

DESENVOLVENDO UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADO EM COMANDOS DE VOZ, IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA E BIOMETRIA



José Adilson de Freitas Júnior
Diego Lopes Coriolano
Fábio Wendell da Graça Nunes
Bruno Santos Nascimento
Thiago de Santana Souza
Denilson Pereira Gonçalves
Ivanildo Santos Nascimento



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

José Adilson de Freitas Júnior
Diego Lopes Coriolano
Fábio Wendell da Graça Nunes
Bruno Santos Nascimento
Thiago de Santana Souza
Denilson Pereira Gonçalves
Ivanildo Santos Nascimento

Desenvolvendo um Sistema de Automação Residencial Baseado em Comandos de Voz, Identificação
por Radiofrequência e Biometria

1ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

1ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Freitas Júnior, José Adilson de
F311D Desenvolvendo um Sistema de Automação Residencial Baseado em Comandos de Voz,
Identificação por Radiofrequência e Biometria

/ José Adilson de Freitas Júnior. Diego Lopes Coriolano. Fábio Wendell da Graça Nunes. Bruno Santos Nascimento. Thiago de Santana Souza. Denilson Pereira Gonçalves. Ivanildo Santos Nascimento. – Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre, 2024

50 f.: il

DOI: 10.37423/2024.edcl944

ISBN: 978-65-5367-488-2

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. automação-residencial 2. reconhecimento-de-voz 3. -protocolo-mqtt 4. segurança-residencial 5. node-red I. Freitas Júnior, José Adilson de II. Coriolano, Diego Lopes III. Nunes, Fábio Wendell da Graça IV. Nascimento, Bruno Santos V. Souza, Thiago de Santana VI. Gonçalves, Denilson Pereira VII. Nascimento, Ivanildo Santos VII. Título

CDU: 620

<https://doi.org/10.37423/2024.edcl944>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

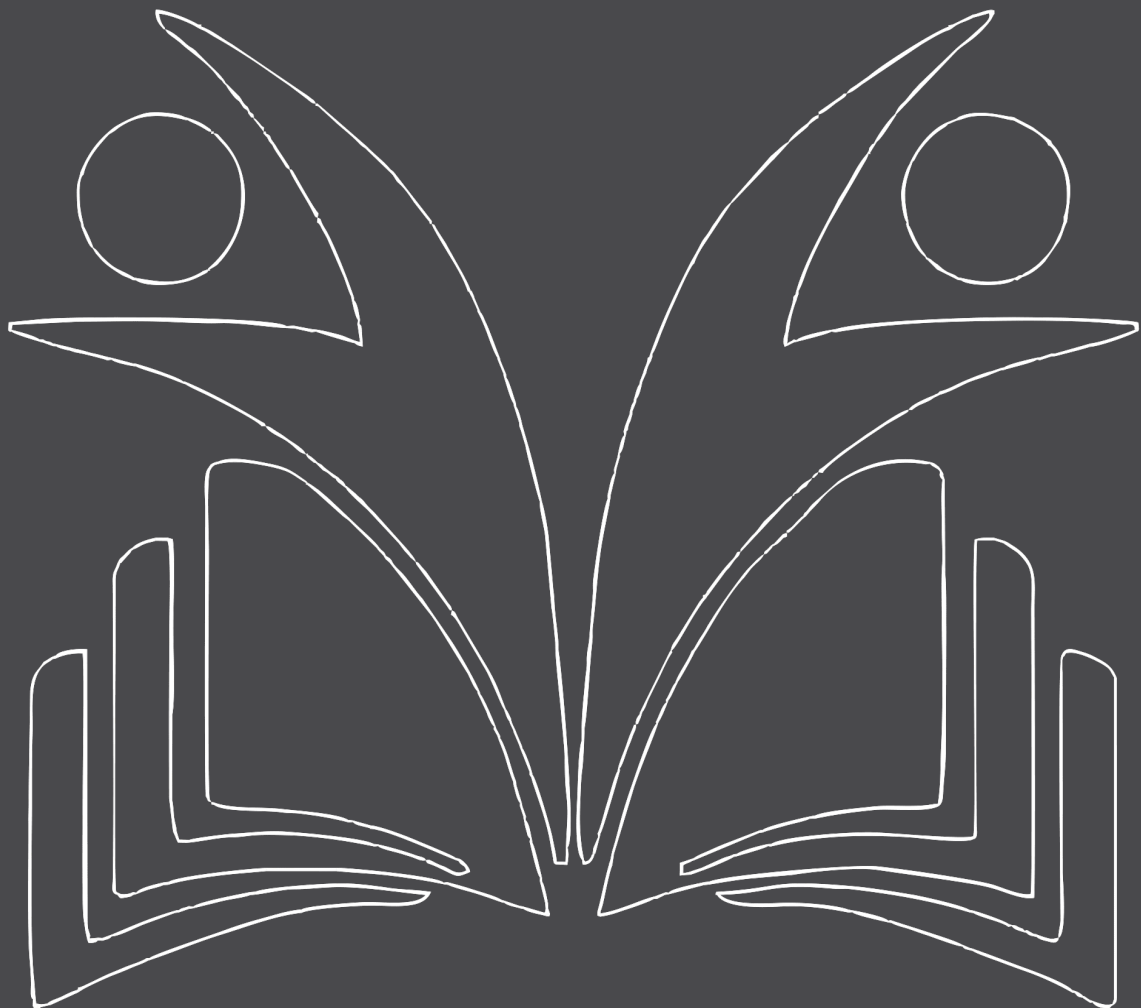
MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli
MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior
Dra. Suely Lopes de Azevedo
MSc Francisco Odecio Sales
MSc Ezequiel Martins Ferreira
MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio
MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo
MSc Rainei Rodrigues Jadejiski
Dr. Rodrigo Couto Santos
Dra. Milena Gaion Malosso
PHD Marcos Pereira Dos Santos



