

## COFRE SECRETO COM A TECNOLOGIA *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION* (RFID)

### SECRET SAFE WITH RFID TECHNOLOGY

Abilio Veloso de Moraes<sup>1</sup>

Fabio Bilicki dos Santos<sup>1</sup>

Vivian Toledo Santos Gambarato<sup>5</sup>

Danilo Victorino Batista Cruz<sup>1</sup>

Peterson Henrique Santos Falcão<sup>1</sup>

### RESUMO

Cada vez mais as pessoas buscam por segurança, seja ela física ou lógica (dados, informações). O presente artigo apresenta o protótipo de um dispositivo para controle de acesso a um cofre automatizado, ao qual somente pessoas previamente autorizadas terão acesso. Para seu desenvolvimento foi utilizado o Microcontrolador Arduino com os módulos RFID (*Radio Frequency Identification*). Para o controle de acesso cada usuário terá uma etiqueta RFID para identificá-la. O Arduino será o responsável por lê essa identificação e enviar para um banco de dados, onde ficará gravado o acesso autorizado ou não autorizado. Utilizou-se a técnica de prototipagem, a qual é, normalmente, usada para o desenvolvimento de um novo projeto de produto. Com isso, é possível desenvolver e produzir um produto que terá todas as funções requisitadas e será possível testar o produto antes de produzi-lo em larga escala. Os resultados ficaram dentro do planejado, com um projeto funcional de baixo custo.

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

### ABSTRACT

More and more people are looking for security, whether physical or logical (data, information). This paper aims to present the prototype of a device to control access to an automated vault, to which only previously authorized people will have access. Arduino with Radio Frequency Identification (RFID) modules was used. For access control each user will have an RFID tag to identify it. Arduino will be responsible for reading this ID and send it to a database where the authorized or unauthorized access will be recorded. Prototyping technique, which is normally used for the development of a new product design was used. Therefore, it is possible to develop and produce a product that will have all the functions required and it will be possible to test the product before producing it on a large scale. The results were as planned, with a low cost functional design.

**Keywords:** Arduino. Access Control. RFID

<sup>1</sup>Graduado no curso Análise e Desenvolvimento de Sistema, Faculdade de Tecnologia de Botucatu-Fatec

<sup>2</sup>Docente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu-Fatec-Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, s/n - Jardim Aeroporto, Botucatu - SP, 18606-851. e-mail: vivian.gambarato@fatec.sp.gov.br

## 1 INTRODUÇÃO

A identificação por rádio frequência (*RFID – Radio Frequency Identification*) tem sido um assunto amplamente abordado nas empresas, no meio acadêmico e na mídia. Uma das razões desse interesse é o possível valor estratégico dessa tecnologia (PEDROSO; ZWICKER e DE SOUZA, 2009). Nesse sentido, diversas empresas e instituições utilizam sistemas de controle de acesso para administrar e autorizar o fluxo de pessoas ou objetos.

A tecnologia RFID é um método de identificação automática sem fio que utiliza ondas de rádio para obter remotamente dados armazenados em dispositivos denominados etiquetas ou *tags* (BARBIN, 2015).

Segundo McRoberts (2015), o RFID é uma identificação por radiofrequência e é o método preferido para fazer o controle de pessoas em prédios comerciais. A tecnologia se popularizou e o preço dos leitores diminuiu. É possível conectá-la ao Arduino para obter dados. O usuário do sistema possui uma *tag* RFID, que é uma etiqueta com uma identificação.

Essa tecnologia também pode ser aplicada em sistemas de transportes inteligentes, para gerenciamento, fiscalização e controle veicular (CARDOSO, 2014). Segundo Castro (2014), o RFID pode ser aplicado em várias áreas, inclusive na avaliação de projetos logísticos na indústria aeronáutica brasileira, com o objetivo de criar um ranking de classificação e projetos de RFID voltados para logística. Já na área de segurança é possível ter um monitoramento e controle remoto de equipamentos de um canteiro de obras, colocando uma *tag* em cada equipamento e monitorando em qual local ele se encontra (OLIVEIRA; SERRA, 2017).

As aplicações de RFID funcionam com automatização de processos e sistemas informatizados, integrados a bancos de dados, que segundo Turban, Rainer e Potter (2007), os sistemas têm como base os dados que podem ser numéricos, palavras, imagens, sons e não têm significado ou geram conhecimento por si só. Com a integração entre o sistema e o banco de dados será possível emitir relatórios de quantas vezes o cofre foi aberto.

O objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de um cofre automatizado, junto com uma página web, sistema web que permitindo emitir relatórios de *logs* de pessoas que tiveram acesso ao cofre juntamente com o horário exato que foi acessado. Para a montagem do protótipo os componentes foram escolhidos e comprados, bem como as tecnologias de desenvolvimento selecionadas. Houve a montagem do protótipo, programação e testes, demonstrando as vantagens de se utilizar todas essas tecnologias trabalhando em conjunto, substituindo as tradicionais chaves por algo mais seguro e automatizado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A escolha dos materiais utilizados para a construção do protótipo contou com um Arduino UNO pela facilidade de programação e integração com sensores disponíveis do mercado, um sensor RFID e duas chaves, uma cadastrada para energizar o relê onde serve como ponte para energizar a fechadura elétrica, outro que apresenta acesso negado.

O desenvolvimento do software levou aproximadamente 16 horas e foi feito em JAVA *web*, usando o banco de dados MySQL.

Conforme Banzi e Shiloh (2015), o Arduino se encaixa perfeitamente ao método de Prototipagem, porque permite a criação de equipamentos de forma mais simples, rápida e com o menor custo possível. Com isso não é preciso construir tudo do zero, já que a plataforma já está pronta. Assim, economiza-se tempo e não são necessários conhecimentos avançados em eletrônica para desenvolver um projeto.

Segundo Banzi (2015), o Arduino é uma plataforma de hardware de fonte aberta com o objetivo de possibilitar que pessoas que não tenham conhecimento avançado em eletrônica desenvolvam projetos de computação. Por ser de fonte aberta, existem diversas comunidades que compartilham seu conhecimento através da Internet, escolas, livros etc. Desta forma, um iniciante pode encontrar instruções para construir seu próprio projeto ou incorporar algo em projetos relacionados.

A placa do Arduino é um microcontrolador, semelhante a um computador de pequeno porte, mas com sua capacidade de processamento e armazenamento muito reduzida. O processador principal do Arduino é o ATmega328. Esta é a descrição do Arduino Uno que é o mais comum e foi utilizado no projeto.

Para a compra dos equipamentos utilizados na montagem do protótipo, foram realizadas várias pesquisas em lojas locais (que não tinham os componentes necessários) e na Internet. No Mercado Livre o frete inviabilizou a compra, mas em uma empresa especializada chamada UsinaInfo foi realizada a compra do kit completo contendo todos os dispositivos utilizados, com frete acessível.

Os seguintes dispositivos foram comprados:

- 1 Arduino UNO + Cabo USB AB;
- 1 *Protoboard* 400 pinos
- 1 Kit RC522 Leitor RFID;
- 1 Módulo Relé 1 Canal;

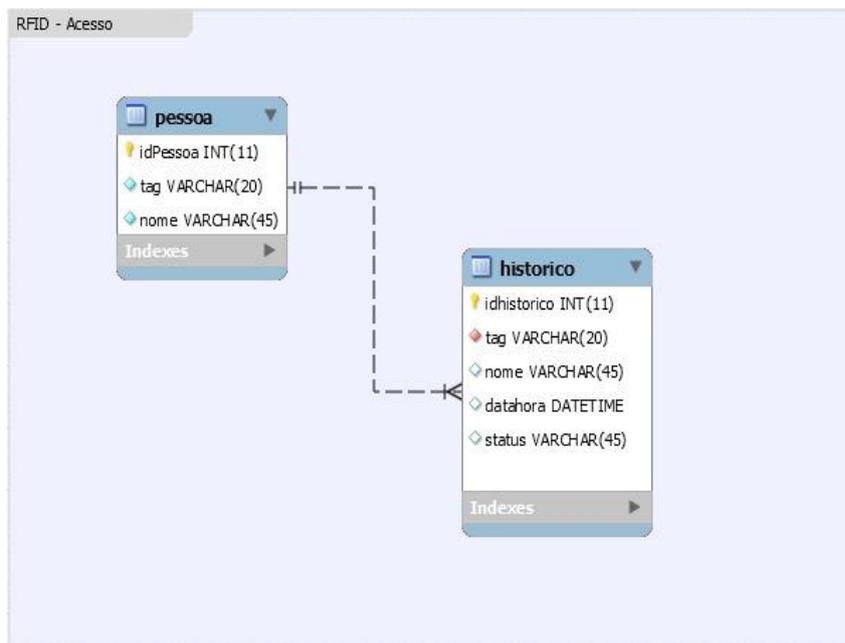
- 1 *Display* LCD 16×2;
- 1 Potenciômetro;
- 1 Fechadura Elétrica 12V;
- 1 Fonte de Alimentação 12V 1A;
- 1 caixa de MDF (18x18x15 cm);
- 1 Kit de *jumper* macho-macho;
- 20 *jumper*s fio para Arduino;
- 1 mesa de café da manhã.

