

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO A SALAS POR RFID COM RESERVAS VIA WEB

Mateus Simão Alves¹ e Rafael Corrêa²

TCC 2 - Curso de Engenharia de Controle e Automação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Farroupilha
Farroupilha, Brasil

Mateus Simão Alves, Rafael Correa
mateussimao68@gmail.com¹, rafael.correa@farroupilha.ifrs.edu.br²

Resumo: O presente trabalho visa a construção de um protótipo para controle de acesso dos laboratórios de informática do IFRS Campus Farroupilha. Para tal realização fez-se uso de conhecimentos passados em disciplinas ao longo do curso de engenharia de Controle e Automação de maneira a facilitar e ajudar os técnicos de laboratório a obterem maior controle sobre o ambiente patrimonial, bem como acompanhar o status do laboratório em uso. O protótipo foi desenvolvido utilizando um sistema de reservas de laboratório já existente, porém com uma integração entre o sistema e o acesso de maneira direta, sem necessidade de busca de chaves ou presença de um técnico para abertura do espaço. Para fins de projeto, foram utilizados alguns softwares de auxílio, como *Proteus* para projeto eletrônico, *Solid Edge* para projeto mecânico e toda bibliografia citada para suporte técnico e dimensionamento necessário. Além dos softwares utilizados, foram utilizados componentes eletrônicos, como ESP32, display TFT para visualização dos acionamentos, fechadura eletroímã, além de componentes gerais como resistores, relés, leds. Como resultados obtidos, foram alcançados os objetivos propostos e instalado o sistema físico em um laboratório do Campus para validação e testes do sistema. As etapas e metodologia utilizada na construção do sistema está descrito ao longo desse trabalho como aplicação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Palavras-chave — controle; acesso; RFID; laboratório.

I. INTRODUÇÃO

Toda instituição ou organização possui como princípios o controle e organização dos seus devidos espaços de rotina. O IFRS Campus Farroupilha, possui em sua estrutura física laboratórios que garantem aos seus alunos e professores o uso do mesmo para aprendizado, desenvolvimento e pesquisa. O controle de acesso desses laboratórios é realizado mediante reserva em sistema próprio e o professor retira a chave com o técnico responsável.

O ser humano possui uma necessidade natural de estar no controle das situações, seja ela qual for. A sensação de controle desperta sentimentos como a tranquilidade e o saber o que virá pela frente. As tecnologias que nos cercaram ao longo do século mudaram o patamar dos

sistemas de controle para aplicações dos mais diferentes níveis. Hoje, por exemplo, pode-se ter controle da temperatura de sua residência através de um smartphone, sem mesmo estar no ambiente.

Os ambientes laboratoriais de uma instituição, não são diferentes. É necessário ter um controle efetivo sobre o uso, seja por níveis de segurança ou para tomada de decisões e leitura de informações. Em um ambiente público, o controle possui uma necessidade ainda maior de existir, por maior que seja o esforço e dedicação de todos os servidores do espaço, todo o patrimônio envolvido é fruto do trabalho de diversos pessoas, que contribuem para que espaços públicos com qualidade de ensino existam.

O Patrimônio Público é sem dúvida um dos pilares mais importantes a serem gerenciados dentro do ambiente público. O controle patrimonial consiste em ações que asseguram, por meio de registros e relatórios, a coleta de dados relativos a identificação, existência, quantidade, localização, condições de uso e histórico dos bens patrimoniais. Portanto, uma boa gestão desses bens é essencial para o alcance dos resultados organizacionais [1].

Uma das maneiras de exercer controle sobre um ambiente fechado, como um laboratório é a implementação de um sistema de trava eletrônica, que pode ser acessado através de uma identificação específica. Com o avanço da microtecnologia, hoje um simples chaveiro de bolso pode direcionar um acesso específico a um ambiente a partir de uma leitura do sistema que pode ser comunicado com um sistema de supervisão. A tecnologia vai além de equipamentos avançados, pois, trata-se de uma ação que envolve estratégias, no qual vários fatores precisam ser levados em consideração para que seja proporcionado os melhores resultados do processo [2].

Através disso, fora desenvolvido o objetivo do presente trabalho, que foi o desenvolvimento e instalação de um sistema controlado por Identificação de Rádio Frequência (RFID) para acesso aos laboratórios de informática do IFRS Campus Farroupilha. O sistema proposto, além de contar com um vínculo de reservas através do sistema SIF da instituição, também realiza o

envio de status do laboratório supervisionado para os técnicos de laboratório.

A contribuição deste trabalho está no auxílio que a ferramenta criada propicia para os acessos aos laboratórios da instituição, bem como o exercício de controle e retirada de informações pertinentes para tomada de decisões em torno dos espaços controlados. De modo geral, o servidor que fará uso do espaço laboratorial somente terá seu acesso validado mediante reserva realizada de acordo com a *tag* apresentada na entrada do laboratório.

A) Objetivo Geral

O objetivo geral é instalar um protótipo de sistema de controle no acesso aos laboratórios de T.I do IFRS Campus Farroupilha, utilizando o sistema de leitura RFID através de uma comunicação com um sistema de reservas online desenvolvido pela T.I do Campus.

B) Objetivos Específicos

- Identificar o que o projeto precisa para seu devido funcionamento.
- Analisar trabalhos relacionados.
- Elaborar o dimensionamento do sistema.
- Desenvolver projeto eletromecânico do sistema.
- Desenvolver um protótipo de teste para verificar possíveis problemas e soluções.
- Realizar análise de custos que o projeto envolve.

A organização desse trabalho é direcionada da seguinte maneira: na seção II é apresentado a revisão bibliográfica que deu o suporte ao presente projeto; na seção III é apresentada a fundamentações teóricas e na seção IV a metodologia de trabalho junto com os resultados encontrados; por fim, na seção IV são apresentados os resultados, bem como as conclusões.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Historicamente falando, os primeiros recursos que utilizavam meios eletrônicos para controlar o acesso de pessoas foram os interfones. Os mesmos eram instalados em portarias de empresas e edifícios residenciais e comerciais. O principal objetivo de quem comprava a instalação de um interfone era tratar prioritariamente a identificação das pessoas e veículos verificando suas autorizações de entrada e saída nas áreas controladas. Em uma via paralela a essa evolução, surgiu a fechadura eletromecânica, onde após a identificação ser informada, através do interfone, o responsável pela recepção do ambiente acionava um interruptor vinculado a uma porta ou portão, liberando o acesso [6].

