E as fechaduras comerciais que apresentam a tecnologia RFID para controle de acesso foram encontradas com valores variados, dependendo de suas funcionalidades, partindo de R\$ 620,00 uma fechadura sem display, que visualmente é apenas a fechadura, até R\$ 3.000,00 uma fechadura que apresenta display e teclado. Com base nesse levantamento, é importante salientar que nenhuma das fechaduras comercialmente oferecidas permitirá a comunicação com a base de dados já existente em nossa instituição, o que limitaria o seu uso aos cartões cadastrados na própria fechadura ou teria que ser realizada uma alteração muito maior nos recursos já disponíveis atualmente, o que geraria retrabalho e poderia inviabilizar a comunicação das catracas e demais equipamentos que atualmente utilizam esta interface. Por fim, algumas dessas fechaduras disponíveis no mercado, utilizam um protocolo de comunicação e/ou frequência dos dispositivos RFID que são incompatíveis com os cartões que já são utilizados, o que também geraria dificuldade em seu uso.

## **5 CONCLUSÃO**

Com a elaboração deste trabalho, foi possível concluir que é possível se construir uma fechadura de custo mais baixo do que as disponíveis no mercado, usando componentes facilmente encontrados e que atendam a necessidade atual da instituição. Estima-se que com a economia gerada em: contrato com chaveiro; manutenção; cópias de chaves; intervenções e; arrombamentos nos casos de quebra de chaves ou bloqueio das fechaduras convencionais; as fechaduras com RFID acabarão por se pagarem em pouco tempo.

A praticidade de não haver a necessidade de se carregar um molho de chaves e ficar procurando a chave que abre cada uma das portas vai facilitar muito a vida das faxineiras, dos seguranças e de todos os servidores da instituição.

A fechadura projetada foi capaz de ler os cartões RFID existentes, autorizar aqueles que estão cadastrados e rejeitar o acesso aos que não são conhecidos. Atendendo na totalidade a proposta inicial.

### **5.1 Sugestão para trabalhos futuros**

Este protótipo é apenas um pedaço do real objetivo que existe por trás da fechadura, pois no futuro deseja-se, quando a fechadura for implantada nas dependências do campus, que seja utilizado o próprio servidor onde estão cadastrados os cartões de acesso das catracas e não mais os cartões cadastrados em memória. Este servidor é dinâmico e atualizado constantemente pela área de T.I. (tecnologia da informação) do campus, não gerando retrabalho e já possuindo todas as informações necessárias para a concessão do acesso às salas. E fazendo a interface entre os dispositivos Arduino das fechaduras e esta base de dados, pretende-se colocar uma aplicação servidor embarcado num Raspberry Pi que ficará próximo à direção de ensino e que será ligado num monitor para exibição das salas que encontram-se livres e/ou em uso, bem como para fazer a consulta no banco de dados dos cartões RFID para liberação do acesso a cada uma das fechaduras que agirão como uma aplicação cliente. Adicionalmente, poderá ser feita a liberação temporária de acesso a uma determinada fechadura para um aluno em específico, que poderá ser inclusive um monitor ou estagiário, o qual terá essa permissão