10.37423/2024.edcl944



Abstract: Given the numerous supports provided by the rise of technology, it has become possible to save time and effort when carrying out everyday tasks within the home, such as turning on lamps, electrical locks and television through home automation. In this work, a home automation system is designed and developed to perform everyday tasks using voice commands and develop an authorial application interface for computers and cell phones. Among the objectives, we seek to develop a system for monitoring temperature, controlling smart TVs and ambient lighting through voice commands, as well as radio frequency identification and biometric recognition of users for internal home security. To this end, an ESP32 microcontroller was used for the integral controllability of the system, assisted by the Arduino MEGA 2560 microcontroller for the voice command system, as well as an own application was created using the Node-Red platform capable of communicating the user's preferences. user via MQTT protocol directly to the ESP32 through a Broker Server formulated by the Eclipse Mosquitto software.

Keywords: Home Automation; Domotics; ESP32; Voice Recognition; MQTT Protocol; Node-Red; Home Security.

1. INTRODUÇÃO

Partindo de um ponto de vista histórico, desde a era paleolítica o homem vem tendo o almejo de tornar tudo a sua volta mais prático e eficiente, fazendo-o notar que o trabalho executado por meios antrópicos poderia ser terceirizado e passar a ser executado por meio de tecnologias e mecanismos facilitadores, de tal forma que tempo e desgaste seriam concomitantemente resguardados por meio da automação. Hodiernamente, a automação vem sendo reconhecida positivamente em diversos parâmetros, de modo que não só em meio a indústria, mas também dentro do próprio lar tem sido implementada a domótica, a qual pôs em prática a facilidade de se ter tarefas cotidianas sendo executadas por meio da automação. (Silveira Santos et al., 2009)

Domótica, de um modo geral, é o nome dado à implementação da automação no âmbito domiciliar, com a finalidade de contribuir e facilitar tarefas cotidianas por meio de tecnologia e automação. Para além disso, é por meio dela que conseguimos a interação dos atuadores tecnológico com a interface de aparelhos eletrônicos como smartphones, computadores e similares, trazendo para si ainda mais familiaridade com os usuários a sua volta. Tal ciência adapta-se facilmente as necessidades do usuário, de modo que consegue comandar preferências pré-estabelecidas ou atuar de forma automática para melhor atender as demandas a ela atribuídas. (Teza et al., 2002).

Comumentemente nos deparamos com a praticidade tecnológica diante do cotidiano e o amparo dado pela robótica a diversas pessoas, especialmente aos portadores de deficiências e limitações. No ambiente residencial não é diferente, uma vez que, além de ter a necessidade de ser um local acolhedor, o lar precisa estar cada vez mais habituado a proporcionar facilidades e conforto aos moradores, a fim de garantir bem-estar e comodidade aos mesmos. É justamente por meio da integralização com a tecnologia que tais demandas serão garantidas, podendo ser colocada em prática dentro do local de habitação, a exemplo da controlabilidade da iluminação local, execução de tarefas por comando de voz, manuseio de aparelhos televisivos, controle de temperatura ambiente, segurança patrimonial automatizada, dentre outros. Dessa forma, agregam não só fluência dentro do lar, como possibilitam uma maior otimização para o morador com relação ao seu ambiente residencial. (Bolzani et al., 2004).

Diante da imensa difusão tecnológica, ações rotineiras passaram a ser terceirizadas, visando redução de esforço físico e economia de tempo, possibilitando também o surgimento de plataformas digitais mais úteis e sofisticadas. Nessa mesma linha de pensamento temos os microcontroladores, os quais, possibilitam a implementação da automação na prática por meio de atuadores lógicos. Neste projeto

será utilizado um microcontrolador ESP32 auxiliado pelo microcontrolador Arduino MEGA 2560 atrelados a um software de controle geral do sistema desenvolvido por meio da interface de programação Node-Red, a fim de obter a efetivação do projeto e obtenção de resultados, tendo em vista que, além do baixo custo, o ESP32 é um microcontrolador que atinge funcionalidades amplas diante das necessidades de um projetista.