Com o aumento de demanda do mercado de segurança, os meios tecnológicos avançaram para utilização

de sinais e informatização, de maneira a não depender sempre de uma pessoa para verificar informações através de um interfone, por exemplo. Os controles de acesso procedimentais são restrições impostas por procedimento através de informações, treinamentos, ou mesmo controlado somente por alguma pessoa (segurança, porteiro, recepcionista). O reconhecimento e controle das pessoas é feito por crachás, credenciais, passes de trânsito livre ou código de cores [3].

Nos dias atuais, o sistema de controle de acesso que possui maior uso são os automáticos. Esses sistemas possuem como característica não depender da ação humana para identificar e autorizar o acesso ao interior de qualquer espaço ou instalação. Todos os eventos são registrados e armazenados no servidor do sistema de controle de acesso, o que é uma grande vantagem, pois não depende da ação humana para esses registros sejam feitos. Os sistemas automáticos utilizam como meios de identificação para liberação ou restrição do acesso teclados para digitação de senha, cartões de códigos de barras ou proximidade (RFID), *tag* (RFID) para identificação de veículos, leitores de características biométricas e bloqueios como cancelas, catracas e portas [3].

Um dos fatores mais relevantes ao desenvolvimento dos processos administrativos é a aplicação de tecnologia de informação, proporcionando um grande aumento em sua eficiência. Tais sistemas abrangem todas as ferramentas que a tecnologia disponibiliza para o controle e gerenciamento do fluxo de informação de uma organização [4].

Eletronicamente falando, um sistema automático de controle de acesso é baseado em uma fonte de alimentação que é conectada a uma trava de liberação de acordo com as informações que são requeridas pelo *hardware* do sistema. O *hardware* é da parte física do sistema, responsável por seu funcionamento. Trata-se de peças como, microcontroladores, RFID, relés e fechaduras elétricas [5].

A origem da tecnologia RFID surgiu durante a primeira guerra mundial, onde aviões realizavam o transporte de milhares de explosivos viajavam grandes distancias sem terem qualquer identificação. Começou-se então uma forma de tentar identificar aviões amigos e inimigos, pois muitas vezes a presença dos mesmos era descoberta após regiões sofrerem ataques [8].

A tecnologia RFID permite a captura automática de dados, para identificação de objetos com dispositivos eletrônicos, conhecido como *tag* que emitem sinais de radiofrequência para leitores ou antenas, que captam estas informações com alta velocidade e segurança [9].

Para um sistema de controle de acesso, a tecnologia RFID é a responsável por capturar os dados de leitura de maneira automática e realizar a comunicação com um sistema de aquisição de dados de maneira a liberar ou não um acesso. Todo sistema de captura de dados por RFID possui o seguinte conjunto de componentes [10]:

- Leitores / gravadores
- Antenas
- Etiquetas RFID'S / *tag*

- *Software* para gerenciamento do sistema de leitura.
- Infraestrutura de instalação

A *tag* RFID é apresentada das mais diferentes maneiras. Elas podem ser inseridas ou acopladas a rótulos de papel, cartões plásticos, cápsulas de vidro, pulseiras, relógios, animais e até mesmo em seres humanos. A estrutura básica de uma *tag* é bem simples, sendo um chip capaz de armazenar informações e ter uma resistência para fazer o papel de antena, envoltos por um material como plástico ou silicone, sendo que seu principal propósito é de fisicamente anexar dados sobre um determinado objeto [8].

As fechaduras eletrônicas são ferramentas inteligentes que facilitam o fechamento ou a segurança de um ambiente. Atualmente as fechaduras eletrônicas contam com, pelo menos, quatro meios de abertura, por exemplo, senha, onde o usuário digita uma combinação entre 3 e 20 dígitos; biometria; aplicativo; *tag* (ou chaveiro de proximidade), que devem ser aproximados de um leitor da fechadura. [11].

Uma das subdivisões das fechaduras eletrônicas, é a fechadura com eletroímã. A mesma utiliza como princípio de funcionamento a força de tração magnética. Possui menor peso e maior resistência à corrosão, além de prover menor magnetismo residual e menor falha de magnetismo, além de possuir praticidade na instalação [12].

O primeiro trabalho [13] que fora consultado como base realizou um controle de segurança patrimonial por RFID e demonstrou resultados satisfatórios no controle patrimonial da instituição bem como bons resultados na parte de controle da instituição. Em [13] fora implementado uma fechadura por acesso através de RFID, onde fora utilizado uma fechadura eletrônica com linguote, que comunicava com um sistema supervisor para identificar onde os pertences de um determinado laboratório da instituição se encontravam.

Em [14] trabalhou-se no desenvolvimento de uma fechadura eletrônica com aplicação no controle de acesso com registro em banco de dados e site de gerenciamento da instituição em que cursava a sua graduação e também obteve resultados similares, ajudando a instituição com controle de acesso e trazendo maior segurança aos servidores da instituição. Além disso relatou que aumentou consideravelmente a organização dos acessos.

III. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A) RFID

O RFID é uma tecnologia capaz de captar, gerenciar, analisar e responder aos dados provenientes de sensores eletrônicos [15]. O princípio de funcionamento consiste em uma rede de identificação por rádio frequência, com alcance de distâncias variáveis. A comunicação ocorre através de uma etiqueta com chip RFID, a chamada *tag* RFID, que envia sinais a um leitor específico. A partir dessa leitura, ocorre a

conversão de dados para tomada de iniciativas e conversão de informações realizadas por um *software* [16].

Nos dias de hoje, essa tecnologia possuiu uma grande expansão em suas aplicações. Isso se deve pelo sistema RFID poder ser utilizado com fins de identificação, onde uma leitura de dados envia um sinal para uma abertura de um sistema ou para um envio de dados a uma base. Outra aplicação muito utilizada nos dias atuais é no rastreamento de objetos, com aplicações do setor logístico, de supermercados ou cargas. Apenas é necessário que o produto possua a etiqueta com RFID e assim os dados podem ser capturados pelo leitor, mesmo que os produtos estejam em movimento [17].

Em sua estrutura física o sistema RFID possui quatro componentes básicos: *tag*, leitor, antena e um organizador de informações e tomada de decisões. Quando uma *tag* possui seu código de identificação registrado e transmite o código para o leitor, este recebe o código e o disponibiliza para o aplicativo definir qual vai ser a ação que o sistema vai tomar. [18]. A Fig.1 demonstra o funcionamento do sistema.