concedida diretamente pelo software embarcado no Raspberry Pi e gerido pelos membros da Direção de Ensino, motivo esse que será ali localizado este dispositivo. Ainda dentro dos trabalhos futuros, se está projetando o sistema com a possibilidade de realizar a chamada para cada uma das disciplinas pela aproximação dos cartões RFID dos alunos na própria fechadura uma vez que o professor tenha adentrado à sala. Como as possibilidades são incomensuráveis e devido à restrição de tempo, estes trabalhos futuros servem apenas para balizar os avaliadores do potencial que existe neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- AGL FECHADURAS. AGL Eletrônicos do Brasil. Disponível em: <https://www.aglfechaduras.com.br/>. Acesso em: 28 de novembro de 2021.
- ALRIKABI, H. T. S.; et.al. **Attendance System Design and implementation based on Radio Frequency Identification (RFID) and Arduino**. Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 10, 04-Special Issue, 2018.
- ARDUINO E CIA. Módulo Leitor RFID RDM6300 com Arduino, 2017. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/leitor-rfid-rdm6300-125khz-arduino/>. Acesso em: 28 de novembro de 2021.
- CARD SYSTEM SOLUTION. Card System Solution. Disponível em: <https://cardsystemsolution.com.br>. Acesso em: 28 de novembro de 2021.
- DHANALAKSHMI, K. S.; PRAGHNA, A.; REDDY, E. T.; PRABHAVATHY, S. K. **Rfid based Access Control System Using Arduino**. Annals of R.S.C.B., Vol. 25, Issue 6, 2021, Pages. 17614 – 17622. 2021. ISSN:1583-6258.
- ESTEPA, M.; MÁRQUEZ, D. G. **Access Control Aplication Using Arduino And Rfid**. Universidad de Málaga, Malaga, 2016.
- FILIPE FLOP. Leitor RFID RDM6300 125KHz. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/leitor-rfid-rdm6300-125khz/>. Acesso em: 28 de novembro de 2021.
- GAYATHRI, V.; SUPRAJHA, K.; UMAMAKESWARI, A. **Smart Security System for Health Centers**. International Journal of Engineering & Technology, 7, pp.220-223, 2018.
- INTELBRAS. INTELBRAS, Segurança Eletrônica, Redes, Comunicação e Energia. Disponível em: <https://www.intelbras.com/>. Acesso em 28 de maio de 2022.
- LITTELFUSE. Application Note: Inductive Load Arc Suppression [s.l.] [s.n.], 2016.
- PAVITHRA, A.; KALAVATHI, M.; KEERTHI, S.; SABIRUNNISA, S. K. **Access Control Using RFID and Arduino**. Gokaraju Rangaraju Institute Of Engineering And Technology, Hyderabad, 2013.
- PIMENTA, O. **Desenvolvimento de fechadura inteligente utilizando tecnologia RFID**. Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade, 2019.
- ROMANELI, E. F. R. **Proposta de Implementação do Curso de Engenharia de Controle e Automação**. UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- SOLDA FRIA. **O que é um arduino, para que serve, como funciona, onde comprar?**. Disponível em: <https://www.soldafria.com.br/blog/o-que-e-um-arduino-para-que-serve-como-funciona-onde-comprar>. Acesso em: 26 de novembro de 2021.

THOMSEN, A. **Controlando um LCD 16x2 com Arduino**, FilipeFlop, 2011. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/controlando-um-lcd-16x2-com-arduino/>. Acesso em: 27 de novembro de 2021.

THOMSEN, A. Controlando lâmpadas com Módulo Relé Arduino, FilipeFlop, 2013. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/controle-modulo-rele-arduino/>. Acesso em: 28 de novembro de 2021.

TU, J. **A contactless door lock controlled by portable devices**, Engineering Computations, Vol. 33 No. 6, pp. 1631-1641 [s.l.], 2016

WATSON, I. A.; QUINCY, J. K.; LUKMAN, A. M. **Design and Implementation of a Radio Frequency Identification (RFID)- Based Door Lock System**. Greener Journal of Science, Engineering and Technological Research, Vol. 9(2), pp. 12-18, 2019. ISSN: 2276-7835.