Este projeto visa elaborar um sistema domótico que possibilite o controle de iluminação, temperatura ambiente, identificação biométrica e credencial de segurança, execução de tarefas cotidianas por meio de comando de voz e integração completa do sistema disponibilizada em página web e aplicativo para aparelhos celulares. O desenvolvimento deste projeto visa proporcionar praticidade na vida cotidiana, de tal forma que tempo e esforço físico sejam preservados diante das tarefas rotineiras dentro do lar.

2. ESTADO DA ARTE

Alencar et al. (2019) arquitetou um sistema de monitoramento e controle de acesso residencial com a utilização do microcontrolador nodeMCU ESP32, destinado a proporcionar seguridade residencial e garantir comodidade aos usuários por meio da identificação dos moradores, dinamismo dos sensores e operação dos atuadores, bem como a disponibilidade de controle do sistema domótico por meio de aplicativo telefônico, sanando assim não só as demandas cotidianas que circundam o lar de cada um deles, mas também abrindo portas para que a automação contribua como garantidora da segurança patrimonial e residencial dos usuários. Neste almejo, foi estabelecida comunicação por meio de protocolo MQTT com um banco de dados na nuvem, possibilitando o controle entre o software (aplicativo de celular) e hardware (atuadores dentro da automação). Em síntese, constataram fielmente a portabilidade do sistema, sua realização e contribuição no que tange à prática operabilidade disponibilizada pelo amplo controle da automação residencial por meio do aparelho telefônico e a garantia da confiabilidade dos usuários no que tange à sua própria segurança residencial.

Almeida et al. (2022) elaborou um sistema voltado ao controle de ambiente por voz mediante a utilização do aplicativo Google Home interligado à nuvem por meio de conexão Wi-Fi usando protocolo MQTT vinculado à plataforma de programação Node-Red. O propósito do projeto foi trazer maior praticidade nas funcionalidades disponibilizadas pela automação residencial, tendo a sua controlabilidade disponível tanto por meio de comandos de voz, como também por um simples smartphone. Dessa forma, foi possível elaborar um sistema capaz de capturar os dados temperatura

ambiente e controle de luminosidade local, a fim de não só disponibilizar isso para os usuários pelo aplicativo, como também acionar ou desligar o termostato e as lâmpadas locais. Em síntese, tornou-se conclusivo as diversas usabilidades disponibilizadas por meio da execução do projeto, no qual não só constatou seu êxito no que propõe, como também frisa possuir baixo custo de implementação e atuação.

Figueiredo et al. (2019) implementou um sistema domótico utilizando tecnologia IoT (Internet of Things), assegurada pelo protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) com o uso do microcontrolador e NodeMCU ESP8266 programado por meio da plataforma IDE (Integrated Development Environment), em comunicação com aplicativos móveis através do software de desenvolvimento Android Studio 3.5. Na construção do projeto foram utilizados sensores temperatura, umidade, LDR (Light Dependent Resistor), infravermelho e relés para acionamento de lâmpadas e televisões. Todo esse aparato foi implementado fisicamente a fim de retratar a atuação do sistema e seu monitoramento por meio de dispositivos eletrônicos móveis como smartphones e tablets. Com a fiel apresentação e execução de testes foram obtidos resultados satisfatórios e a comprovação de eficiência do projeto, sendo possível demonstrar a imensa versatilidade que é proporcionada pela automação residencial sem a necessidade de implementação robusta de componentes.

Boeng et al. (2019) elaborou um sistema domótico voltado a um apartamento de 3 quartos, no qual proporciona operação e controle de aspectos físicos e domésticos como luminosidade, monitoramento de temperatura ambiente, acionamento e desligamento de televisores e aferição de parâmetros elétricos em pontos estratégicos. Conceder segurança, conforto e eficiência formam alguns dos propósitos pelos quais ambos os autores projetaram o sistema em questão, não só pela busca de sanar as demandas cotidianas existentes no ambiente habitacional de cada usuário, mas também levar em consideração a economicidade que viabiliza a implantação da automação residencial, quebrando o tabu de que é necessário um alto investimento para realiza-la. Dessa forma, desenvolveram um software OpenHab, por meio de linguagem de programação Java, integrado a um ambiente virtual único disponível em todos os equipamentos automatizados, o qual possibilita que o usuário tenha facilidade na interação com a interface gráfica e desfrute de forma confiável das facilidades proporcionadas pela automação residencial. Por fim, diante de inúmeros testes que visam aferir segurança, facilidade de interação e latência do projeto, obtiveram resultados satisfatórios em todos os âmbitos, além de terem atingido o objetivo de baratear sua implementação.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E RESIDENCIAL

