

# DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE CLAVICULÁRIO ELETRÔNICO COM HARDWARE DE BAIXO CUSTO

Rafael Isolan Barcellos<sup>1</sup>, George Rodrigo Souza Gonçalves<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar)  
Campus Frederico Westphalen  
Frederico Westphalen – RS – Brasil

rafael.2019001409@aluno.iffar.edu.br,

george.goncalves@iffarroupilha.edu.br

**Abstract.** *Currently in Brazil there is room for optimization and improvements in terms of key storage. In a world where technology is constantly evolving and proliferating in more and more places, key cabinets (key cabinets) still haven't had a touch of modernity. The objective of this work is to show if it is possible and feasible to make advances and improvements in a standard locker using Arduino, making work optimizations and bringing new functions that a simple locker does not offer.*

**Resumo.** *Na atualidade do Brasil existe espaço para otimização e melhoras no quesito armazenamento de chaves. Em um mundo onde a tecnologia está em constante evolução e se proliferando em cada vez mais lugares, claviculários (armários de chaves) ainda não tiveram um toque de modernidade. O objetivo desse trabalho é mostrar se é possível e viável realizar avanços e melhorias em claviculários tradicionais utilizando materiais de baixo custo, como o Arduino, fazendo otimizações de trabalho com recursos automatizados.*

## 1. Introdução

Nos dias atuais a questão da segurança tem se mostrado cada vez mais importante, com itens valiosos precisando ser protegidos e, para efetivamente impedir que pessoas com acesso limitado entrem em áreas restritas, muitas vezes o uso de trancas e fechaduras são empregados, com o objetivo de manter bens preciosos seguros. Dito isso, chaves que podem liberar a circulação humana a tais lugares devem também ter o mesmo nível de cuidado e proteção e, é nesse contexto que entramos no assunto de claviculários.

Claviculários são, basicamente, armários onde é possível armazenar e proteger diversas chaves, existindo dois tipos: O claviculário comum e o eletrônico, cada um com suas vantagens e desvantagens.

Neste trabalho abordou-se uma forma de aprimorar alguns aspectos de claviculários já existentes, empregando o uso das tecnologias que o Arduino nos proporciona, possibilitando que propostas mais ousadas sejam criadas e programadas utilizando os recursos que temos à nossa disposição.

Teve-se como objetivo principal deste trabalho a criação de um claviculário eletrônico utilizando o Arduino, com o intuito de trazer uma relação custo x benefício satisfatória, implementando novos recursos tanto do ponto de vista da segurança quanto de usabilidade, tendo como protótipo final um modelo que possa ser aplicado ao uso, facilitando o dia a dia dos usuários envolvidos.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral**

Desenvolver um protótipo de claviculário eletrônico com baixo custo que seja capaz de armazenar as chaves, mantendo-as protegidas e organizadas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Especificar como será o esquema do claviculário.
- Projetar o layout dos componentes do Arduino no Fritzing.
- Realizar um levantamento dos componentes físicos necessários para a confecção do protótipo.
- Realizar a montagem do protótipo.
- Codificar e desenvolver o firmware do protótipo.
- Realizar testes e ajustes necessários.

## **3. Justificativa**

Embora um processo simples, a utilização de um claviculário pode ser feita de forma mais otimizada, permitindo diminuir o tempo gasto na operação e melhorar a manuseabilidade do usuário. Desse modo, é possível fazer uso de ferramentas que compõem cada vez mais o nosso dia a dia, como Sistemas Embarcados e *Internet of Things - IoT* (Internet das Coisas) a fim de automatizar o uso de um claviculário.

Além disso, no caso de claviculários de baixo custo que constam com uma fechadura externa tradicional, faz-se necessário um intermediário que faça a função de porteiro a fim de controlar e restringir o acesso às chaves, registrando quem realizou a retirada de uma chave, quando realizou e se ocorreu a devolução, gerando um custo adicional de mão de obra e esforço humano. Claviculários mais avançados que fazem o uso de fechaduras digitais protegidas por senha eliminam a necessidade de um operador intermediário, porém possuem um custo mais elevado, além de eliminarem apenas um dos problemas, que é a carência de um porteiro.

## **4. Referencial Teórico**

### **4.1. Definições e Conceitos**

#### **4.1.1. Claviculário**

Um claviculário é um objeto de armazenamento capaz de proteger e limitar o acesso a chaves, como um porta-chaves, muito utilizado em ambientes com acessos restritos. Existem dois tipos de claviculário: o comum e o eletrônico.

O claviculário comum, geralmente se apresenta no formato de armário e possibilita ser trancado por uma fechadura externa. Ele é capaz de armazenar uma determinada

quantidade de chaves. Na Figura 1 é apresentado um modelo com capacidade de 20 chaves da fabricante Nilko, que possui um custo de aproximadamente R\$278,00.