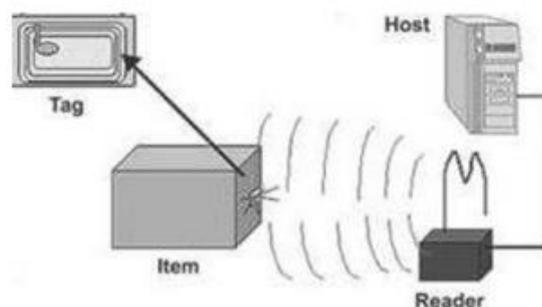


Fig.1: Esquema básico do funcionamento de um sistema Rfid. [19]

Para o presente projeto o módulo RFID que será utilizado será o módulo RFID RC522. O RFID-RC522 é um módulo leitor de RFID, estático, que fica alocado geralmente a um circuito eletrônico e funciona na frequência de 13,56MHz, que permite a leitura e escrita em cartões sem contato, e já possui antena [20].



Fig. 2: Módulo RFID – RC522 [20].

As especificações técnicas desse módulo podem ser visualizadas na tabela 1, onde são apresentados os dados eletrônicos e os pinos que compõem o RC522.

CONSUMO EM FUNCIONAMENTO	13 - 26 mA / CC 3.3V
CONSUMO EM INATIVIDADE	10 - 13 mA / CC 3.3V
FREQÜÊNCIA DE FUNCIONAMENTO	13,56 MHz
FAIXA DE LEITURA	0 a 60mm
TAXA DE TRANSMISSÃO DE DADOS	10 Mbit/s máximo
DIMENSÕES	40 milímetros x 60 milímetros

Tabela 1: Dados eletrônicos do modulo RC522 [21].

- TAG

A *tag* possui como objetivo identificar o ser vivo, objeto, ou local ao qual está anexada devido ao seu número de identificação. Além do termo *tag*, outros nomes são usais como: *transponder*, identificador ou etiqueta RFID. A *tag* propicia a automatização de processos, a desmaterialização de operações e a consequente redução na necessidade de emprego de trabalho manual, o que elimina os erros advindos de falha humana [23].

A estrutura básica de uma *tag* é composta por um chip capaz de armazenar informações e ter uma resistência para fazer o papel de antena, envoltos por um material como plástico ou silicone, sendo que seu principal propósito é de fisicamente anexar dados sobre um objeto [24]. A Fig. 3 exemplifica essa estrutura física.

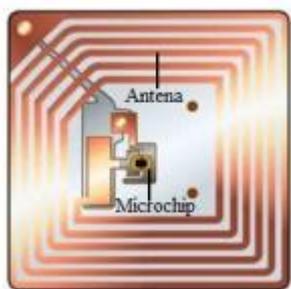


Fig. 3 : Microestrtrura de uma *tag* [24].

A *tag* pode ser classificada em dois grupos principais, que são: as ativas e as passivas. Esses dois grupos possuem subdivisões classificadas em semi passivas ou semiativas. Todos estes grupos e classificações possuem distinções de acordo com a necessidade ou não de uma bateria para seu funcionamento e transmissão [24].

Para o presente trabalho escolheu-se fazer uso de uma *tag* do modelo passivo. A *tag* passiva contém, normalmente, memória do tipo *Read Only Memory* (ROM) e apenas responde ao sinal emitido pela antena ligada ao leitor. Ela opera sem bateria, sendo que sua alimentação é fornecida pelo próprio leitor através de ondas eletromagnéticas. Este tipo de *tag* possui alcance médio menor e durabilidade teoricamente infinita, uma vez que sua vida útil tem como fator limitante o seu bom uso [25].

Alguns modelos de *tags* passivas são em forma de chaveiros, botoeiras, cartões e formatos geralmente em tamanhos pequenos.

B) TRAVA ELETRO MAGNÉTICA

As fechaduras eletromagnéticas foram desenvolvidas com o passar dos anos após a consolidação da fechadura elétrica. A principal característica desse tipo de travamento é o aumento ainda maior a proteção de ambientes além de terem uma durabilidade maior que as outras opções de mercado. Esses dispositivos são eletrificados, mas utilizam energia de baixa tensão para garantir a segurança das pessoas. A composição é formada por um eletroímã e uma placa de armadura que fica alocada na porta. O eletroímã é montado na moldura da porta e conectado a uma fonte de alimentação, que após ser energizado cria um fluxo magnético que atrai a placa de armadura. O resultado é uma ação de bloqueio, que faz com que a entrada permaneça segura, e quando a energia é cessada, a fechadura é liberada para a porta poder ser aberta [31].

Ao avaliarmos as opções de mercado, não se encontra nenhuma opção que possua o modo de reservas online cadastrado no processo. As opções comerciais mais comuns são fechaduras que possuem o cadastro de uma *tag* vinculado a um usuário, muito utilizado no acesso de salas comerciais, prédios e residências. Tais opções encontram-se com valores comerciais superiores aos R\$700,00 reais, além dos custos de mão de obra e instalação que não estão inclusos no valor de compra dos itens [38].

O presente projeto fez uso da fechadura eletromagnética AL 150 da marca AGL conforme Fig.4 abaixo:



Fig. 4: Fechadura eletromagnética [32].

Os dados técnicos que essa fechadura possui são apresentados na tabela 2. Tais dados são de suma importância para o dimensionamento dos componentes utilizados ao longo da proposta apresentada na seção IV.

MODELO	AL 150
FORÇA DE TRACÇÃO	150 KgF
TENSÃO	12 - 16 Vdc
TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	-20 °C a 70°C
CORRENTE DE OPERAÇÃO	0.4 A
POTÊNCIA	4,8 W
PESO SEM SUPORTE	0,845 Kg
DIMENSÕES	148 x 48 x 28 mm

Tabela 2: Dados técnicos fechadura AL150 [32].

C) ESP 32

O ESP32 é um microcontrolador, lançado em 2016 pela empresa Espressif. Sua maior aplicação consiste em trabalhos que envolvem aplicações moveis ou IOT (Internet of Things), devido a interconexão digital de objetos que são roteados com a internet [7]. Ele é comercializado tanto separado, quanto em placas que já possuem alguns componentes, como, por exemplo, regulador de tensão, porta micro usb e diferentes números de portas de entrada e saída. Essas portas geralmente são utilizadas para sensores e atuadores [33].

Falando em características específicas o ESP32 é equipado com uma memória RAM de 520K bytes e uma memória ROM de 448k bytes. São 34 portas GPIOs, 2 conversores digitais para analógico, 1 conversor analógico para digital de 12 bits com até 18 canais e saídas PWM. Ele possui um microprocessador Xtensa® 32bit com um ou dois núcleos, podendo trabalhar com um clock de até 240Mhz. Além disso, possui suporte para conexões Wi-fi e Bluetooth [34].