O desenvolvimento do programa contou com algumas ferramentas escolhidas por serem robustas e não precisar comprar a licença para usá-las, como o MySQL Workbench e a IDE NetBeans.

No banco de dados implementado na linguagem SQL, há uma tabela destinada ao cadastro de pessoas, onde os parâmetros inseridos foram: *idPessoa*, *nome* e *tag* contando com um formulário elaborado em Java *Web* para auxiliar nesta aplicação. A segunda tabela faz a atualização dos dados utilizando o campo *tag* como uma chave estrangeira, que é usada para referenciar a primeira tabela, além do *status*, *data* e *hora*. Esta segunda tabela receberá os dados pela comunicação com o Arduino. Esta inserção é feita de forma simples, semelhante a uma inserção feita em *browser*. Sempre que a *tag* portada pelo usuário adentrar a área de cobertura do leitor (5 cm no caso do cofre) esta é alimentada e transmite o número único de identificação (*idPessoa*) através da comunicação serial. O código é tratado pelo microcontrolador que associa o ID com o número da *tag* e, ao final do processo, define o estado (Permitido ou Negado).

O banco de dados escolhido foi o MySQL e o *framework* Hibernate. Os SGBDs utilizados foram o MySQL, Software MySQL *Workench* e o PhpMyAdmin, o primeiro para a criação da modelagem entidade-relacionamento (MER e DER), ilustrado na Figura 1, e o segundo para a manipulação da modelagem física do banco.

Figura 1 - Modelo de Entidade e Relacionamento



Fonte: Próprios Autores, 2019.

Para o desenvolvimento do controle e histórico de acesso, foi usada a linguagem de programação Java, a qual é orientada a objetos integrada ao ambiente de desenvolvimento Netbeans. A escolha foi feita ser uma das linguagens de programação mais usadas no mercado, IDE é gratuita e facilita para uma futura migração para o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis que usam a plataforma Android.

A Figura 2 ilustra a tela principal do software. Ela é basicamente composta por 2 botões, o primeiro para cadastrar e vincular a *tag* a pessoa, e o segundo para gerar relatórios de acessos.

Figura 2 - Software de acesso e histórico



Fonte: Próprios Autores, 2019.

A página de cadastro de pessoas é muito simples e intuitiva, podendo cadastrar, alterar e exibir pessoas já cadastradas (FIGURAS 3 e 4)

Figura 3 – Cadastro de pessoa

Novo

**Registro de Pessoa e Tag**

Código

Tag

Nome

✎ Alterar 💾 Salvar ↶ Voltar

Fonte: Próprios Autores, 2019.

Figura 4 – Listagem de pessoas cadastrada

Tag	Nome	
137.144.160.89.224	Peterson	<span style="color: blue;">Exibe</span>
144.312.26.12.445	Fabio	<span style="color: blue;">Exibe</span>
654.124.336.4.353	Abilio	<span style="color: blue;">Exibe</span>

+ Nova Pessoa

Fonte: Próprios Autores, 2019.

O botão histórico de acesso gera um relatório de todas as *tags* que acessaram ou tentaram ter acesso ao cofre. O relatório traz o número da *tag*, o nome da pessoa que está *tag* está vinculada, a data e o horário de acesso, e o status que diz se a porta do cofre foi aberta ou não. (FIGURA 5).

