

Desenvolvimento de um sistema para monitoramento e controle patrimonial, utilizando Rfid e dispositivos Iot

Development of a system for monitoring and controlling assets, using Rfid and Iot devices

DOI:10.34117/bjdv7n7-151

Recebimento dos originais: 07/06/2021

Aceitação para publicação: 07/07/2021

Washington Júnio Ferreira Resende

Engenheiro Eletricista pela Universidade de Uberaba

E-mail: washinto-resende@hotmail.com

Lúcio Rogério Júnior

Mestre em Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Professor pela Universidade de Uberaba

E-mail: lucio.junior@uniube.br

Guilherme Henrique Alves

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia

Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia

E-mail: guilherme.henrique.alves@outlook.com

Marcelo Costa Dias

Mestre em Engenharia Química pela Universidade de Uberaba

Professor pela Universidade de Uberaba

E-mail: professorft@gmail.com

Antonio Manoel Batista da Silva

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia

Professor pela Universidade de Uberaba

E-mail: tomanel.tamanel@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta o projeto de um protótipo de baixo custo e fácil implementação, aplicado ao controle e monitoramento patrimonial. Foi desenvolvido um sistema conectado à internet por meio de um módulo WIFI, por meio da placa de desenvolvimento ESP32. O sistema é composto por um leitor RFID e etiquetas (TAGs) que representam os materiais a serem controlados e os usuários do sistema. O monitoramento de ativos tangíveis é realizado em tempo real por meio de mensagens enviadas para o aplicativo Telegram, disponibilizando em tempo real informações de movimentação de objetos e identificação de usuários. O projeto se mostrou funcional e confiável, podendo ser aplicado a pequenas empresas, e servir de base para novas implementações.

Palavras-Chave: ESP32, Internet das coisas, Controle de Ativos e Telegram.

ABSTRACT

This article presents the design of a low cost and easy implementation prototype, applied to the control and monitoring of assets. A system connected to the internet through a WIFI module was developed using the ESP32 development board. The system consists of an RFID reader and tags (TAGs) that represent the materials to be controlled and the users of the system. The monitoring of tangible assets is carried out in real time through messages sent to the Telegram application, providing real-time information on object movements and user identification. The project proved to be functional and reliable, being able to be applied to small companies, and serve as a basis for new implementations.

Keywords: ESP32, Internet of Things, Asset Control and Telegram.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, várias empresas de diversos tamanhos e seguimentos, vem buscando aprimorar os métodos de monitoramento e controle de seus ativos tangíveis, como imóveis, dinheiro em caixa, estoque, investimentos, e também os não tangíveis como o valor da empresa ou marca, softwares, direitos autorais, licenças, entre outros [1]. Uma das principais causas dos grandes prejuízos em empresas de venda e estocagem de materiais, são os imprevistos de caráter financeiro e operacional, normalmente decorrentes da não realização de um controle patrimonial online [2]. Uma das maiores barreiras para a implantação de sistemas informatizados no gerenciamento de ativos é o alto custo de aquisição e a necessidade de profissionais capacitados para gerenciar e utilizar estes recursos [3].

Nos últimos anos houve o surgimento de inúmeras tecnologias embarcadas, disponibilizando plataformas computacionais cada vez mais acessíveis, de custo reduzido e fácil acesso comercial, possibilitando serem utilizadas no desenvolvimento de equipamentos eletrônicos, máquinas, sistemas de automação e produtos diversos [4] e [5].

Uma tecnologia muito difundida e utilizada em projetos de engenharia é a identificação por Radiofrequência (RFID), muito presente no cotidiano das pessoas, em pagamentos eletrônicos, substituindo o código de barra, em controle de estoque, e até tratamentos médicos [6]. A RFID é um leitor de radiofrequência capaz de realizar a leitura de até 200 etiquetas (TAGs) por segundo, sem a necessidade de estar visivelmente perto, sendo composta por dois elementos complementares: um leitor construído de uma antena (transceptor), que faz a leitura do sinal e transfere a informação para o dispositivo desejado, e uma etiqueta de radiofrequência (RF) que contém a informação a ser transmitida [7].