Para o presente trabalho fora utilizado o ESP32-DevKitC, onde este já possui regulador de tensão de 3,3V, um chip de interface Serial-USB e botões de RESET e LOAD. Esse modelo de variação de placa do ESP32 possui um diagrama de blocos que exemplifica as funções que podem ser realizadas de acordo com o fabricante. A Fig.5 exemplifica os blocos que o DevkitC do ESP32 possui.

D) DISPLAY LCD IPS 1.3 RGB

Caracterizado por ser um display compacto e com uma definição lcd com 1,3 polegadas possui cores RGB vivas e nítidas. A sigla IPS faz uma ilusão a uma tecnologia de imagem que aumenta o tempo de resposta e permite um melhor ângulo de visão. A resolução do display é de 240 x 240 pixels. Além disso, a alimentação do mesmo é realizada em tensão de 3,3V, o qual já existe na saída de alimentação do ESP32 da placa DevKitC utilizado no projeto [37].

E) SISTEMA SIF

O sistema SIF do IFRS Campus Farroupilha consiste em um espaço virtual, onde os servidores possuem acesso através de um *login*, para realizar reservas dos laboratórios de TI do

Campus. Essas reservas configuram um acesso exclusivo daquele servidor. Para acessar o laboratório após efetivada a reserva o mesmo deverá se dirigir a sala da TI na hora e data reservada, para buscar a chave de acesso e assim fazer uso do espaço. O presente trabalho também fez uso do sistema SIF, porém a única mudança foi a informatização dessas informações de reserva com o acesso automatizado nas portas de acesso, trocando chaves pela *tag* cadastrada para cada servidor, bem como a leitura autônoma entre o sistema de reservas e o ESP32, para liberação ou não da trava eletromagnética.

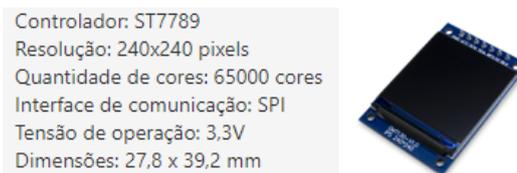


Fig.5: Modelo e características do display [37].

IV. METODOLOGIA

A montagem de funcionamento do sistema fora estruturada através de um ESP32 é comandado um circuito que é responsável em fazer a leitura de um sistema RFID, identificar a *tag* lida e liberar um comando de abertura ou não de uma trava eletromagnética. A leitura é baseada em um sistema de comparações que é realizado em comunicação com o sistema SIF de reservas para os laboratórios de TI do IFRS Campus Farroupilha.

A) Estrutura eletrônica e sistema físico

A estrutura eletrônica do projeto e seus acionamentos contaram com elementos principais:

- Módulo RFID RC522.
- ESP32 DEV Module.
- Trava eletromagnética AGF.
- Resistores para limitação da corrente.
- Fonte de 12V para alimentação da trava eletromagnética.
- Módulo Relé 3,3V 1 canal
- Display LCD IPS
- Botão de comando

O circuito eletrônico consiste em uma fonte de 12Vcc, que é responsável pela alimentação de todo o sistema. A fonte alimenta o positivo da fechadura, enquanto o comum da fonte é interligado com o relé 3,3V de um canal para alimentação do ESP32. A partir dessa alimentação o ESP32 realiza a alimentação do módulo RFID RC522 e do display LCD IPS. Para os comandos de abertura, o controlador em questão emite

um sinal para o relé que libera a alimentação nominal de 12V liberando a trava eletromagnética. A Fig.6 exemplifica o sistema eletrônico.

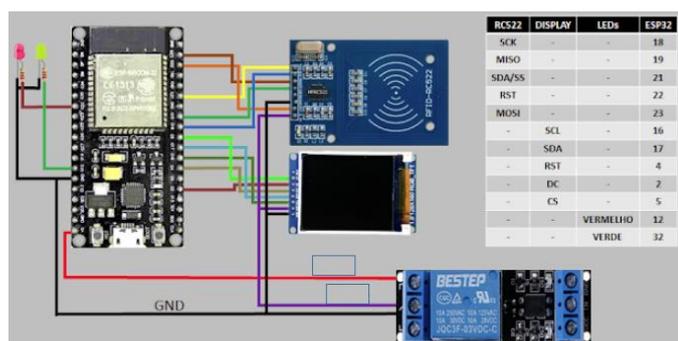


Fig.6: Circuito eletrônico do sistema proposto.

O circuito proposto foi pensado para ser soldado com fios e alocado em uma estrutura junto a porta de acesso aos laboratórios. A parte estrutural do sistema fora composta por uma caixa de acrílico, deixando o circuito protegido e com instalação simplificada e organizada. Outra função importante dessa estrutura é facilitar eventuais manutenções que o sistema necessite, como troca de algum componente, ou até mesmo uma atualização de programação. A Fig.7 mostra a placa física do circuito após ser soldada. Já na Fig.8 é apresentado o dimensional da caixa de acrílico com as respectivas dimensões onde o sistema foi alocado.

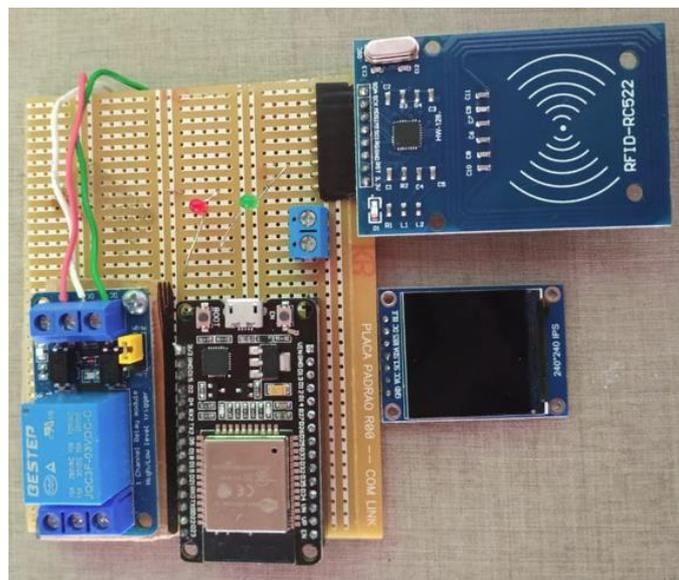


Fig.7: Placa final do circuito proposto.