Figura 5 – Relatório de Logs

Tag	Nome	Data/Hora	Status
137.144.160.89.224	Peterson	2019-12-03 02:00:27.0	Acesso Liberado
34.11.34.45.44	não encontrado	2019-12-03 02:00:45.0	Acesso Negado
67.34.56.222.55	não encontrado	2019-12-03 02:00:59.0	Acesso Negado
137.144.160.89.224	Peterson	2019-12-03 02:01:35.0	Acesso Liberado
137.144.160.89.224	Peterson	2019-12-03 02:01:50.0	Acesso Liberado
3.65.23.1.34	não encontrado	2019-12-03 02:01:59.0	Acesso Negado
654.124.336.4.353	Abilio	2019-12-03 02:02:10.0	Acesso Liberado

Fonte: Próprios Autores, 2019.

Para o desenvolvimento do software, o qual é executado no Arduino, foi usada a linguagem nativa do hardware que é a linguagem C++, onde foi usada a ferramenta nativa *opensource* Arduino Genuine para edição do código fonte (FIGURA 6).

Figura 6 - Software Arduino

```

acesso_rfid_2 | Arduino 1.8.10
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
acesso_rfid_2
// FATEC ADS

#include <SPI.h>           // Inclui a biblioteca SPI.h
#include <RFID.h>          // Inclui a biblioteca RFID.h
#include <Wire.h>          // Inclui a biblioteca Wire.h
#include <LiquidCrystal.h> // Inclui a biblioteca LiquidCrystal.h

#define SS_PIN 10          // Define os pinos do RFID
#define RST_PIN 9         // Define os pinos do RFID

RFID rfid(SS_PIN, RST_PIN); // Inicializa as configurações da biblioteca RFID

LiquidCrystal lcd(6, 7, 5, 4, 3, 2); // Declara os pinos do display

const int solenoide = 8;   // Declara pino da fechadura elétrica
int serNum[5];            // Variável de leitura da tag

int cards[][5] = {        // Declara os códigos liberados para acesso
  {137, 144, 160, 89, 224}, // Tag de Acesso 1
};

bool access = false;

int alarm = 0;
uint8_t alarmStat = 0;
uint8_t maxError = 5;

```

Fonte: Próprios Autores, 2019.

Os materiais chegaram dentro do prazo, bem embalados e todos os itens funcionando perfeitamente (FIGURA 7).

Figura 7 - Chegada dos Componentes



Fonte: Próprios Autores, 2019.

O custo inicial do protótipo ficou em R\$ 270,24 (FIGURA 8).

Figura 8 – Custo dos Componentes

Nome do recurso	Tipo	Unidade do Material	Inicia	Gi	Un má	Taxa padrão	Tax h. ext	Custo/uso	Acumular
Kit Prototipagem / Base Acrílica Incolor 120x83mm + Protoboard 400 Pontos + Parafusos para Arduino UNO - BP400	Material	UN	K			R\$ 0,00		R\$ 33,90	Rateado
Fonte de Alimentação Chaveada 12VDC 2A	Material	UN	F			R\$ 0,00		R\$ 28,85	Rateado
Fechadura Elétrica Solenóide 12V NF Compacta para Projetos - FE-91	Material	UN	F			R\$ 0,00		R\$ 34,90	Rateado
Potenciômetro 10K com Eixo Estriado para Projetos	Material	UN	P			R\$ 0,00		R\$ 1,99	Rateado
Display LCD 16x2 com fundo azul	Material	UN	D			R\$ 0,00		R\$ 17,75	Rateado
Barra de pinos macho 1x40 vias com passo de 2,54mm 180° - Preto	Material	UN	B			R\$ 0,00		R\$ 1,99	Rateado
Módulo Relé 5V 10A 1 Canal para Arduino e Raspberry PI - P9	Material	UN	M			R\$ 0,00		R\$ 11,30	Rateado
Kit RC522 Leitor RFID + Tags (Chaveiro + Cartão)	Material	UN	K			R\$ 0,00		R\$ 26,30	Rateado
Arduino Uno R3 + Cabo USB	Material	UN	A			R\$ 0,00		R\$ 54,90	Rateado
Jumper Premium para Protoboard Macho-Macho 20 cm - Kit c/ 20 peça	Material	UN	J			R\$ 0,00		R\$ 22,00	Rateado
Jumper Premium para Protoboard Macho-Fêmea 20 cm - Kit c/ 20 peça	Material	UN	J			R\$ 0,00		R\$ 17,00	Rateado
Frete	Material		F			R\$ 0,00		R\$ 19,36	Rateado