**Figura 1. Claviculario Comum. (loja.nilko.com.br, 2022).**

Já o claviculario eletrônico, além das funções básicas do modelo comum, ele apresenta recursos adicionais, como por exemplo: proteção por senha através de uma fechadura digital, alarme, maior robustez e resistência à corrosão, etc. Na Figura 2 é apresentado um exemplo denominado “Cofre Digital para 71 Chaves KS” da fabricante Soline, que está disponível por um preço de R\$1800,00.



**Figura 2. Claviculario Eletrônico. (www.solinemoveis.com.br, 2022).**

Independente do modelo, os clavicularios são ferramentas necessárias para resolver problemas operacionais de organização, proteção e identificação de chaves, os quais são muito comuns no contexto de instituições públicas e privadas, como faculdades, hospitais e empresas de diversos portes.

#### **4.1.2. Automação e Sistemas Embarcados**

Conforme [Morais et al. 2018], “O conceito de IoT é baseado na ideia de fusão do mundo real com o mundo digital, fazendo com que os indivíduos estejam em constante comunicação e interação com outras pessoas e objetos”. A *Internet of Things - IoT* tem como objetivo adicionar tecnologia em praticamente qualquer coisa, desde as simples às mais complexas, com o intuito de facilitar o dia a dia das pessoas por meio da automação de tarefas e da acessibilidade de informação provida por um sistema embutido.

De acordo com [Maschietto et al. 2021] “Para compreender de maneira mais efetiva sobre o funcionamento de um sistema embutido, observe o funcionamento de um

aparelho de ar-condicionado: o equipamento é instalado em uma parede, porém, seu funcionamento é regulado por meio de um dispositivo (controle remoto), que contém um sistema embutido inserido nele. Isso ocorre também com refrigeradores e smart TVs que dispõem de um controle remoto embutido para realizar suas ações”. Sistemas embarcados já estão presentes nos mais diversos tipos de aparelhos e vêm se transformando gradualmente em dispositivos *IoT* à medida que novas funcionalidades são agregadas. Tendo isso em mente, este trabalho visa trazer melhorias para uma ferramenta (o claviculário) que até então não passou pela ”modernização” que as tecnologias atuais vem fornecendo.

## 4.2. Tecnologias Utilizadas

### 4.2.1. Arduino

Conforme [Oliveira and Zanetti 2015], o Arduino é uma plataforma que facilita a programação e o desenvolvimento de projetos interativos a partir do zero. É similar a um computador de pequeno porte, contendo um microcontrolador, uma memória RAM, um armazenamento secundário, entre outras funcionalidades. Existem diversos modelos de Arduino, com diferentes especificações e tamanhos. Podemos destacar os modelos Arduino Uno, Arduino Nano e Arduino Micro.

O modelo Uno R3 (Figura 3a) é um dos tipos mais utilizados e documentados, conta com 14 pinos digitais de entrada/saída, 6 entradas analógicas, um ressonador cerâmico de 16MHz, conexão USB, um conector de energia, uma conexão ICSP (Programação de Circuito Serial) e um botão de reset.

O Arduino Micro (Figura 3b) é baseado na ATmega32U4 e tem 20 pinos digitais de entrada/saída, um oscilador de cristal de 16MHz, uma conexão micro USB, uma conexão ICSP (Programação de Circuito Serial) e um botão de reset.

Finalmente, o Arduino Nano (Figura 3c) é um dos que têm as menores dimensões, vindo com pinos que facilitam sua inserção em uma protoboard, e também não tem um conector de energia dedicado.

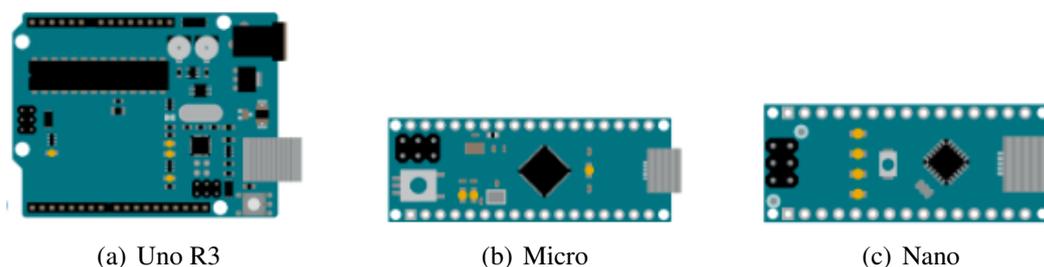


Figura 3. Representações de alguns tipos de Arduino. (www.arduino.cc, 2022).

O modelo utilizado foi o Arduino Mega 2560, que foi escolhido devido à característica de possuir um maior número de portas para conexões físicas, permitindo assim uma maior possibilidade de conexões de múltiplos componentes.

Existem diversos tipos de componentes que podem ser utilizados em conjunto com o Arduino, e cada um desses componentes serve para uma funcionalidade específica,

como por exemplo, sensores para medir a temperatura, a umidade, velocidade e intensidade luminosa, dentre outros.