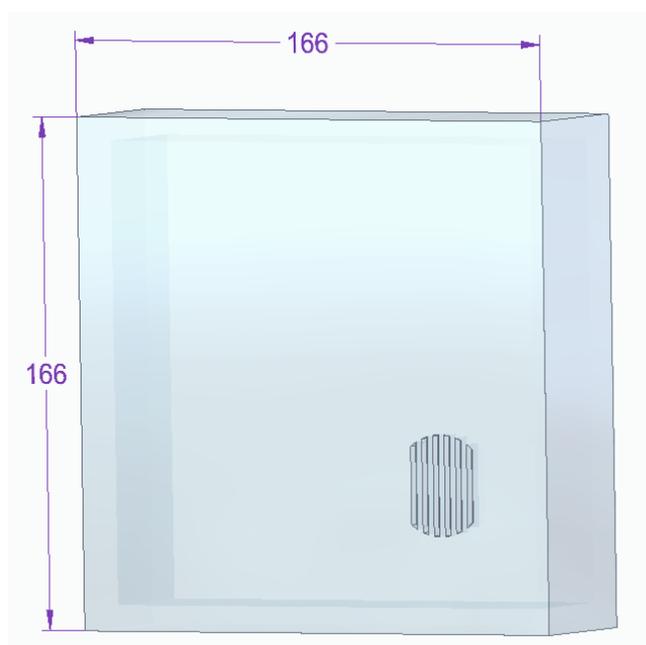


Fig.8: Caixa de alocação do circuito de comando.

Outro ponto que faz parte da estrutura do sistema é o monitoramento de status da porta. De forma simplificada, fora utilizado um dispositivo eletromecânico, adaptado na parte interna da fechadura eletromagnética que realiza o monitoramento do estado da porta.

O dispositivo consiste em dois parafusos rosqueados em uma estrutura de polímero, que ficam alocados em uma das partes da fechadura. Os parafusos possuem um contato de fios que saem do mesmo entrando em um circuito com carga resistiva. No outro lado da fechadura, é alocado outro parafuso com uma chapa metálica na ponta. Ao ocorrer o fechamento da porta a arnela metálica encosta nos dois parafusos alocados do lado contrário da fechadura, fechando um contato.

O contato está conectado a outra entrada analógica do ESP32 que realiza a leitura da tensão. Qualquer valor de carga lida pelo sistema, ele entende que a porta se encontra fechada. Caso a porta esteja aberta, o circuito fica em estado de aberto e a entrada analógica não identifica valor resistivo. A Fig.8 exemplifica o funcionamento do sensoriamento.

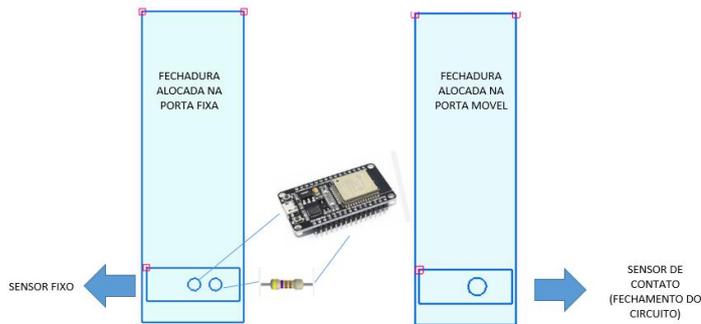


Fig. 9: Sensoriamento do sistema

B) Interação entre API, sistema SIF e ESP32

Os três elementos que realizam as principais operações do sistema são a API, o sistema SIF e o ESP32. A API é um arquivo executável responsável por fazer a junção entre as informações geradas no momento da reserva no sistema SIF, e comparar com as informações que irá receber do ESP32, conferindo as informações e gerando um código de retorno para o ESP32 para o mesmo tomar as ações. No sistema são preenchidas requisições de data, hora, sala desejada e alguns outros campos para uso interno da TI. As informações geradas pelo SIF para a API são dados de horário de reserva, sala reservada e usuário responsável pela reserva. Já o ESP32 é o componente que realiza o envio de informações após uma leitura de *tag*, recebe a resposta do sistema e executa a ação necessária para abrir ou manter o laboratório fechado. Além da ação ele é responsável por verificar através do sensoriamento se a porta se encontra fechada ou aberta e enviar o status da porta para o painel da TI.

C) Estrutura de programação:

A programação executada através da IDE do arduino pode ser dividida em três partes principais. A primeira parte se resume nas declarações de variáveis, nomeação de pinos e inclusão de bibliotecas pertinentes aos componentes utilizados, tais como, o RFID, o display e as bibliotecas de barramento responsáveis pela comunicação SPI com a API do sistema SIF.

A segunda parte da programação é a responsável por inicializar a comunicação com uma rede wifi definida, reconhecer a autenticação da rede e retornar o status de conectado ou não. Após a conexão ser realizada ocorre o início da leitura do módulo e o aguardo de uma aproximação de uma *tag* no módulo RFID. Após esse reconhecimento, os caracteres que compõe a identificação da *tag* são armazenados em um vetor do tipo “string”.

A terceira parte da programação, é aquela que executa todas as ações do sistema com base nos valores lidos após aproximação de uma *tag*. Inicialmente, ocorre o envio das informações lidas para a API do sistema através de três

campos. Se os campos enviados forem correlacionados com as informações esperadas pelo sistema naquele momento ocorre as linhas de execução de comandos. Os comandos que são acionados se delimitam em acionamento de relé de abertura da porta ou em estado de desativado segurando a porta fechada. Além disso essa parte da programação executa continuamente a verificação do status da porta, se ela está em estado de fechado ou aberto, enviado para o sistema a informação em um tempo delimitado de 10 segundos. Por último ocorre a verificação também se ocorre o pressionamento do botão de fechamento do sistema, o qual indica que a aula fora encerrada e o sistema deve entrar em novo aguardo de leitura de *tag*.

A Fig.10 mostra o fluxograma que estrutura a programação responsável pelas ações do sistema.