A aplicação de tecnologias acessíveis e econômicas para o desenvolvimento de soluções de monitoramento e controle de ativos, torna-se relevante devido possibilidade de serem oferecidas a baixos custos e serem de fácil implementação. Desta forma, este trabalho teve como propósito fazer uso de recursos de hardware e software livres (open source), possibilitando elaborar um sistema de aquisição de dados utilizando tags e cartões RFID e enviando-os via Wi-Fi.

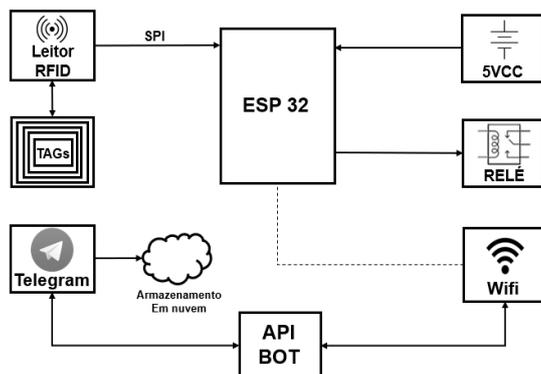
Afim de concretizar a ideia de um sistema para controle e monitoramento de ativos, foi desenvolvido um projeto e validado mediante um protótipo conectado à internet, apresentando uma solução funcional de controle patrimonial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento deste trabalho foram realizadas diversas pesquisas com o propósito de selecionar o método de monitoramento mais eficaz e econômico.

A ideia de construir um protótipo teve como objetivo representar um sistema capaz de identificar e controlar ativos (peças, ferramentas, materiais, etc.), considerando um local ou ambiente restrito, podendo ser desde um simples armário de peças até ambientes maiores, como uma sala ou almoxarifado de uma empresa. Na Figura 1 é apresentado um diagrama de blocos que proporciona uma visão geral do sistema.

Figura 1 – Diagrama de blocos contendo os principais elementos do protótipo de controle patrimonial.



Conforme é mostrado no diagrama, podemos descrever o funcionamento do sistema da seguinte forma: as TAGs (etiquetas) representam todos os objetos cadastrados e os cartões de acesso dos usuários. Quando o usuário for ter acesso a um ambiente para retirada de materiais, o acesso a esse local será restrito, recebendo liberação somente se o seu cartão estiver cadastrado, pois a porta de acesso estará travada com uma fechadura elétrica. Quando o leitor RFID ler o seu cartão (TAG), o ESP32 enviará um pulso para o

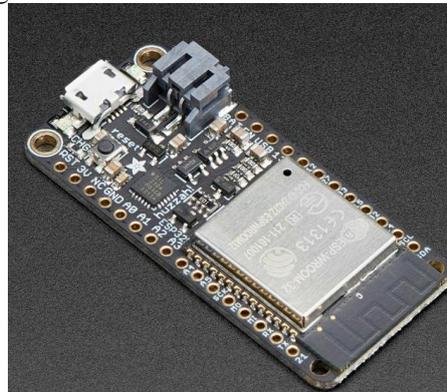
relé eletromecânico, e através deste, a porta será destravada, permitindo assim a entrada do usuário. Quase que de forma instantânea, o responsável pelo setor receberá uma mensagem através da plataforma Telegram, informando data, hora e a identificação do usuário que fez o acesso.

Todos os materiais que são retirados ou inseridos no local de armazenamento são controlados, sendo necessário que o material contenha uma etiqueta em alguma parte de seu corpo, que seja submetida ao leitor RFID, possibilitando o registro de informações de retirada ou inserção de material, através do envio de mensagem para o Telegram. Este procedimento de entrada e saída de materiais ou peças, poderia ser realizado de forma automatizada, porém seria necessária a utilização de um sensor de alto custo de aquisição, desta forma, optou-se pelo controle manual sem a utilização do componente adicional.

Todas essas informações de acesso, inserção e retiradas ficam armazenadas em nuvem, proporcionando acesso ao conteúdo em diferentes plataformas e não deixando o seu dispositivo (smartphone) carregado de informações, devido aos arquivos recebidos.

Alinhado a premissa de construção de um sistema funcional e de baixo custo, foi utilizado a placa de desenvolvimento ESP32 (Figura 2), que é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, fabricado pela Espressif, e projetada com dois microcontroladores Xtensa de 32 bits, dispondo de uma interface WIFI (2.4 GHz) com velocidade de até 150 Mbps e comunicação Bluetooth v4.2, sendo composto com 34 portas programáveis (GPIOs), 2 Conversores ADC de 12 bits, 2 Conversores DAC de 8 bits, 10 sensores de toque, sensor de temperatura, interfaces SPI, I2S, I2C e UART [8].