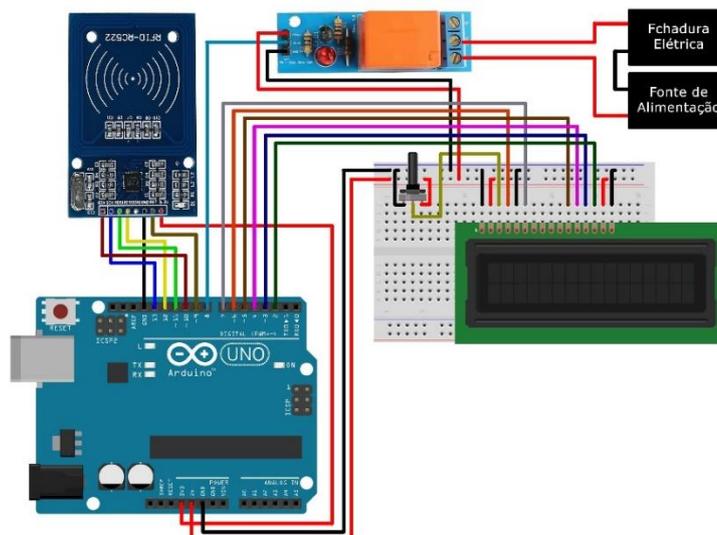
Fonte: Próprios Autores, 2019.

O *software* foi desenvolvido em aproximadamente 80 horas.

Para a montagem, foram utilizadas ferramentas como chaves de fenda de variados tamanhos, cola quente, fita dupla face, alicate, soldador e estanho.

Foi iniciado pela montagem dos componentes eletrônicos, em que se utilizou o layout que acompanhava a compra dos componentes conforme Figura 9, fixou-se o *display* e o potenciômetro na *protoboard*, em seguida, conectou-se os *jumpers* do Arduino na *protoboard* e ao kit RC522 leitor RFID.

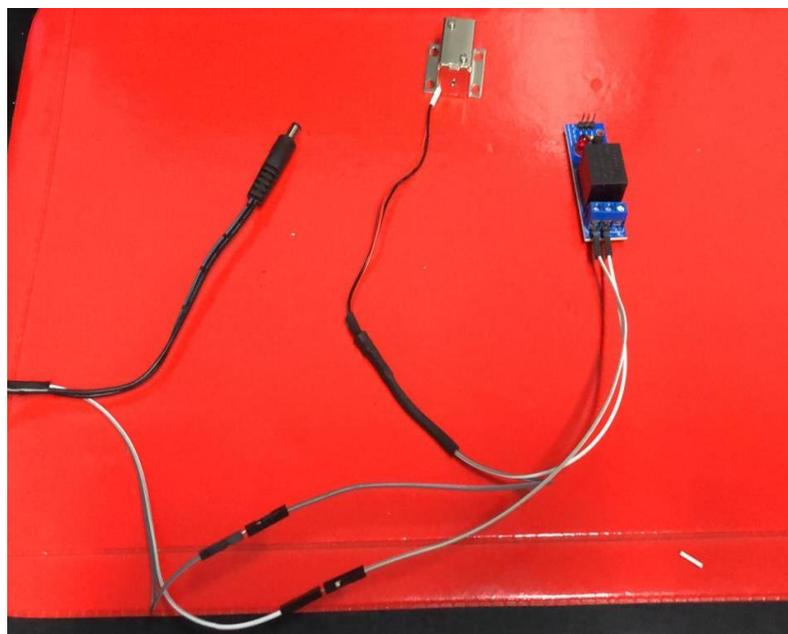
Figura 9 - Layout do Projeto



Fonte: Próprios Autores, 2019.

O módulo relé (FIGURA 10), foi conectado à *protoboard* e à fechadura elétrica de 12V.