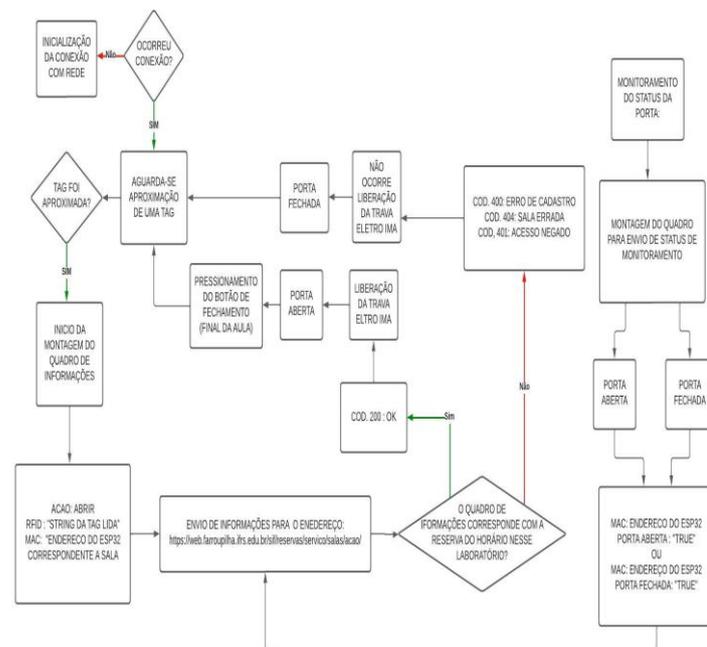


Fig. 10: Fluxograma de programação

D) Fluxograma de informações:

Primeiramente, quando a *tag* é aproximada do leitor, o valor armazenado em sua memória é lido e armazenado dentro de uma variável. Após isso se dá início ao envio das informações para o sistema SIF. Nele são enviados dois comandos principais.

O primeiro comando enviado é um comando de autenticação. Esse envio é um comando de autorização, que é uma ação de início de permissão para entrar no laboratório. Junto com ele é enviado um número de Token. Esse número enviado é o número que identifica a API criada que realiza a comunicação com o site do SIF.

O segundo comando enviado é um comando de verificação e ação. Nele é enviado um vetor contendo 3 dados principais. Esse vetor é chamado de *json*. O *json* enviado contém a ação do sistema, que nada mais é do que a ação que o usuário deseja realizar, ABRIR ou FECHAR a porta. Para abertura apenas o contato da *tag* com o sistema já é suficiente. Para fechamento, deve ser pressionado o botão de solicitação de travamento junta a caixa de alocação do sistema de maneira a reiniciar o estado de leitura da porta e aguardar uma nova aproximação de *tag* conforme cronograma de reservas. Além disso é enviado o valor da *tag* lido que foi armazenado no vetor ao ter aproximação do módulo, e por último o endereço *mac*, que representa o endereço de sala de aula. Para exemplificar, cada ESP32 possui um endereço *mac* e o mesmo será utilizado para identificação da sala de aula, visto que cada laboratório terá seu ESP32 próprio.

Após essa troca de informação, o sistema responde com um código de retorno, tal código é armazenado dentro de uma variável, o mesmo é utilizado para tomada de ações ao longo da programação. Os chamados códigos de retorno que podem ocorrer são exemplificados da seguinte maneira:

- 400 (*Bad Request*): Parâmetros da requisição são inválidos;
- 404 (*Not found*): O endereço MAC não representa nenhuma sala ou o RFID não representa nenhum usuário.
- 401 (*Unauthorized*): O acesso à sala não foi permitido;
- 200 (OK). O acesso à sala foi permitido.

Já no monitoramento de status de uma porta, o mesmo formato de requisição enviado para ação é realizado, porém o vetor *json* envia um modelo de dados com o endereço *mac* da sala em questão e uma informação de porta aberta ou fechada.

A Fig.11 apresentada abaixo exemplifica o diagrama de troca informações que ocorre no sistema, bem como as informações que são responsáveis por executarem as devidas ações.

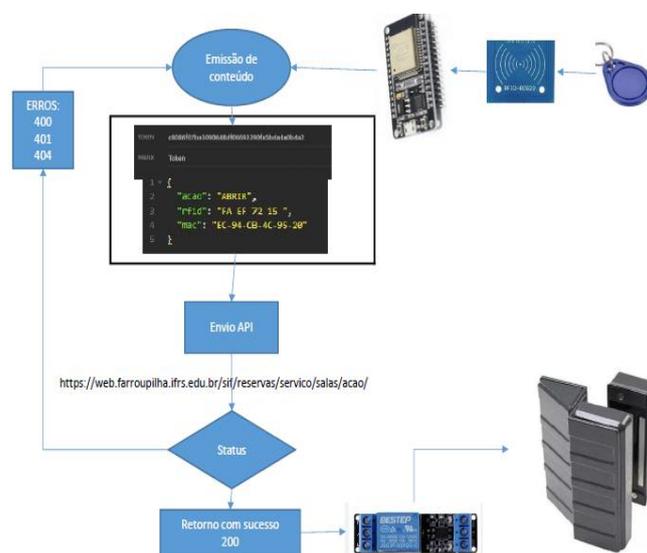


Fig. 11: Fluxograma de troca de informações

V. RESULTADOS

Após estruturar a programação do sistema, definir a parte eletrônica e confeccionar a placa de comando do sistema, iniciaram-se os testes em torno do sistema. Em um primeiro momento fora estruturado no sistema SIF junto com a TI uma sala alternativa do campus para realizar os testes de reserva. A sala escolhida fora a 209A, localizada no bloco 2 do IFRS- Campus Farroupilha. De forma geral, o usuário teste estava habilitado a fazer reservas no sistema SIF e após aproximação de uma *tag* testar os acionamentos que deveriam ocorrer.

A Fig.12 demonstra a tela criada para testes de funcionamento da integração entre os sistemas.

Fig. 12: Exemplo de teste de reserva.

Após confirmação dessa reserva e com o circuito ligado fora aproximado a *tag* do módulo RFID e verificado se o acionamento do relé ocorria ou não. Para o funcionamento, dentro da própria API do sistema, fora delimitado um intervalo de margem de 30 minutos para mais e para menos, ou seja, a reserva realizada pelo responsável, pode ter seu acesso efetivo no espaço, meia hora antes do previsto, se a sala não tiver ocupada, ou meia hora após o horário de início, justamente para casos de atraso ou adiantamento necessário.

Todos os testes realizados em diferentes horários apresentaram o resultado esperado, se a *tag* aproximada era a relacionado ao usuário teste, ocorria o acionamento do relé, liberando o acesso a sala de aula. Em casos contrários, onde a *tag* aproximada não era a correspondida o acesso negado era informado no display e a trava eletromagnética continuava acionada, segurando o espaço trancado.

Outro teste realizado, foi o de aproximar a *tag* pertencente ao usuário teste fora do horário delimitado de reserva, verificando que não ocorria a liberação do sistema, e entre os tempos de tolerância de 30 minutos ocorria o acionamento de maneira adequada, demonstrando boa comunicação entre as leituras e com a programação e as consultas ocorrendo de maneira correta.