Figura 2 – Placa de desenvolvimento ESP32 [8].



Para identificar e registrar os ativos do protótipo de sistema de controle patrimonial, foram utilizados TAGs e o módulo de leitura RFID-RC522 (Transceptor),

tendo como objetivo decodificar os as etiquetas. As TAGs, representadas no protótipo por chaveiros e cartões (Figura 3), operam com frequência fixa de 13,56Mhz.

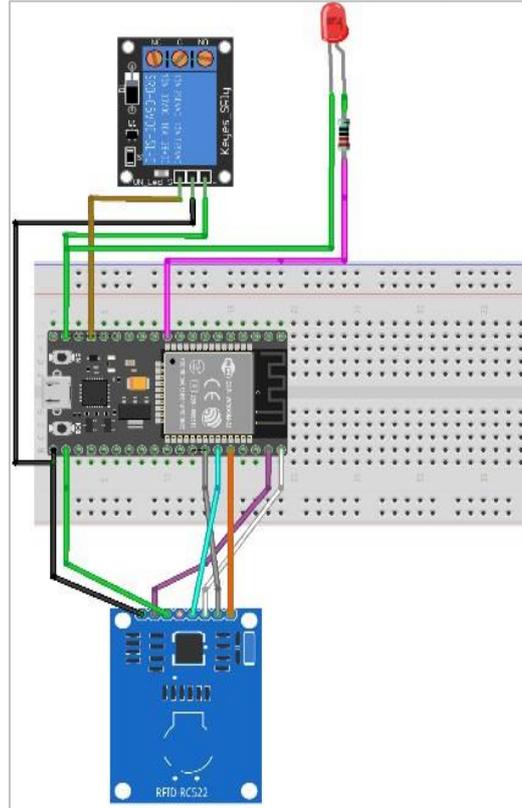
Figura 3 – Recursos RFID utilizados no protótipo [10].



Segundo [9], há inúmeras formas de realizar a identificação de objetos ou outros, utilizando a tecnologia RFID, contudo, a mais simples, e escolhida para este trabalho, é o armazenamento na memória interna da etiqueta de número serial que faz a distinção do material ou produto. No sistema RFID, o leitor irá enviar uma onda de rádio e essa onda será recebida por uma TAG compatível. Após isso, a TAG irá responder com outra onda de rádio que cederá todos os seus dados de identificação. Após receber esses dados, o leitor envia todas as informações para o sistema de recolhimento de dados.

Outro item importante neste processo é a fechadura elétrica, sendo representada por um módulo de relê eletromecânico ligado diretamente a uma saída digital do ESP32. O módulo relê tem como objetivo realizar a interface entre a bobina da fechadura elétrica (12VCC ou 127/220VCA) e a saída digital do ESP32 (3,3VCC). Outra grande vantagem da utilização dos relês é permitir a isolação entre circuitos elétricos, estabelecendo apenas uma ligação magnética, e ainda possibilitando o acionamento de cargas de potência através de pequenos sinais [11]. Na Figura 4, é mostrado o diagrama ilustrativo de conexões dos componentes do protótipo. O led presente no diagrama foi utilizado para indicar que o sistema realizou a leitura da TAG, identificando a leitura de material ou usuário.

Figura 4 – Diagrama de ligações de componentes do protótipo montados em protoboard.



É possível programar o microcontrolador ESP32 utilizando várias linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento integrado (IDE). Diferente de alguns fabricantes de microcontroladores, a Espressif (fabricante do ESP32) não disponibiliza nenhuma IDE para programação do ESP32 [12]. Entretanto, há um lado positivo, que é a possibilidade de utilizar diversos tipos de ambientes de desenvolvimentos. Neste trabalho optou-se pela utilização da IDE do Arduino, devido a ser um software livre (open source), de fácil utilização e contendo inúmeros recursos como funções e bibliotecas em linguagem C++.