Em conformidade com Tolliday e Zeitlin (1986), por volta da segunda década do século XX, especificamente no ano de 1914, juntamente com o advento das indústrias de base, surgiu a necessidade de uma maior produtividade em meio as produções industriais e, com isso, foram implantadas as maquinarias atreladas ao trabalho antrópico com a finalidade de sanar tal demanda, fenômeno que ficou largamente conhecido como Fordismo, idealizado por Henry Ford. Contudo, apesar do significativo aumento da produção e redução dos custos de fabricação ofertados pela introdução da maquinaria, havia a possibilidade de tornar os sistemas mais hábeis e velozes por meio do trabalho automatizado de produção, o qual, além de buscar eliminar o desperdício dentro do ambiente fabril, trás seguridade de produção e rentabilidade econômica no que se refere a mão de obra, com a substituição do trabalho braçal pelo mecânico, dando início assim, no ano de 1970, à era do Toyotismo. De forma análoga ao que fora exposto anteriormente, notemos toda a evolução tecnológica alçada no século XX: Concretização de computadores por volta de 1960 (Carvalho et al., 2006), ascensão das telecomunicações entre as décadas de 60 e 70 (Shima et al., 2007) e o advento da automação industrial em meados de 1954 (Silva & Nascimento, 2003).

Segundo o que se afirma por Silveira e Lima (2003), a automação industrial surge fielmente com a criação dos controladores lógicos programáveis (CLP's) na década de sessenta, precisamente no ano de 1968, por iniciativa da empresa americana General Motors, a qual propôs um novo padrão de produção a ser seguido pelas demais empresas da época, tendo em vista que se ter indústrias com uma maior produtividade em detrimento de menores custos e desperdícios passou a ser um dos principais benefícios proporcionados pela automação, intensificando ainda mais os modelos industriais concebidos por Henry Ford em 1914. Define-se como sendo o sistema pelo qual se executam tarefas e processos industriais por meio de dispositivos e mecanismos que operam integralmente todo o desenvolvimento do sistema por meio de um controlador central (CLP), substituindo o trabalho antrópico pelo trabalho mecânico automatizado.

Em meio a tamanha propulsão tecnológica em que surgiu, a automação tem ganhado espaço em diversos âmbitos sociais, contribuindo consideravelmente no cotidiano de inúmeras pessoas com a realização de tarefas. Hodiernamente, com a modernização dos lares e habitações, a automação passou a cooperar também na vida e no conforto dos moradores, tendo em vista que diante de

inúmeras atribuições a serem realizadas dentro do lar surge também a necessidade de otimizar o tempo e conseguir efetivamente realizar as demandas habituais. Para tanto, a domótica possibilita a integração de diversos dispositivos tecnológicos existentes dentro do lar, com a finalidade de que tarefas cotidianas sejam realizadas automaticamente mediante as necessidades de cada usuário, sejam elas cotidianas como execução de tarefas por comando de voz, de segurança como monitoramento e identificação de indivíduos, ou até mesmo de conforto como aferição de temperatura e controle de luminosidade ambiente. É justamente dessa forma que a domótica contribui de forma imprescindível na vida cotidiana das pessoas: agregando benefícios significantes que a tornam indispensável na realização de encargos domésticos, economia temporal, comodidade e praticidade residencial.

3.2. TECNOLOGIAS E PROTOCOLOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Mediante o que se afirma pela Siemens (2022), a ascensão da automação dependeu de alguns fatores pontuais para tornar-se promissora, tendo como uma de suas principais colaboradoras a evolução das transmissões de dados via wireless (sem fio), na qual convém frisar o advento das comunicações por meio de WI-FI e Bluetooth, o que proporcionou com que a implementação de um ambiente automatizado não dependesse mais de uma elevada densidade de cabeamentos, tornando-se muito mais funcional. Destarte, dentro de um ambiente sem fio o envio e recebimento de informações são realizados pelo que chamamos de protocolos de comunicações, os quais, possuem a função de padronizar cada tipo de transferência de dados no meio tecnológico. Neste mesmo ponto de vista, dentre os protocolos que possuem maior escala de aplicação na automação residencial destacam-se o Ethernet e o MQTT (Cosmi & Mota, 2019); este primeiro proporciona o gerenciamento das comunicações de diversos dispositivos e computadores dentro de uma mesma rede local, facilitando assim a troca de dados entre as máquinas ali presentes. Já o segundo foi projetado para contribuir com a fluidez da comunicação, conectando dispositivos remotos por meio de um pequeno volume de dados, sendo extremamente leve, evitando assim a sobrecarga e de informações nas transmissões.