#### 4.2.2. Protoboard

A Protoboard (Figura 4) é uma placa que permite a montagem dos circuitos eletrônicos, permitindo que as conexões de um projeto sejam testadas sem a necessidade de soldagem. Além de permitir a interligação dos componentes, a Protoboard permite ainda, alimentar o projeto com energia de forma facilitada durante a fase de prototipação.

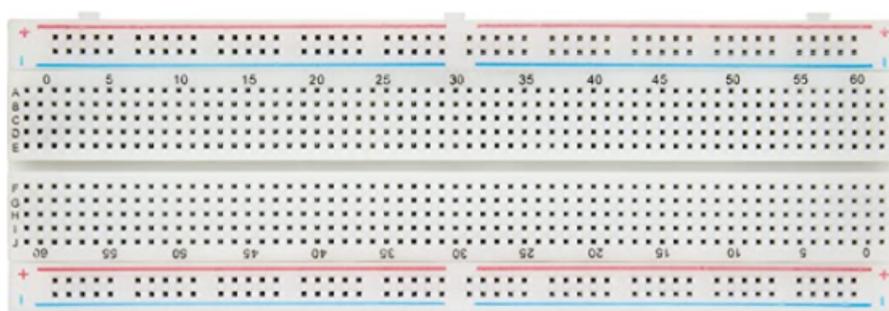


Figura 4. Protoboard. ([www.chipsce.com.br](http://www.chipsce.com.br), 2022).

#### 4.2.3. Linguagem de Programação

Conforme dito por [Oliveira and Zanetti 2015], a linguagem de programação utilizada para o Arduino é uma linguagem chamada Wiring. A interface da Arduino IDE foi feita utilizando Java, baseada em um projeto chamado Processing, tendo como sua estrutura básica de funcionamento duas funções principais: A void setup() e a void loop().

A void setup() é onde são inseridas as configurações que devem ser executadas assim que o programa iniciar, como por exemplo quais pinos serão usados.

A void loop() é a função de funcionamento, que será executada indefinidamente enquanto a placa estiver ligada, e é nela onde a maioria da programação acontece. Nela colocaremos todas as funções do programa, como por exemplo a retirada de chaves.

#### 4.2.4. Arduino IDE

A Arduino IDE é um ambiente de desenvolvimento integrado distribuído na forma de código aberto que possibilita programar qualquer tipo de placa compatível com a especificação do Arduino. A sua sintaxe é baseada na linguagem de programação C e sua interface, desenvolvida na linguagem de Java, é apresentada na Figura 5.



Figura 5. Arduino IDE na versão 1.8.19. (Do autor, 2022).

#### 4.2.5. Fritzing

O Fritzing (Figura 6) é um software proprietário que permite ao usuário criar uma versão virtual de um circuito a fim de demonstrar a conexão e interação de cada um dos componentes que compõem o hardware final e também para testar a lógica de um dispositivo antes do teste em uma versão real. O Fritzing pode ser adquirido no endereço eletrônico <https://fritzing.org>.

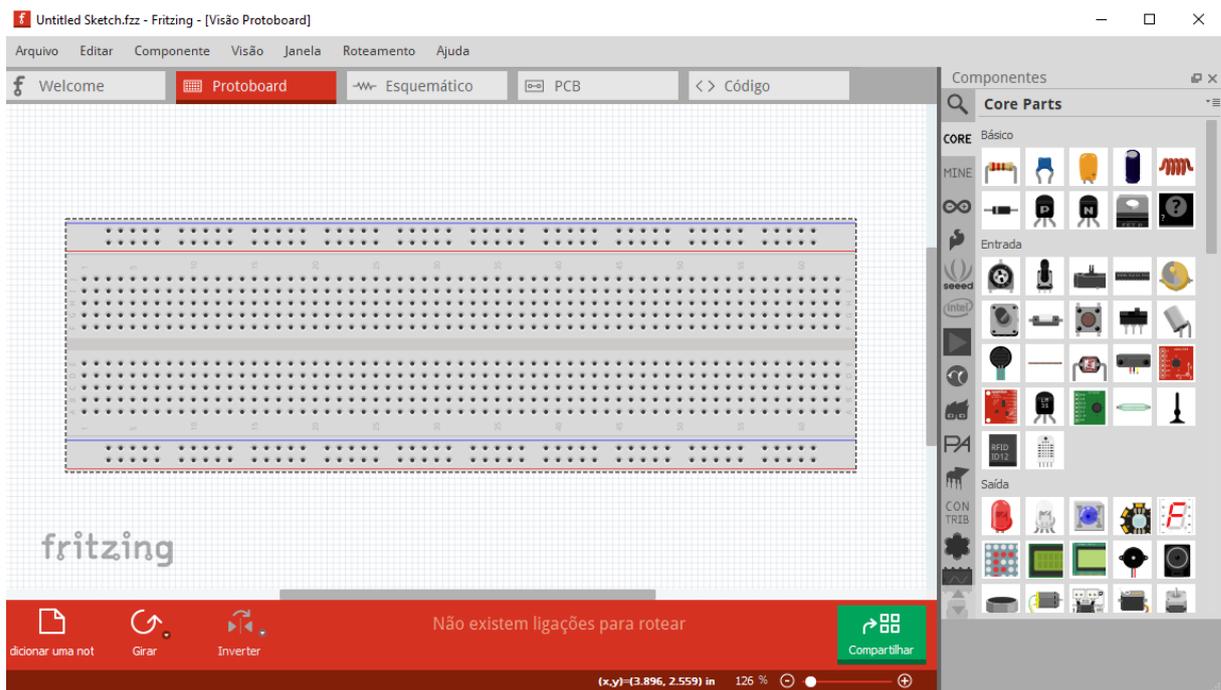


Figura 6. Fritzing IDE. (Do autor, 2022).