O sistema desenvolvido utiliza a conexão com a internet para que seja relatadas as detecções feitas pelo leitor RFID. Para isso, foi feita a utilização do WIFI integrado no módulo ESP32 e das bibliotecas livres disponíveis para a conexão, como mostra a Figura 5. A utilização foi necessária para a realização de certas funções, sendo elas, a conexão com o banco de dados onde estão salvos os dados dos materiais, identificação de usuários, códigos RFID, e também para o envio de mensagens através do Telegram.

Figura 5 – Código para configuração WIFI do ESP32

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>

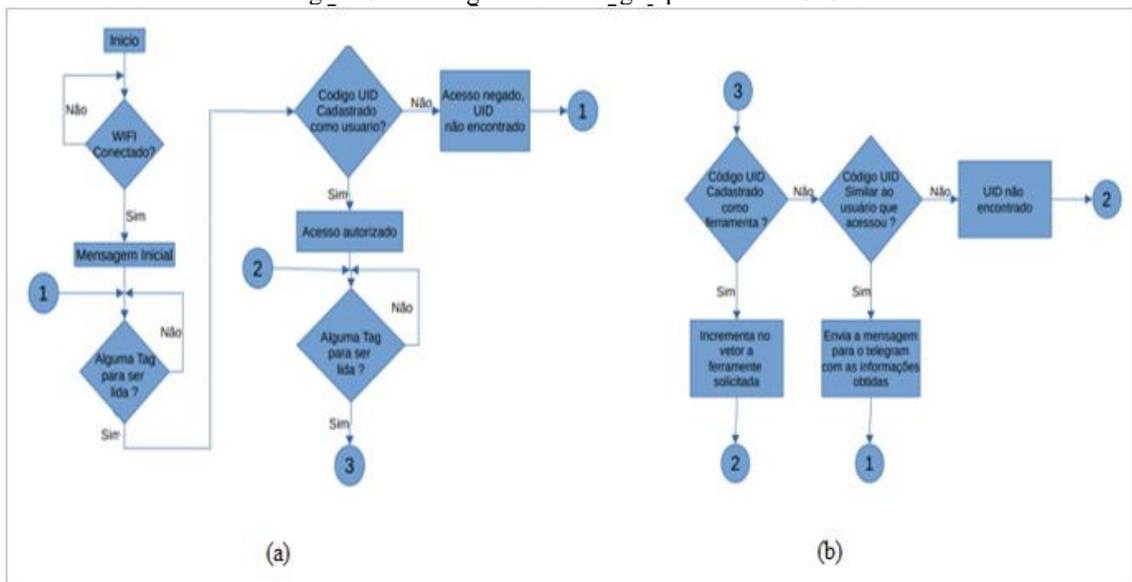
// Initialize Wifi connection to the router
char ssid[] = "NETWORK"; // your network SSID (name)
char password[] = "PASSWORD"; // your network key

WiFiClientSecure secured_client;

Serial.print("Connecting Wifi: ");
Serial.println(ssid);
while (WiFi.begin(ssid, password) != WL_CONNECTED) {
  Serial.print(".");
  delay(500);
}
```

Podemos verificar as condições lógicas de operação do sistema através do programa (firmware) desenvolvido para o ESP32, por meio do fluxograma do código aplicado ao ESP32 na Figuras 6 (a) e (b).

Figura 6 – Fluxograma do código aplicado ao ESP32.



Quando o sistema é iniciado, será realizada a conexão WIFI configurada pelo usuário, e após a conexão à internet, será apresentado no monitor o nome da rede e que a conexão foi concluída com sucesso. Este projeto poderia ter utilizado um display lcd alfanumérico, para enviar informações ao usuário, porém optou-se por utilizar o monitor da IDE do Arduino.

No algoritmo implementado, após tal etapa, inicia-se um loop para buscar códigos de cartões de usuários e compará-los com o banco de dados existentes na programação, sendo esses códigos valores hexadecimais (ex. 87F9B933). Se o código do

usuário for igual a código cadastrado no banco de dados, o software irá liberar o acesso ao local onde se encontram os materiais tangíveis e entrará em um novo loop para obter e comparar os códigos das TAGs de ferramentas e/ou materiais cadastrados. Neste instante o usuário conseguirá ter acesso a todo o acervo de objetos no setor adentrado.

Deste modo, o usuário do sistema poderá escolher os objetos que lhe serão úteis, registrando os materiais através do leitor RFID, sendo disparado pelo sistema mensagens para o Telegram contendo o nome do usuário, data, hora, e quais objetos foram retirados daquele local.

Para que este recurso de envio de mensagens fosse possível, foi utilizado a API (Interface de programação de aplicações) do aplicativo Telegram. Podemos descrever o Telegram como um aplicativo para troca de mensagens, permitindo o envio e recebimento de conteúdos em texto, vídeo, áudio e imagem por meio de um pacote de dados ou de uma conexão Wi-Fi.

Uma API é um conjunto de rotinas e funções de um programa ou software, podendo ser de acesso livre ou não. Elas suportam reutilização de código e fornecem abstrações de alto nível que facilitam as tarefas de programação [13]. A maneira utilizada para notificar a identificação de um código RFID foi através de mensagens enviadas usando a API do Telegram, o BotFather. O seu funcionamento consiste em criar o Bot a partir do aplicativo utilizado o comando “/newbot ” e, então, salvar o Token (código) disponibilizado após sua criação, já que, através do token, é possível a utilização da API “UniversalTelegramBot”, que disponibiliza as seguintes funções: a configuração do Bot, o recebimento de mensagens e, mais importante, o envio de mensagens. Após a conexão com a API, o envio de mensagem é feito com o comando “sendMessage()”. A configuração deste recurso pode ser vista na Figura 7.

Figura 7 – Configurações para utilização da API.