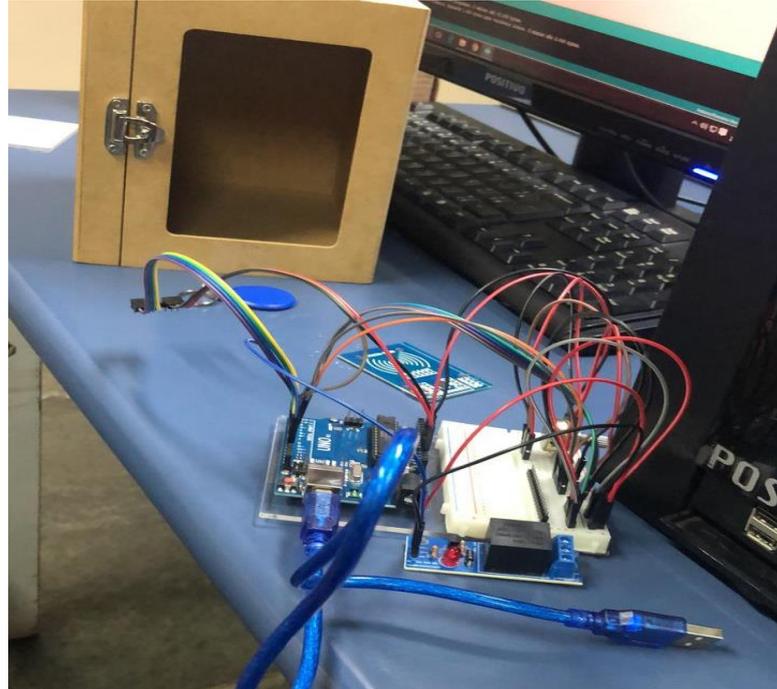
Figura 10 - Módulo Relé



Fonte: Próprios Autores, 2019.

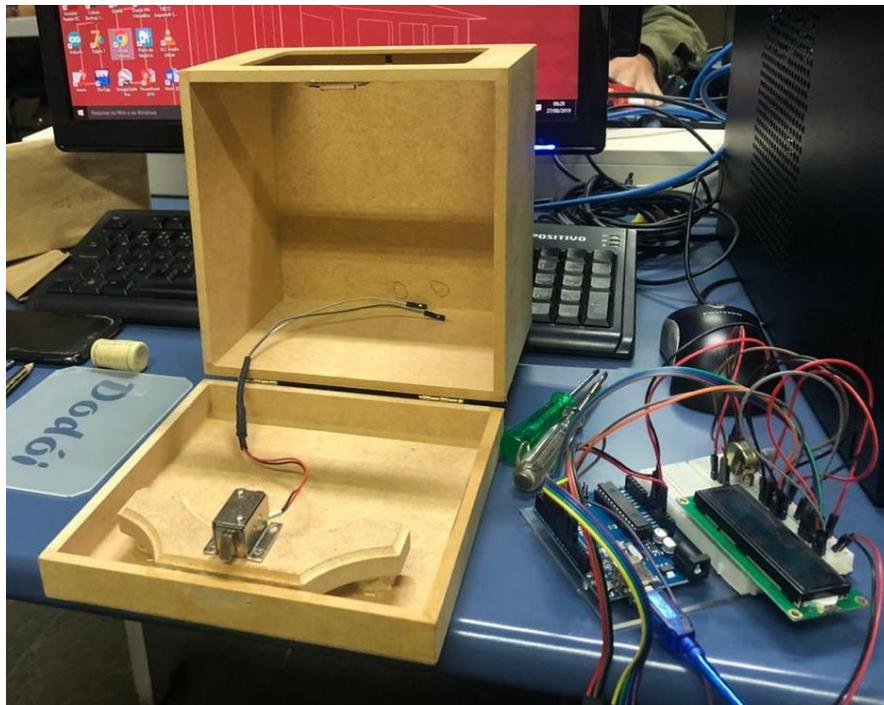
Após a construção eletrônica dos componentes, foi iniciada a montagem na caixa de madeira ilustrada nas Figuras 11. e 12.

Figura 11 – Montagem eletrônica



Fonte: Próprios Autores, 2019.