## ANEXO I

### Código fonte embarcado no Arduino

```
// -- Código elaborado por Fábio Albini

// Carrega as bibliotecas necessarias
#include <SoftwareSerial.h>
#include <RDM6300.h>
#include <LiquidCrystal.h>

//Configura os pinos e inicializa as funções
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
SoftwareSerial RFID(8, 9);

int led = 13;
uint8_t payload[6]; // Usado para ler comparacoes RFID
bool pergunta = true; // Variavel para o LCD nao ficar piscando enquanto ninguem encosta o cartao;
int porta_rele1 = 7; //pino 7 para o relé que aciona a fechadura

// Criado uma estrutura de dados para o armazenamento dos cartoes e nomes dos usuarios
typedef struct
{
  uint8_t cartao[5];
  char *nome;
} usuario;

uint8_t c;

int NAOACHEI=9998
int igual=0;
int posicao_certa=-1; //Inicializa com uma posicao inexistente

void setup()
{
  pinMode(led, OUTPUT); //Led da placa do arduino pino 13
  RFID.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(porta_rele1, OUTPUT);
  pergunta=true;
}

void loop()
{
  //Os cartões cadastrados e que possuem permissão

  usuario acesso[4];
  acesso[0].cartao[0]=0x4;
  acesso[0].cartao[1]=0x0;
  acesso[0].cartao[2]=0xa4;
  acesso[0].cartao[3]=0x21;
  acesso[0].cartao[4]=0x13;
  acesso[0].nome = "Fabio Albini";

  acesso[1].cartao[0]=0x4;
  acesso[1].cartao[1]=0x0;
  acesso[1].cartao[2]=0xb8;
  acesso[1].cartao[3]=0xc3;
  acesso[1].cartao[4]=0x8e;
  acesso[1].nome = "F. V.";

  acesso[2].cartao[0]=0x40;
  acesso[2].cartao[1]=0x0;
  acesso[2].cartao[2]=0x70;
  acesso[2].cartao[3]=0x16;
  acesso[2].cartao[4]=0xb6;
  acesso[2].nome = "B.";

  acesso[3].cartao[0]=0x59;
  acesso[3].cartao[1]=0x0;
  acesso[3].cartao[2]=0x67;
  acesso[3].cartao[3]=0x03;
  acesso[3].cartao[4]=0x46;
  acesso[3].nome = "J.";

  RDM6300 RDM(payload);
  RFID.listen();

  digitalWrite(porta_rele1, HIGH);
```

```

if (pergunta)
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(4, 0);
  lcd.print("APROXIME");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("SEU CARTAO");
  pergunta = false;//Para nao entrar aqui ate que a mensagem tenha sido apagada do display.
}

while(RFID.available(>0){
  c = RFID.read();
  RDM.decode(c);

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);

  if(payload[0]!=0){
    for(int j=0; j < sizeof(acao) ; j++) // Percorre todos os cartoes cadastrados para procurar se algum coincide
    com o que foi lido
    {
      igual=0;
      for (int i = 0; i < 5; i++) //Como sao 5 bytes cada cartao, tem que percorrer os 5 para ver se
      coincide
      {
        if(acao[j].cartao[i]==payload[i]) //verifica se os bytes coincidem na mesma ordem
        {
          igual++;//Conforme coincide, incrementa a variavel para dizer o numero de
          bytes que sao iguais.
          if(igual==5) //Se forem os 5 iguais, tem que armazenar qual eh o indice do
          usuario que esta abrindo a porta. Isso eh apenas para exibir o nome dele no display.
          {
            posicao_certa=j;
            //j=sizeof(acao);//break; //Interrompe o loop, porque ja
            encontrou o usuario correto.
            igual = 0;
          }
          else
          {
            if((j==(sizeof(acao)-1)) && (i==4) && (igual<5)){
              posicao_certa = NAOACHEI; //Codigo para dizer que
              nao encontrou (foi definido ao acaso).
            }
          }
        }
      }
    }
  }
}

for(int i=0; i<6; i++)
{
  payload[i] = 0; //Para poder ler o mesmo cartao 2 vezes precisa apagar o payload!
}

if(posicao_certa==NAOACHEI) //Este eh o codigo definido para usuario nao cadastrado.
{
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("USUARIO NAO");
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print("CADASTRADO");
  pergunta=true; //Apenas para imprimir novamente aproxime o seu cartao no display
  delay(1000); //Tempo pelo qual fica aparecendo na tela o aproxime seu cartao
  digitalWrite(LED, LOW); //apaga o LED 13 no caso de nao ter encontrado usuario cadastrado.
  posicao_certa=9999; //Estado inicial desta variavel, e uma posicao invalida para o usuario
  igual=0;
}

if((posicao_certa>=0)&&(posicao_certa<(sizeof(acao))))
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0); //Posiciona o cursor na primeira posicao do LCD
  for(int i=0; i<5; i++)
  {
    lcd.print(acao[posicao_certa].cartao[i], HEX); //Imprime o valor dos bytes do cartao que esta acessando a porta. (comentar a linha caso
    nao queira exibir)
    lcd.print(" ");
  }
  delay(1000);
  lcd.setCursor(0,1); //Vai para a segunda linha do LCD para imprimir o nome
  lcd.print(acao[posicao_certa].nome); //Imprime o nome do usuario no LCD

  delay(500); //se quiser deixar aparecendo o nome do usuario antes de abrir a fechadura acionar este delay;

  //ABRE PORTA!
  digitalWrite(porta_rele1, LOW); //Liga rele 1 aciona a bobina da fechadura
  delay(500); //tempo de acionamento do rele esse tempo eh somado ao tempo que fica a mensagem do nome do usuario no display
  digitalWrite(porta_rele1, HIGH); //Liga rele 1 aciona a bobina da fechadura
  digitalWrite(LED, LOW); //apaga o LED 13
  RDM.decode(2);
}

```

```
//delay(2000); //se quiser deixar aparecendo o nome do usuario dsepois de abrir a fechadura acionar este delay pelo tempo que quiser que
apareca menos o tempo da linha 147 e da linha 151;
pergunta=true;
igual=0;
posicao_certa=9999;
}
digitalWrite(led, LOW); //apaga o LED 13 no caso de nao ter encontrado usuario cadastrado.
posicao_certa=9999; //Estado inicial desta variavel, eh uma posicao invalida para o usuario
igual=0;
}
```