```
#include <UniversalTelegramBot.h>

#define CHAT_ID "741048287" //Id

// Initialize Telegram BOT
#define BOTtoken "1203218213:AAHOVA7y_ysJVka-IOaL7ahZBxCOSolmu3I"

UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, secured_client);

bot.sendMessage(CHAT_ID, msg, "");
```

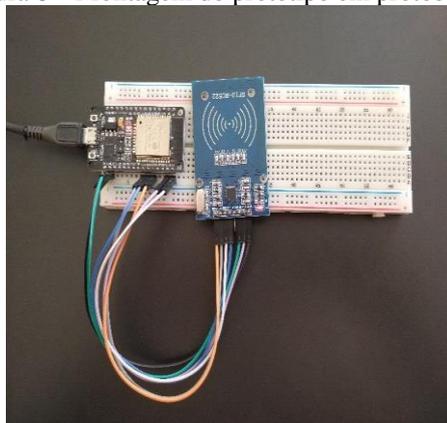
Assim que um objeto é detectado pelo RFID e corretamente identificado pelo banco de dados, a API é utilizada para enviar a mensagem para o telegrama, com as informações desse mesmo objeto, além de data e hora da detecção. Dessa forma torna-se possível um monitoramento constante de cada cartão RFID e seu objeto.

A utilização da função Bot API, que é uma interface baseada no HTTP, tornou-se muito vantajosa, pois possibilitou o armazenamento em nuvem, proporcionando acesso ao conteúdo em diferentes plataformas e não comprometendo a memória do dispositivo, devido aos arquivos recebidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

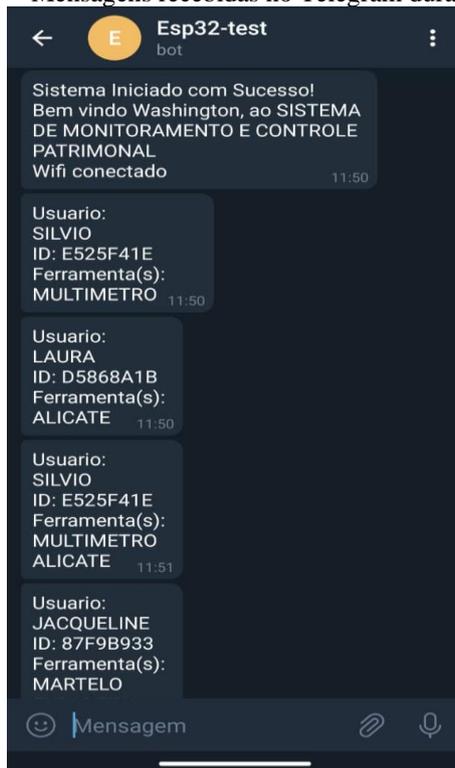
Utilizando uma matriz de contatos (protoboard), os dispositivos de hardware do protótipo foram montados, interligados e testados. Para realização dos testes de funcionamento, foram cadastrados manualmente TAGs (cartões e chaveiros RFID) representando materiais e usuários do sistema de controle patrimonial. Na Figura 8, pode ser observado os componentes sendo testados em bancada.

Figura 8 – Montagem do protótipo em protoboard.



Depois do protótipo ter sido todo montado e energizado, foram realizados testes simulando registros de usuários e entradas e saídas de matérias do sistema. O recebimento das mensagens se mostrou funcional e confiável, registrando a informação com um atraso de aproximadamente 2 segundos após o leitor reconhecer uma TAG. Podemos visualizar na Figura 9, o recebimento de mensagens pelo Telegram, durante testes realizados no sistema.

Figura 9 – Mensagens recebidas no Telegram durante testes



Todos os testes realizados se mostraram satisfatórios, sendo possível confirmar as funcionalidades do sistema, através de condições simuladas desde entrada e saída de pessoas, e de retirada de objetos, simplesmente enviando mensagens quase que instantânea para o Telegram, com um banco de dados praticamente ilimitado, que se pode acessar em qualquer dispositivo com acesso à internet e ler os dados de forma adequada para o monitoramento e controle patrimonial.

Como proposta de continuidade deste trabalho, uma interface para cadastro de peças e usuários poderá ser desenvolvida, oferecendo recursos de filtro, busca e ferramentas gráficas para gestão dos ativos.

4 CONCLUSÕES