### 4.3. Trabalhos Relacionados

A literatura científica da área apresenta algumas propostas de melhoria para automação de claviculários com foco na resolução de problemas de organização e/ou extravio de chaves. Uma dessas melhorias foi recentemente proposta por [do Nascimento and Goebel 2018] utilizando métodos para automatização de claviculários eletrônicos com a plataforma Arduino.

Neste trabalho foi proposta uma estrutura cilíndrica com capacidade para armazenar 20 chaves dentro de tubos de PVC individuais. A segurança das chaves é mantida por um disco de acrílico com uma abertura que permite a inserção e retirada de chaves de maneira controlada. No centro da estrutura há um motor de passo que permite o movimento rotatório dos tubos, de modo que apenas um deles fique embaixo da abertura de acrílico. O motor de passo está conectado a um Arduino, que por sua vez também tem uma conexão com um teclado de membrana que fica do lado de fora do disco de acrílico para operar a entrada e saída de chaves. O controle de acesso é realizado logicamente pela plataforma Arduino que gerencia dados como usuário, senha, número da chave, posição, etc. Os autores testaram o sistema em situações reais, e obtiveram resultados satisfatórios concluindo que o sistema fornece um acesso mais seguro, rápido e barato em relação aos claviculários tradicionais.

Outra tentativa de aprimorar a utilização de claviculários foi feita por [Hamzah et al. 2021], que criaram o Kemas (Key Management System/Sistema de Manutenção de Chaves) com o objetivo de fazer uma integração com a IoT (Internet das Coisas) onde, utilizando um Arduino Mega 2560 Pro e um módulo de Wi-Fi ESP8266 NodeMCU, implementaram um bot do Telegram para monitorar a retirada e devolução das chaves. Além disso, usaram um sensor RFID que só permite a retirada das chaves quando o usuário passa um cartão de identificação válido. Quando uma chave enfim é

liberada, uma mensagem é enviada para o Telegram notificando o nome de quem pegou a chave e o nome da sala que ela abre e, quando a chave é retornada, outra notificação é enviada relatando que a chave está disponível novamente. Caso um usuário sem permissão tente retirar uma chave, o alarme é tocado e uma notificação é enviada ao Telegram. Fizeram testes durante um mês, com 160 estudantes de engenharia elétrica e eletrônica e 50 membros da equipe de engenharia elétrica e, os resultados foram satisfatórios, com 95% de satisfação por parte dos estudantes e 90% de satisfação por parte da equipe de engenharia elétrica.

## **5. Metodologia**

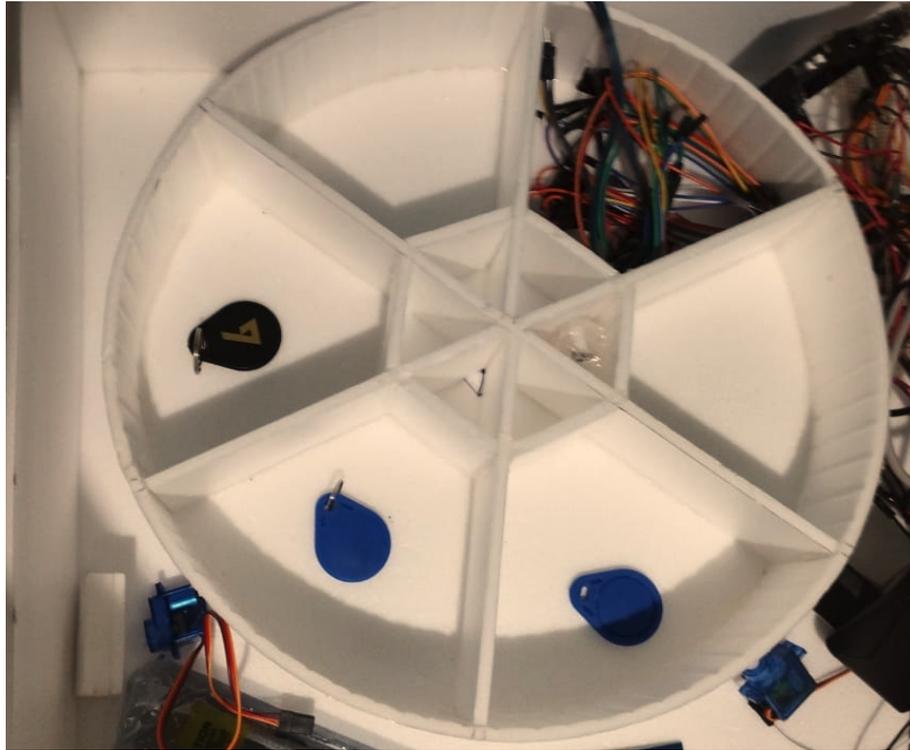
O presente trabalho começou com o desenvolvimento de um projeto que deu origem ao desenvolvimento do protótipo. Na ocasião foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando como fontes primárias os livros disponíveis na biblioteca do IFFar-FW a fim de investigar conceitos básicos relacionados a componentes e também analisar materiais sobre desenvolvimento e implementação do código fonte com o objetivo de melhor conhecer seu funcionamento.