As análises de monitoramento da sala de aula também ocorreram da maneira programada, a cada 10 segundos, ocorre o envio de status de porta aberta ou fechada para a API, ocorrendo o código de retorno que o status da sala fora registrado.

O sensoriamento criado para validar a porta fechada ou aberta também ocorreu como esperado. A Fig.13 apresenta o alocamento do sistema de monitoramento. Percebe-se que além do sistema ficar ajustado na própria estrutura da fechadura, possui regulagem fácil de ser acessado e consistente com desgastes futuros, por se tratar de componentes que tem resistência mecânica elevada. A Fig.14 também demonstra o lado contrário do sistema, que também fica alocado na própria estrutura da fechadura e possui a regulagem acessível para eventuais ajustes que precisam ser feitos.



Fig.13: Alocação do sistema de sensoriamento



Fig. 14: Alocação da chapa que fecha o contato do sistema

O sistema pronto fora instalado justamente na sala 209A, para após ser replicada a instalação nos laboratórios de TI do Campus. A Fig. 15 mostra o sistema instalado na caixa de acrílico que fora apresentado na secção de metodologia.



Fig. 15: Sistema instalado na sala 209A

Quanto ao display utilizado no sistema, foram anexadas as seguintes mensagens para o usuário visualizar.

- Aguardando aproximação de *tag*, identificado na Fig.16 (fundo de tela preto)

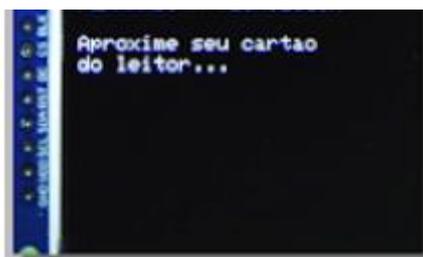


Fig. 16: Leitura

- Sucesso na leitura, identificado na Fig.17 (fundo de tela verde)

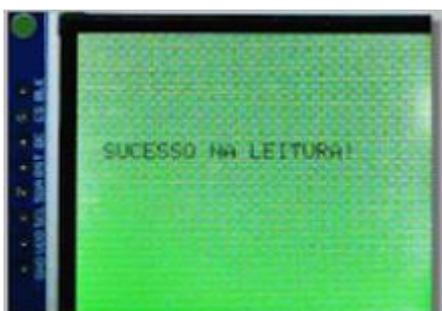


Fig.17: Acesso liberado

- Falha na autenticação, identificado na Fig.18 (fundo de tela vermelha)



Fig. 18: Acesso negado

Após toda instalação física do sistema e ajustes na alocação dos componentes, fora realizado o levantamento de custos que o projeto envolveu, de maneira a verificar a viabilidade do projeto. Em relação a outras opções de mercado que foram verificadas ao longo da revisão bibliográfica, o projeto se tornou viável economicamente, visto que as opções encontradas possuem valor quase que o dobro do utilizado no presente projeto, sem incluir a mão de obra de instalação. A tabela 3 apresenta a relação de custos em torno do sistema.

Componente	Valor do componente (R\$)
MODULO RFID RC522	R\$ 24,40
ESP 32 DEV MODULE	R\$ 41,90
TRAVA ELETRO IMA AGL150	R\$ 140,08
DISPLAY LCD 1.3" 240X240	R\$ 74,90
RELÉ 3,3V 1 CANAL	R\$ 39,03
RESISTORES, LED'S, CAIXA DE ACRÍLICO E FIOS	R\$ 55,00
TOTAL	R\$ 375,31

Tabela 3: Custos envolvidos no projeto

VI. CONCLUSÃO

Como parte conclusiva do presente projeto realizado e desenvolvido foram cumpridos os objetivos principais do trabalho, que eram o de desenvolver um sistema que interagisse com a plataforma de reservas de laboratórios do IFRS Campus Farroupilha e reforçasse a segurança e praticidade ao acessar os laboratórios.

Além do desenvolvimento do sistema proposto, fora verificado que o custo envolvido para o desenvolvimento não fora elevado comparado aos padrões de mercado. Como contribuição do trabalho, fica não apenas a automação dos acessos através de reserva, sem necessidade de busca de chaves, mas também a segurança patrimonial envolvida.

O modelo proposto reforça a segurança dos ambientes com o sistema instalado e também a verificação dos status de cada laboratório controlado como maneira de saber o que está ocorrendo em cada espaço em tempo atualizado.

Os trabalhos correlacionados na revisão bibliográfica também contribuíram para obter resultados semelhantes na implementação do sistema. Como sugestão para trabalhos futuros, o uso de conectores eletrônicos do tipo engate rápido pode facilitar as conexões do sistema. Além disso, a placa principal do sistema pode ser fabricada de maneira a melhorar a alocação dos componentes. Em melhorias do sistema SIF, pode-se além de mostrar o horário de reserva e o nome de quem reservou, o valor equivalente a *tag* do usuário.