Dentro de um sistema domótico encontramos diversos sensores que possibilitam a detecção de informações fundamentais para execução do sistema. Em se tratando do tema temos uma variedade tamanha de possibilidades de utilizações de sensores dentro do ambiente doméstico, no qual convém destacar sensores de temperatura, a exemplo do DHT22, o qual, de forma análoga a Souza e Nuss (2016), possui larga aplicação em ambientes domésticos, em virtude de sua precisão estar alçada a uma escala de -40°C a 80°C , além da sua capacidade de aferir a umidade local, sendo uma excelente

opção de implementação. Para além disso, em conformidade com o que se afirma por Costa (2020), convém ressaltar também a atuação dos relés, os quais, são dispositivos eletromecânicos que acionam conforme recebem determinada tensão limiar, necessária para seu fiel funcionamento, executando a função de uma chave seletora de passagem de corrente elétrica, sendo largamente utilizado em projetos domóticos por sua ampla utilidade e comunicação direta com portas lógicas de microcontroladores usuais.

Ademais, toda a realização de ações automáticas que visem facilitar a vida dos usuários disponibiliza conforto a estes dentro do lar, uma vez que, por meio de sensores, atuadores e programação lógica conseguimos construir um sistema agradável ao ambiente habitacional. Nesse mesmo raciocínio, seguindo os parâmetros que se afirmam por Leite (2023), a manipulação da luminosidade dentro do ambiente habitacional trás consigo não só aspectos de modernização do lar, mas também a disponibilidade de adequação do ambiente às preferências dos usuários, unindo sofisticação e comodidade em uma única aplicação. Outrossim, em concordância com o ponto de vista de Ortiz (2018), a implementação do sistema supracitado passa a ser ainda cômoda quando atrelada a um comando de voz, por intermédio do módulo de reconhecimento de voz (V3), ou até mesmo em virtude do seu manuseio por meio de um software, de tal forma que esforço físico e fadiga sejam resguardados diante de tais facilidades.

3.3. CONTROLE DE ILUMINAÇÃO E MONITORAMENTO DE TEMPERATURA

No momento em que nos referimos a sistemas de automação residencial é quase que inevitável não cogitar a aplicação de um sistema de monitoramento de temperatura ambiente, muito por conta da praticidade de implementação, como também pela sua extensa utilização hodiernamente, como vem sendo largamente disponibilizada em conjunto com o horário. A exemplo do sensor DHT22, o qual disponibiliza temperatura e umidade concomitantemente, pode ter seus dados disponibilizados de forma prática em pontos preferíveis da residência, inclusive no próprio celular do usuário, em virtude da comunicação dos dispositivos locais em conjunto com um servidor broker (Eclipse Mosquitto) via protocolo MQTT. Na Figura 1 temos a demonstração da esquematização de um sistemas com as características citadas acima (Jawad et al., 2023):

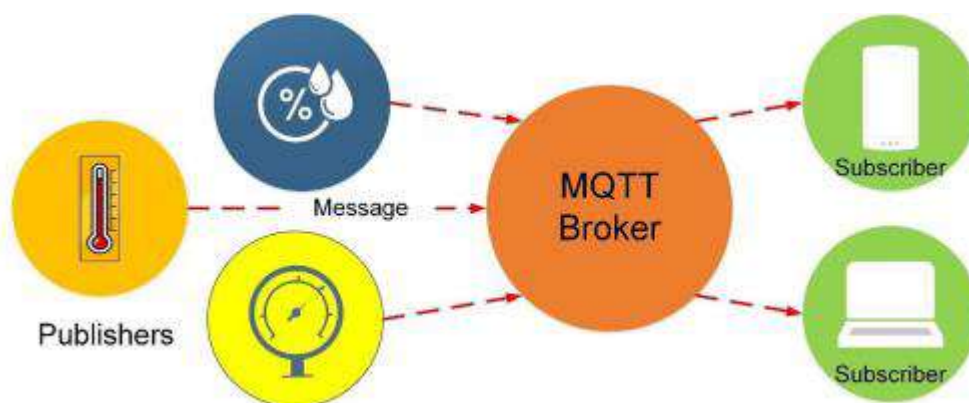


Figura 1. Arquitetura do Protocolo MQTT

Fonte: Jawad, 2023.

Com a intensificação da busca por sofisticação e modernidade residencial nos últimos anos, alavancou-se também a busca por mecanismos tecnológicos integrados à customização habitacional. Dentre estes, enfatiza-se a crescente implementação de controles de iluminação, os quais alcançaram a marca de cerca de 76\% de inserção entre os sistemas tecnológicos mais requisitado no Brasil em 2018, conforme evidencia o informativo “O Mercado Brasileiro de Automação Residencial” elaborado pela Finder, disponível na Figura 2. Tais fatos ratificam a satisfação e procura dos usuários por um sistema domótico que vise a controlabilidade da iluminação ambiente, um dos objetivos materializados com afincos no vigente projeto deste artigo científico (Finder, 2018).