Em sequência foi realizada a prototipagem via Fritzing, fazendo testes e simulações de comportamento em ambiente virtual, buscando uma forma otimizada para a construção em hardware do protótipo.

Após a definição e aquisição dos materiais necessários para o desenvolvimento do protótipo, sendo eles: 01 Motor de passo, 01 teclado de membrana, 01 arduino mega, 01 módulo RFID, 02 servos motores, 01 protoboard, 01 display de LCD e jumpers para o uso nas conexões, todos, materiais oferecidos pelo Laboratório de Ensino de Pesquisa de Extensão e Produção - LEPEP Hardware do IFFar-FW, deu-se início à montagem do físico do protótipo, realizando as conexões necessárias dos componentes com o Arduino. Na sequência implementou-se a codificação, que utilizou a linguagem de programação baseada em C, permitindo futuramente o funcionamento do protótipo físico.

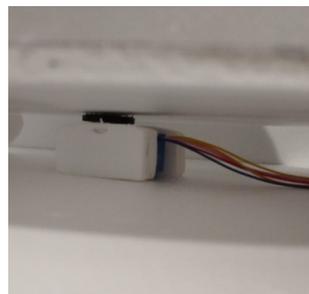
A quarta atividade englobou a criação do código fonte, criando as funções necessárias para fazer a retirada da chave utilizando exemplos individuais de funcionamento encontrados na internet e alterando-os conforme as necessidades. Para fazer a retirada foi necessário o funcionamento correto do teclado numérico 4x3, do motor de passo e do servo motor. As funções utilizadas foram encontradas em códigos livres na internet, sendo adaptadas e unidas para o funcionamento desejado. Para fazer a retirada da chave, foram utilizados o motor de passo, o servo motor e o módulo RFID. Após a implementação e o funcionamento do protótipo, passou-se então, para a etapa de testes do protótipo, realizando a observação de detecção de erros, correção e ajustes conforme observado na fase de testes.

No levantamento de Requisitos para o desenvolvimento do protótipo definiu-se como e qual material utilizar, foi decidido o uso de placas de depron, visto que são uma opção leve e de fácil manuseio para o desenvolvimento do protótipo, com esse material, confeccionou-se uma roda em formato circular com divisórias para caber as chaves dentro, conforme mostra a Figura 7, que pode ser visualizada a seguir.

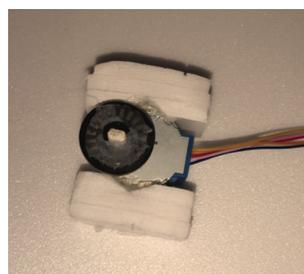


**Figura 7. Visão superior das divisórias da roda. (Do autor, 2022).**

Essa roda teve seu centro anexado ao motor de passo, que por sua vez também foi grudado em uma superfície retangular feita com depron para servir como base do projeto. A fim de manter o equilíbrio da roda, foi anexado um berço para o motor de passo, conforme pode ser observado na Figura 8, e na extremidade inferior da roda, que possui as divisórias para as chaves, foram grudadas 03 rodinhas, com a finalidade de gerar uma simetria e uma boa distribuição de peso, para que a roda não pendesse para nenhum lado, evitando esforço excessivo no motor de passo.