Figura 12 - Montagem cofre e eletrônica



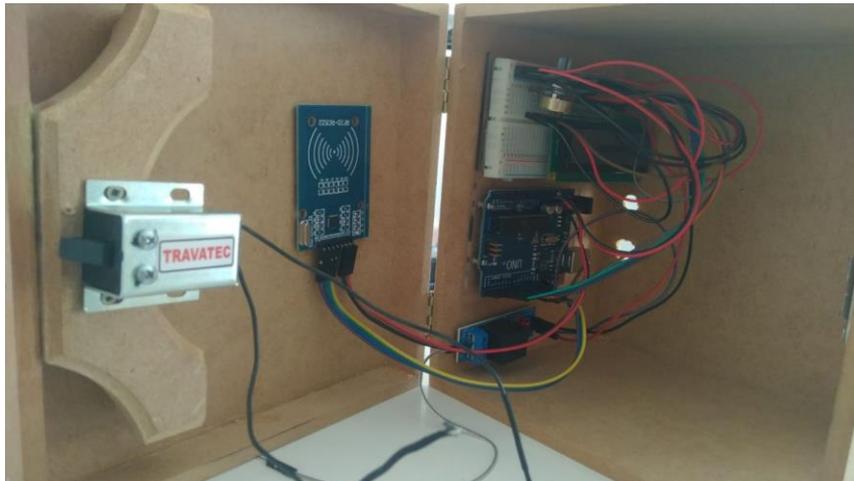
Fonte: Próprios Autores, 2019.

A montagem da trava na porta conectada ao relê que faz sua abertura através de energia elétrica proveniente de uma fonte externa, o relê tem a capacidade de energia maior que a placa

eletrônica do Arduino, assim ele protege de possíveis sobrecargas que possam ocorrer na bobina e na parte mecânica da trava.

Também foi fixado o leitor RFID, que tem um alcance aproximado de 5cm mesmo com objetos entre este e os cartões, só tem a ressalva de não poder ser de metal a porta, o material corta o alcance do sensor. E finalmente, foram fixados todos os circuitos eletrônicos no fundo da caixa para controle eletrônico da porta (FIGURA 13).

Figura 13 - Montagem trava porta



Fonte: Próprios Autores, 2019.

A primeira versão do projeto foi montada para abrir a porta automaticamente com a leitura usando RFID de um *tag*.

As Figuras, a seguir, ilustram a segunda versão do projeto, onde foi adaptada uma mesa de café da manhã para simular um quadro de parede (FIGURA 14).

Figura 14 - Mesa de café da manhã original



Fonte: Próprios Autores, 2019.

A mesa foi cortada. Para realizar o corte, foi utilizada uma serra tico-tico, e lixa para dar o acabamento (FIGURA 15).

Figura 15 - Corte realizado para adaptar o projeto



Fonte: Próprios Autores, 2019.

Foram pregadas duas pequenas ripas, e colada uma espuma para travar o projeto no buraco realizado na mesa, assim da flexibilidade para ajustar a abertura principal da tampa do cofre (FIGURA 16).

Figura 16 - Montagem do projeto na mesa



Fonte: Próprios Autores, 2019.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto é baseado no sistema de RFID que é composto, basicamente, de um *transponder* (cartão ou chaveiro) que não necessita de fonte de alimentação para seu funcionamento, nele já é pré-gravado com uma informação (número da *tag*), e de uma antena que gera um campo eletromagnético constante presa a tampa da caixa.

Quando o *transponder* se aproxima da antena, ele faz com que gere energia onde é transmitida a antena a informação da *tag*, o circuito Arduino lê essa informação e compara via programação com as *tags* que podem ser liberadas.

Ao confrontar com o cadastro, se a *tag* for cadastrada, o mesmo libera a corrente de energia do relé e acaba por acionando a "fechadura elétrica" que é baseado em solenoide que puxa uma pequena trava plástica que segura a tampa, que por mais que seja um equipamento de corrente contínua, necessita de uma relé já que sua alimentação é dada através de 12V e 800mA.

Foi colada e recortada uma folha de representação de um quadro para simular um "quadro de parede", o corte não está perfeito, mas serve como base para apresentação e de ideias para projetos futuros.