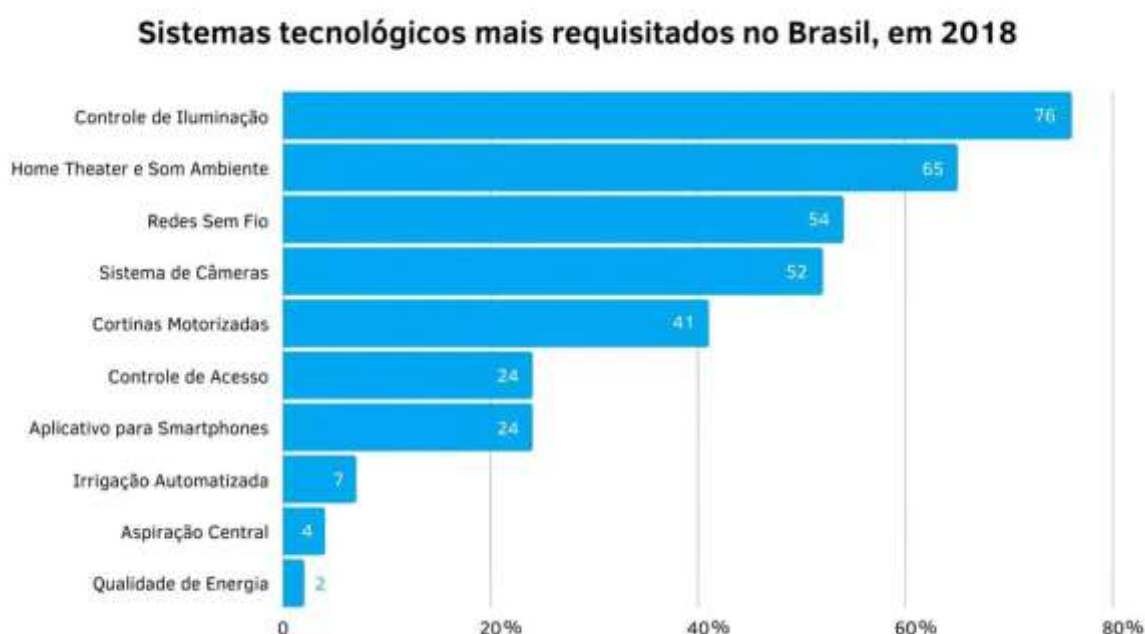


Figura 2. Gráfico - Automação Residencial

Fonte: Finder, 2018.

É por meio da integração da controlabilidade da iluminação que obtemos um resultado satisfatório no que tange ao conforto proporcionado aos usuários, os quais, sem qualquer esforço físico, poderão usufruir de um ambiente devidamente iluminado com suas próprias preferências por meio do comando de voz ou pela palma das mãos com a utilização do software do sistema. Em consonância com Almeida (2022), além dos benefícios supracitados, convém frisar também a atuação do sistema a longa distância, bastando apenas conexão com a internet para sua utilização, tendo em vista que a interface Node-Red disponibiliza a extensão de utilização do dashboard do sistema por meio da internet, sendo plenamente possível para o usuário o acionamento de lâmpadas internas e externas mesmo não estando presencialmente no lar. Na Figura 3 torna-se possível a visualização do diagrama de comunicação do sistema de luminosidade e monitoramento de temperatura ambiente com o servidor Broker via protocolo MQTT e a interface Node-Red, bem como a integração auxiliar do Arduino MEGA 2560 com o ESP32, em virtude de uma maior portabilidade de portas digitais:

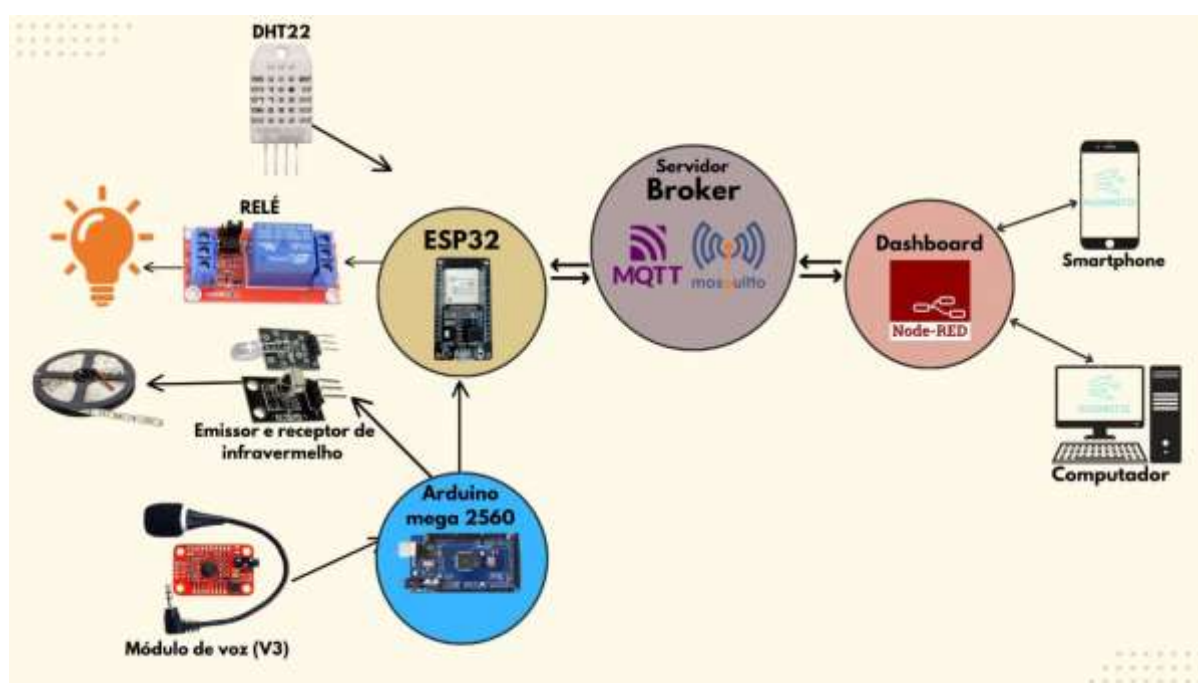


Figura 3. Diagrama de Comunicação do Sistema

Fonte: Autoria Própria, 2023.

A implementação dos relés faz-se necessária em virtude da sua capacidade de acionar cargas com correntes elevadas, como é o caso do acendimento da lâmpada neste projeto, comportando-se como uma chave seletora e acionando a iluminação por meio dos comandos dados ao microcontrolador, que por sua vez, se comunica com os relés, que é justamente o que se exemplifica na Figura 3. Do contrário, o que ocorre com a fita de LED é bem diferente, a qual possui um receptor de infravermelho para recebimento dos códigos emitidos pelo controle remoto. Em nosso sistema, por sua vez, os

códigos são clonados e replicados para serem transmitidos por um emissor de infravermelho, o qual irá atuar com base em determinados comandos de voz mencionados pelo usuário ou por meio das funcionalidades disponíveis no software do sistema.

3.4. CONTROLE POR COMANDO DE VOZ

Em diversos âmbitos da vida cotidiana buscamos facilidade na execução de tarefas diárias com o objetivo de economizar tempo e desgaste. Com o advento da tecnologia, viu-se a possibilidade de nos comunicarmos oralmente com ambientes virtuais a nossa volta, o que garantiu uma agilidade muito maior em nossa interação com ambientes tecnológicos, poupando tempo e esforço. Com isso, surgiram então as assistentes virtuais por comando de voz como a Alexa (Amazon, 2014), Google Assistant (Microsoft, 2016) e a Siri (Apple, 2010). Tais dispositivos permitem que atribuições como ligar luzes, televisão ou até mesmo colocar músicas e séries sejam realizadas por meio de comandos de voz determinados. A Figura 4 demonstra indicadores comparativos no que tange às opiniões profissionais de especialistas com relação a qual modelo de smart speakers seria a mais útilitária (VOICEBOT, 2020):

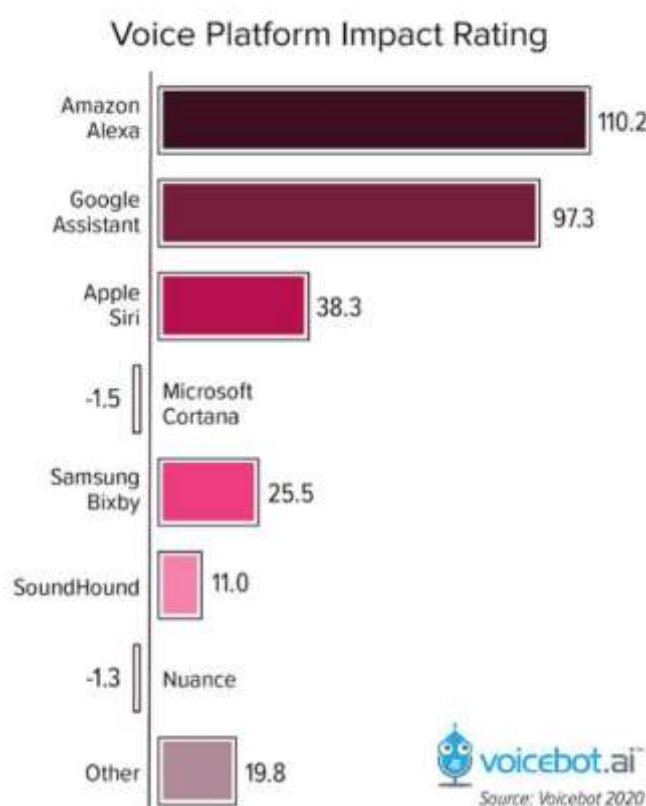


Figura 4. Utilização de Plataformas de Smart Speakers

Fonte: VOICEBOT, 2020.