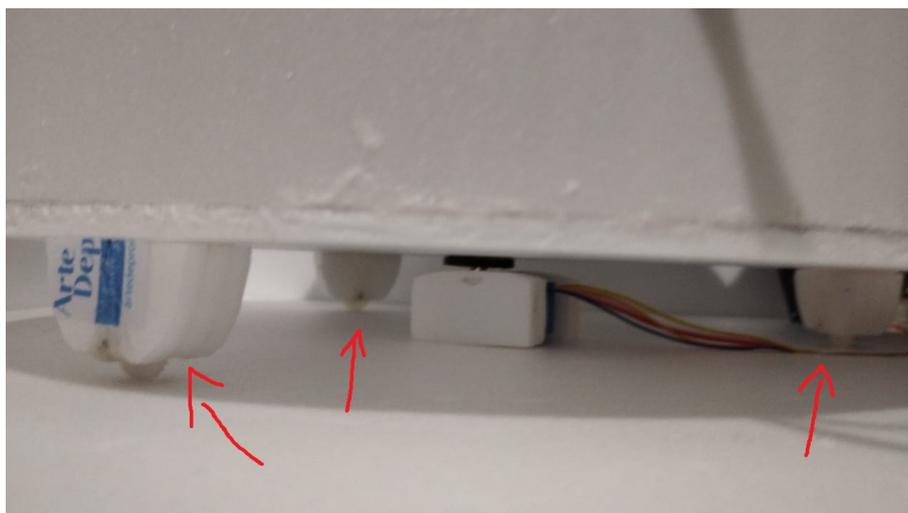
(a) Visão superior do motor



(b) Visão lateral do motor

**Figura 8. Exposição do motor de passo, vista lateral e superior. (Do autor, 2022).**

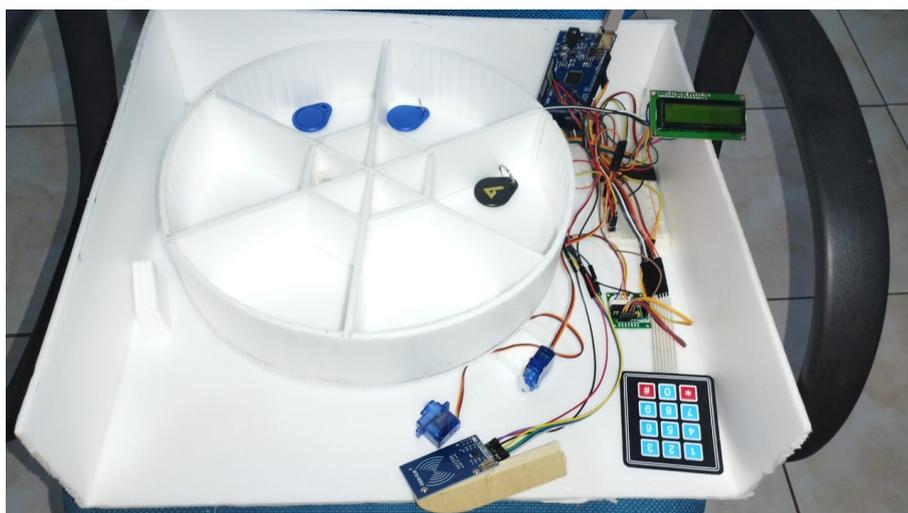
Nas rodas, foi utilizado o depron para fazer uma base semicircular, tendo na sua ponta uma rodinha com atrito muito baixo, a fim de não impedir a movimentação fluída da roda, na imagem a seguir, Figura 9, é possível visualizar essas rodinhas indicadas pela setas.



**Figura 9. Exposição das rodinhas para distribuição do peso da roda. (Do autor, 2022)**

Ao redor da base foram coladas 3 paredes retilíneas, uma atrás e uma em cada lado, para fazer um formato de caixa a fim de proteger os componentes de dentro e ainda assim permitir a visualização.

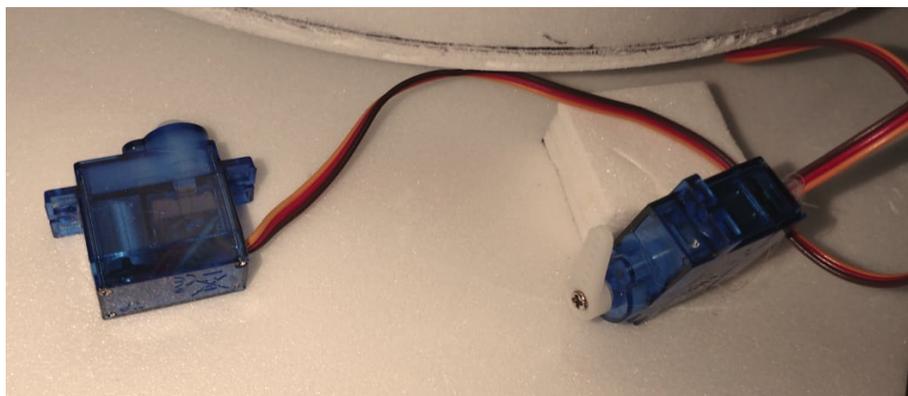
Na parte de cima pode ser colocado outro retângulo de depron com tamanho semelhante ao que serviu como base, tendo como diferença um espaço aberto do tamanho de uma das divisórias a fim de garantir que o usuário consiga fazer a retirada da chave. Esse espaço pode ter nele anexado uma tampa transparente conectada a um servo motor para que fosse possível ver o movimento da caixa. O protótipo visto de cima pode ser observado na Figura 10.



**Figura 10. Visão geral do protótipo. (Do autor, 2022).**

Dentro da caixa estão o restante dos componentes. Assim que o protótipo ficou pronto, foi descartado o uso da protoboard para poupar espaço e peso, tendo no lugar os fios GND e 5V soldados com seus equivalentes. Para questões de segurança, foram

utilizados os dois servos motores, um para “travar” a roda e o outro que pode ser utilizado para abrir a porta, conforme mostra a Figura 11.