REFERÊNCIAS

- [1] TORRES, F. Jr; SILVA, L. M. A importância do controle contábil e extra-contábil dos bens permanentes adquiridos pela Administração Pública Federal. Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ, v.8, n.2, 2003.
- [2] Martins, P.L., Melo, B. M., Queiroz, D. L., Souza, M. S., & Borges, R. O. (2012). Tecnologia e Sistemas de Informação e suas influências na gestão e contabilidade. IX SEGeT – Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. Recuperado de: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/28816533.pdf>
- [3] BRASILIANO, A.C.R.; BLANCO L. Planejamento Tático e Técnico Em Segurança Empresarial. 1. Ed. Sicurezza: São Paulo, 2003.
- [4] BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organizações e logística empresarial. 4ª ed. São Paulo: BOOKMAN, 2001
- [5] ADMINBLOG_USR. O que é Hardware?. bringIT/blog. 2019. Disponível em: <https://www.bringit.com.br/blog/duvidas-frequentes/que-hardware/>. Acesso 21 abr. 2021
- [6] MANDARINI, M.; Segurança Corporativa Estratégica. 1. Ed. Manole LTDA.: Barueri, 2005. CONTROL ID LEITORES BIOMÉTRICOS informações sobre produtos e manuais <http://www.controlid.com.br/controle-de-acesso/controle-de-acesso-cx-700.php> Acesso em 29, maio 2022.
- [7] SILVA, Renato A. Programando Microcontroladores Pic - Linguagem C. [S.l.]: Ensino Profissional, 2007. ISBN 8599823043. Citado na página 21
- [8] SANTINI, Arthur Gambin. RFID: Conceitos, Aplicabilidade e Impactos. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- [9] SANTANA, Sandra Regina Matias. RFID: Identificação por Radio Frequência. Disponível em: http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/sandra_santana/rfid_01.html
- [10] FINKENZELLER, Klaus. RFID handbook. 3ª ed. USA: Wiley, 2010.
- [11] SOPRANO. Fechadura eletrônica, fechadura elétrica e fechadura digital: existe diferença?. Disponível em: <https://www.soprano.com.br/blog/fechadura-eletronica-fechadura-eletrica-efechadura-digital-existe-diferenca>. Acesso em: 15 de junho de 2022.
- [12] AGL. Fechaduras eletroímãs. Disponível em: <https://www.aglfechaduras.com.br/eletroima>. Acesso em: 15 de junho 2022.
- [13] FREITAS, Reginaldo Benedito. Controle e Segurança Patrimonial por RFID no departamento acadêmico de eletrônica da UTFPR Campo Mourão. 2020. Disponível em :
- <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4999/1/segurancapatrimonialtecnologiariptideletronicautfpr.pdf>
- [14] SILVEIRA, Diogo Weber. Desenvolvimento de uma fechadura eletrônica: um sistema de controle de acesso com registro em banco de dados e site de gerenciamento. 2021. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/223836/tcc%20vers%c3%a3o%20final%20Diogo_assinado.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [15] GREFF, P. de A. Especificação de um Sistema para Monitoramento de Atividades de Natação usando RFID. Dissertação (Tecnólogo) — Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - ^ Campus São José - SC, outubro 2009.
- [16] DUROC, Y.; KADDOUR, D. RFID potential impacts and future evolution for Green projects. Energy Procedia, v. 18, p. 91-98, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2012.05.021>
- [17] SUN, C. Application of RFID technology for logistics on internet of things. AASRI Conference on Computational Intelligence and Bioinformatics, v. 1, p. 106-111, 2012.
- [18] NISHIDA, J. K. Identificação por Radio Frequência (RFID). Dissertação (Bacharelado) — Engenharia Elétrica Telemática, Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis - SC, Junho 2008.
- [19] GLOVER, B.; BHATT, H. Fundamentos de RFID. [S.l.]: Alta Books, 2007.
- [20] VIDA DE SILICIO. MODULO RFID RC522 MIFARE COM ARDUINO. 2017. Disponível em: < <https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-rfid-rc522-mifare/>>. Acesso em: 29 maio. 2022.
- [21] BYTEFLOP, Componentes eletrônicos. Disponível em: . Acesso em 29 de maio, 2022.
- [22] OLIVEIRA, Sérgio de, Internet das coisas com Esp8266, Arduino e Raspberry PI. 1. Ed. Novatec, 2017.
- [23] DRESCH JR, Antônio; EFROM, Danny R; GRUMOVSKI, Dieison. Sistema de Controle de Patrimônio via RFID. E-Tech. Atualidades Tecnológicas para a Competitividade Industrial. Florianópolis, v. 1, nº 1, 2008.
- [24] BANKS, J. et al. RFID APPLIED. 1. ed. Hoboken: Wiley & Sons, 2007.
- [25] FAHL, C. R. Um estudo sobre a Viabilidade de Implantação de Etiquetas Inteligentes como ~ Vantagem Competitiva em um Centro de Distribuição. Dissertação (Monografia) — Instituto ~ Paulista de Ensino e Pesquisa - Centro de Pós-graduação, Gestão de Negócios em Logística e Transportes, Campinas, 2005.
- [26] Smart Cards. Raviraj Technologies, 2022. Disponível em: <https://ravirajtech.com/classic-smart-cards.html>. Acesso em 29, maio 2022.
- [27] GREFF, P. de A. Especificação de um Sistema para Monitoramento de Atividades de Natação usando RFID. Dissertação (Tecnólogo) — Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - ^ Campus São Jose - SC, Outubro 2009.
- [28] Tag Ativa. Semparar., 2022. Disponível em: <https://www.semparar.com.br/>. Acesso em 29, maio 2022.
- [29] REYES, P. M. RFID in the Supply Chain. 1. ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2011.
- [30] HECKEL, A. P. Identificação por Radiofrequência (RFId) Estudo Teórico e Experimentação Via Simulação. Dissertação (Bacharelado) — Ciência da Computação, Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, Novembro 2007.
- [31] Fechadura elétrica ou eletromagnética? Saiba a diferença e as vantagens dessas duas soluções. Garen, 2022. Disponível em: <https://www.garen.com.br/blog/fechadura-eletrica-eletromagnetica-diferenca/>. Acesso em 29, maio 2022.
- [32] Eletroima. AGL fechaduras, 2022. Disponivel em: <https://www.aglfechaduras.com.br/eletroima>. Acesso em 29, maio 2022.
- [33] ESPRESSIF. ESP32-WROOM-32 Datasheet. Espressif, 2019b. Disponível em:

- https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. Acesso em: 29, maio 2022.
- [34] ESPRESSIF. ESP32 Series Datasheet. Espressif, 2019a. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. Acesso em: 29, maio 2022.
- [35] AYARAFUN. Node32s: Pinout Ayarafun make, creative and let's fun. [2017]. Disponível em: <http://www.ayarafun.com/2016/11/esp32-node32s-pinout/>. Acesso em: 22, maio 2022.
- [36] DATE, C. J. An Introduction to Database Systems. 8ª ed. London: Pearson, 2004.
- [37] Display LCD , 2022. Disponível em: https://www.robocore.net/display/display-lcd-ips-1_3-rgb-240x240?gclid=CjwKCAjw-L-ZBhB4EiwA76YzOUbBJ1ZhV5N_vtMUiEZcs0Pu9_Buy4SpE6QkueJk3OMhEQFNhxkhhocLJoQAvD_BwE. Acesso em 20, novembro 2022
- [38] Upperseg, interfonia 2022. Disponível em: https://www.upperseg.com.br/interfonia/control-de-acesso/kits-control-de-acesso/kit-controlador-de-acesso-intelbras-com-fechadura-eletronica-e-tag-de-acesso-completo/?gclid=CjwKCAiAwdBhA7EiwAxPRylDu1bEhTgzVSi9FWLUfvVjZtFxun2H01ISu2qxMLxYL-ogwQRqKW_RoCeFsQAvD_BwE. Acesso em 24, dezembro 2022.