O protótipo construído apresentou considerável viabilidade para pequenas aplicações, sendo elas para empresas com número reduzido de funcionários e um quadro fixo de itens em seu depósito, contribuindo assim, com a diminuição do tempo de execução de inventários mensais e tendo o controle contínuo dos itens.

No entanto, para que este projeto atenda aplicações maiores e seja mais comercial, deve-se utilizar banco de dados SQL e ter disponível interface gráfica através de uma

aplicação web, para a adição de usufruidores, instrumentos e para propiciar uma experiência de fácil interação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UNIUBE, por disponibilizar recursos e infraestrutura para realização de algumas etapas deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] ROUBLES, L. T. Gestão Patrimonial e Logística, Editora Estácio, 1ª Edição, Rio de Janeiro, 2016.
- [2] LAFRAIA, J. R.; HARDWICK, J. Vivendo a gestão de ativos: Cultura e modelos mentais, Editora Qualitymark, 1ª Edição, Rio de Janeiro, 2015.
- [3] MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais, Editora Saraiva, 3ª Edição, São Paulo, 2017.
- [4] EVANS, D. “The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything”. Cisco Internet Business Solutions Group, 2011.
- [5] GUARNIERI, M. “The Roots of Automation Before Mechatronics”, IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 4, n. 2, p. 42-43, junho de 2010.
- [6] HESSEL, F. et al. Implementando RFID na cadeia de negócios: Tecnologia a serviço da Excelência, Editora ediPUCRS, 2ª Edição, Porto Alegre, 2012.
- [7] ARAUJO FILHO, F. W. C.; TRAVASSOS, X. L.; FIGUEIREDO, P. S. “Use of the RFID technology to overcome inefficiencies in the production process: an analysis of a microcomputer company in Ilhéus – Bahia” JISTEM J.Inf.Syst. Technol. Manag., v. 11, n. 1, p. 65-85, Apr. 2014.
- [8] KURNIAWAN, A. Internet of Things: Projects with ESP32, Editora Packt Publishing, 1ª Edição, Birmingham, 2019.
- [9] PEDRO, L. M. D. Plataforma de Comunicações sem Fios para Zigbee e RFID, 95 f, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Redes de Comunicações) – Instituto Superior Técnico Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- [10] OPEN CIRCUIT SHOP (2020) - RC522 RFID reader/writer Module – SPI and 13.56MHz. Acedido em 24 fevereiro em: <https://opencircuit.shop/Product/RC522-RFID-Reader-writer-module-kit-13.56MHz>
- [11] BOYLESTAD, R. L. Dispositivos e Introdução à análise de circuitos, Editora Pearson, 12ª Edição, São Paulo, 2012.
- [12] ESP32-WROOM-32 Manual (2020): Datasheet Espressif. Acedido em 15 de fevereiro de 2020 em: <https://www.espressif.com/en/products/modules/esp32>
- [13] ROBILLARD, M. P. “What Makes APIs Hard to Learn? Answers from Developers”. IEEE Software, Vol. 26, n. 1, pp. 27–34, 2009.