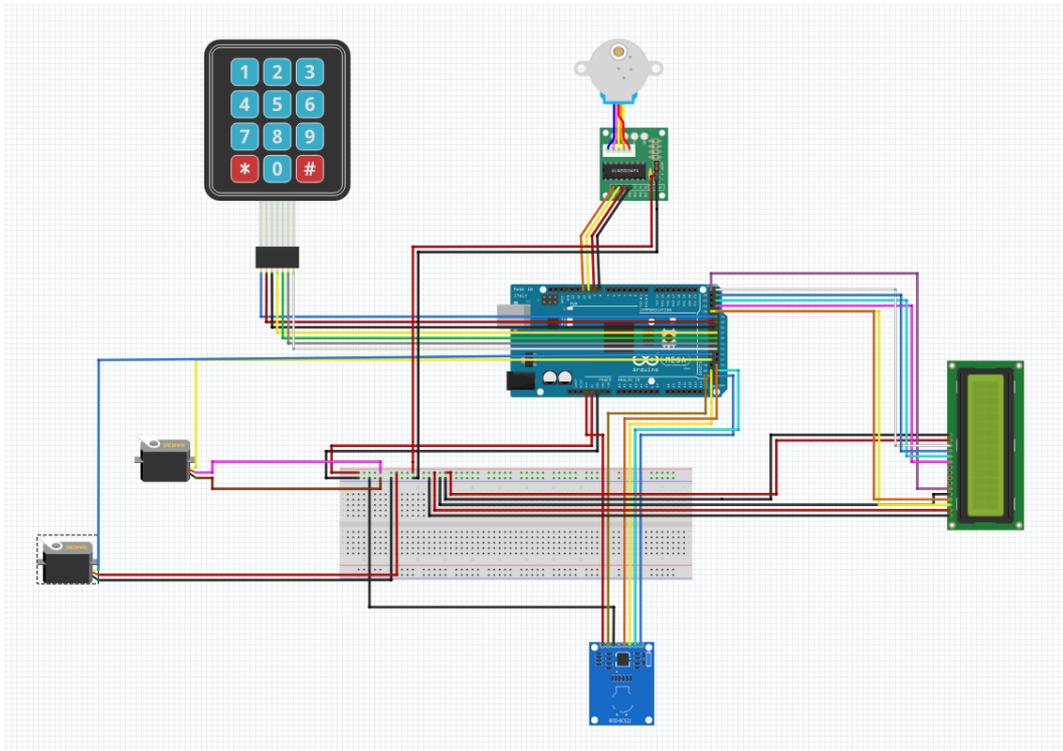


**Figura 11. Servos motores conectados ao protótipo. (Do autor, 2022).**

O primeiro servo tem a finalidade de permitir o travamento da roda, com o intuito de impedir que o usuário, assim que a caixa for aberta, mova a divisória manualmente para pegar alguma chave que não seja a solicitada e autorizada.

O segundo servo tem como finalidade fazer a abertura e o fechamento da tampa da divisória, permitindo o acesso à chave escolhida. Ambos os servos são controlados simultaneamente, ou seja, o requisito para a tampa abrir é que a roda esteja travada, da mesma forma que o requisito para a roda girar é que a tampa esteja fechada, observando que quando a roda encontra-se livre para girar, o servo motor que faz o travamento encontra-se em posição livre. Para realizar a fixação de todos os componentes do projeto, das partes em DEPRON, bem como dos componentes eletrônicos, foi utilizado bastão de cola quente.

A figura a seguir, (Figura 12) mostra a prototipagem gráfica e as conexões utilizadas no protótipo.



**Figura 12. Prototipagem do projeto via Fritzing. (Do autor, 2022).**

Durante toda a fase de desenvolvimento, foram realizados testes concomitantes, a fim de monitorar o funcionamento dos componentes, e se encontravam-se respondendo à codificação previamente definida.

## **6. Resultados**

Com o protótipo já pronto, passou-se para a etapa de testes do protótipo, realizando a detecção de erros, correção e ajustes conforme observado durante a fase de desenvolvimento.

Foi possível observar durante o desenvolvimento que, certas partes do código se mostraram um desafio maior do que as outras, por exemplo: O projeto inicial era que o módulo RFID fizesse a leitura de um token a qualquer momento, mas devido à natureza do arduino que sempre está em loop, através de uma programação procedural, não foi encontrada uma forma de fazer isso pois se o código ficasse sempre fazendo o loop não teria como “travá-lo” para fazer a retirada da chave. A solução encontrada foi clicar em uma tecla específica no teclado para “prender” o código e iniciar o procedimento de devolução da chave. Outro problema encontrado foi na questão do LCD. Primeiramente, a tentativa foi de utilizar um shield com teclado e display, mas devido à uma incompatibilidade com o Arduino Mega utilizado (modelo/versão ou de biblioteca) seu funcionamento não foi conforme o esperado, pois independente da programação feita, nada aparecia no visor. A ideia do shield foi então substituída por um display LCD isolado. Foi necessário utilizar uma solda para soldar todos os 16 pinos nas entradas do display para fazer a conexão, visto que ele não tinha suporte próprio com fios.