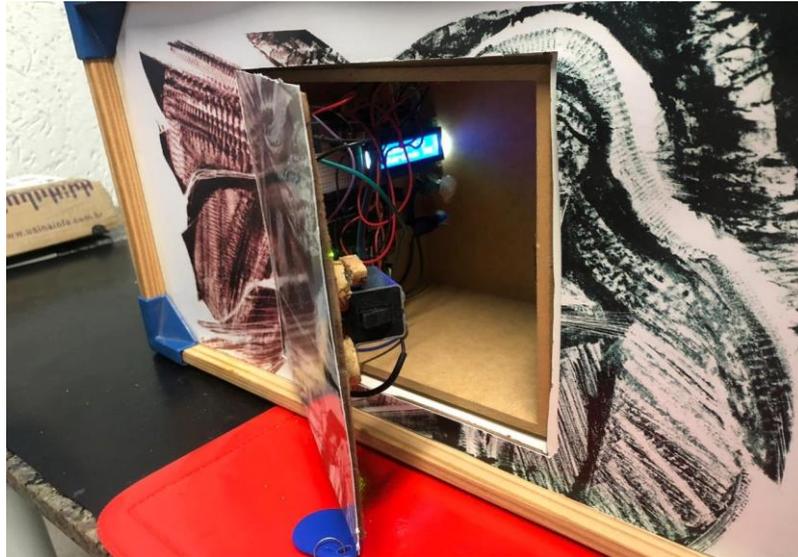
A Figura 17 ilustra o cofre camuflado como se fosse um quadro, e ao passar o cartão de RFID devidamente cadastrado no sistema a tampa se solta, uma pequena borracha presa à caixa empurra e faz com que ela abra, dando acesso ao cofre. Como é um protótipo de um projeto acadêmico, dentro do cofre, encontra-se todo o circuito eletrônico com um *display* mostrando acesso permitido ou negado, ilustrado na Figura 18.

Figura 17 - Cofre fechado



Fonte: Próprios Autores, 2019.

Figura 18 - Cofre aberto



Fonte: Próprios Autores, 2019.

Para desenvolver comercialmente não são necessários o *display* e a *proto-board*, também pode ser criada uma placa de circuito eletrônico específica para o projeto contendo o Arduino, bateria auxiliar e wi-fi.

Após os estudos sobre a tecnologia de RFID, pode-se concluir que ela é uma opção para agilizar e facilitar alguns processos trabalhosos e pouco seguros quando feitos de forma manual. Os dispositivos apresentados possibilitam a identificação e controle de itens, produtos, animais e em alguns casos específicos, pessoas (como neste projeto). Além disto, o sistema traz maior segurança e comodidade para seus usuários.

#### 4 CONCLUSÕES

Após o desenvolvimento do projeto, a tecnologia RFID se mostrou eficiente para a construção do protótipo do controle de acesso ao cofre, que funcionou como planejado. A aplicação proposta conseguiu concluir a comunicação com o banco de dados, provando que um sistema de baixo custo pode ser usado e implementado para tal finalidade.

#### REFERÊNCIAS

ARDUINO WEBSITE. Disponível em: < <http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

BARBIN, M. V. **Etiqueta de RFID em UHF para objetos metálicos**. 2015. 119 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia

Elétrica e de Computação, Campinas, SP. Disponível em:

<<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/259658>>. Acesso em: 04 set. 2019.

BANZI, M; SHILOH, M. Primeiros Passos com o Arduino. 2. Ed. São Paulo: Novatec, 2015. Disponível em: <<https://s3.novatec.com.br/capitulos/capitulo-9788575222904.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.

CARDOSO, R. M. **Internet das coisas aplicada a sistemas de transportes inteligentes**: estudo de caso em controle de acesso. 2014. 83 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/265961>>. Acesso em: 04 set. 2019.

CASTRO, J. I. de. **Avaliação de projetos logísticos de RFID aplicados na indústria aeronáutica brasileira**. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/121957>>. Acesso em: 04 set. 2019.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. 2. Ed. São Paulo: Novatec, 2015. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4287597/mod\\_resource/content/2/Ardu%C3%ADno%20B%C3%A1sico%20-%20Michael%20McRoberts.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4287597/mod_resource/content/2/Ardu%C3%ADno%20B%C3%A1sico%20-%20Michael%20McRoberts.pdf)> Acesso em: 23 set. 2019.

MICROSOFT. **Project**. Disponível em <<https://docs.microsoft.com/pt-br/project/>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

OLIVEIRA, V. H. M. de; SERRA, S. M. B. **Controle de obras por RFID**: sistema de monitoramento e controle para equipamentos de segurança no canteiro de obras. Ambient. constr., Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 61-77, Dec. 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212017000400061&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000400061&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 05 set. 2019.

PEDROSO, M. C; ZWICKER, R; DE SOUZA, C. A. **Adoção de RFID no Brasil**: um estudo exploratório. Revista de Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review), v. 10, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ram/v10n1/v10n1a02>>. Acesso em: 11 set. 2019.

TURBAN, E.; RAINER JÚNIOR, R. K.; POTTER, R.E. **Introdução a sistema de informação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 364p.