Fez-se também necessário o uso de uma fonte de 12v de corrente contínua de 1

ampere em sua saída, pois conforme mais componentes foram sendo anexados ao Arduino, notou-se que faltava energia em determinados momentos, como por exemplo: o display LCD mostrando os dados falhados, ou, o motor de passo não girando com força total. Após conectar o Arduino na fonte de alimentação, todos os componentes funcionaram com êxito.

O protótipo ofereceu resultados satisfatórios uma vez que foi capaz de suprir todas as necessidades propostas, além de ter um valor acessível de acordo com as suas funcionalidades extras. Como dito anteriormente, um claviculário simples e um claviculário eletrônico possuem, respectivamente, um custo de aproximadamente R\$278,00 e R\$1800,00, já o claviculário utilizando o Arduino ficou com uma média de R\$397,90, conforme a figura 13. Os valores e itens listados e expostos na tabela a seguir, foram extraídos como base do portal de vendas de componentes [www.filipeflop.com](http://www.filipeflop.com).

Quantidades Utilizadas	Nome do Componente	Valores por Item
1	Placa MEGA 2560	R\$232,90
1	Teclado Matricial de Membrana 12 Teclas	R\$11,90
1	Motor de Passo + Driver Uln2003 Arduino	R\$21,90
1	Kit Módulo Leitor Rfid Mfrc522	R\$25,90
1	Protoboard 830 Pontos	R\$19,90
2	Micro Servo 9g SG90 TowerPro	Indisponível, ~ R\$20,90
2	Jumpers Macho-Macho x40 Unidades	R\$10,90
2	Jumpers Fêmea-Fêmea x40 Unidades	R\$10,90
	<b>Valor Total:</b>	<b>R\$397,90</b>

**Figura 13. Tabela com os valores aproximados dos componentes. (Do autor, 2022).**

A fins de segurança, é necessário que o protótipo fique ligado em um NoBreak pois, com o intuito de evitar perda de informação oriundas de quedas de energia ou a danificação das peças.

## 7. Conclusão

Ao fim deste trabalho foi concluído que, utilizando o arduino e suas tecnologias, é possível fazer a confecção de um claviculário eletrônico otimizado e de baixo custo, trazendo mais satisfação ao usuário. O projeto teve resultados positivos, trazendo uma facilidade maior tanto na retirada quanto na devolução da chave, eliminando os problemas citados na justificativa que seriam a organização e o armazenamento, assim como o tempo perdido nesses processos.

Em contraponto a claviculários normais, foi descartada a necessidade de um terceiro para acessar as chaves, não precisando de uma chave mestra para o dispositivo e tampouco alguém para ficar cuidando, bastando o usuário ter um token de acesso válido e já lhe é possível acessar a chave desejada. O mesmo também não precisa ficar procurando o lugar da chave para retirá-la ou devolvê-la, pois o sistema faz isso automaticamente, sendo necessário apenas informar o número da chave ou aproximar o token em direção ao módulo RFID.

É um projeto de baixo custo e de simples confecção, sendo possível sua produção em outras circunstâncias, tendo até espaço de aprimoramento para os interessados, por exemplo: Utilizar outro módulo RFID abaixo das divisórias da roda para detectar se a chave está presente, melhorando a segurança.

Outra melhoria possível seria implementar um log de acesso visível ao usuário, mostrando qual chave foi retirada, quando foi retirada e por quem, e também implementar um sistema WEB para fazer a conexão e a troca de informações com o arduino, seja para ver o log ou para inserir usuários novos. Entre outras funcionalidades.

Link do Código Fonte no GitHub: [https://github.com/rafeels/projeto\\_clav](https://github.com/rafeels/projeto_clav)

## Referências

- do Nascimento, A. C. and Goebel, B. H. (2018). *Desenvolvimento de um Claviculário Eletrônico*. Ponta Grossa, Brasil.
- Hamzah, N. H., Amir, F., and Harun, H. N. (2021). *Design and development of key management system (KeMas) using RFID based on Arduino Mega 2560 Pro and NO-DEMCU*. Pahang, Malásia.
- Maschietto, L. G., Vieira, Nogueira, A. L., Torres, F. E., Junior, F. L. P., Gimenes, H. M., Soares, J. A., Conrado, E., dos Santos, J. C., Junior, J. F. M. A., Cerqueira, M. V. B., and Santarelli, R. (2021). *Arquitetura e Infraestrutura de IoT*. Porto Alegre, Brasil.
- Morais, I. S., de Fátima Gonçalves, P., Ledur, C. L., Junior, R. S. C., de Oliveira Saraiva, M., and Frigeri, S. R. (2018). *Introdução a Big Data e Internet das Coisas (IoT)*. Porto Alegre, Brasil.
- Oliveira, C. L. V. and Zanetti, H. A. P. (2015). *Arduino descomplicado como elaborar projetos de eletrônica*. São Paulo, Brasil.