De forma análoga a Rocha e Anhesine (2020), para conseguir captar e interpretar os sons a sua volta, estes dispositivos utilizam uma tecnologia denominada processamento de linguagem natural (PLN), que permite que dispositivos tecnológicos interpretem a linguagem humana por meio de Inteligência Artificial (IA). O sintetizador de voz atua processando as palavras captadas e às transformam em texto, a fim de compará-las através de um imenso banco de dados. Dessa forma, o sistema aprende qual comportamento deve ter a depender do comando que lhe for ordenado, possibilitando que haja uma interação entre homem e máquina muito mais fluente. Ademais, para obter uma melhor exatidão na interpretação sonora são utilizados alguns comandos de voz pré-determinados para tarefas cotidianas, como: acender luz da cozinha. A Figura 5 retrata trecho da pesquisa “Comportamento do Consumidor Imobiliário para 2040”, realizada em 2019, onde é demonstrada a imensa utilização de assistentes de voz em comparação com sistemas de automação residencial já apresentados neste estudo (Cordeiro et al., 2019):

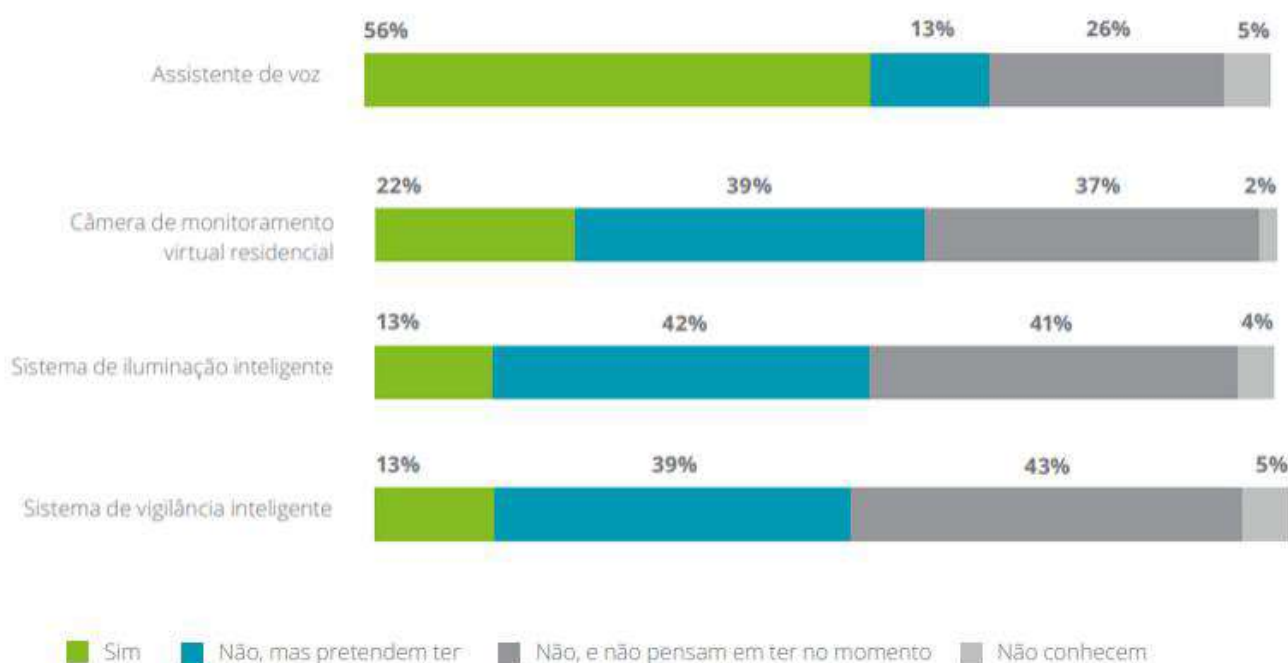


Figura 5. Tecnologias Para a Casa. Adaptado.

Fonte: Cordeiro, Baggio, França, 2019.

Dentre os modelos mais conhecidos na criação de assistentes virtuais com interface Arduino é indispensável citar o módulo de reconhecimento de voz V3, interface que proporciona a captação de áudio integrando seu funcionamento com um microcontrolador. Por meio deste dispositivo será possível gerenciar a funcionalidade do filamento de LED e da televisão smart; basta que todo o sistema

esteja integrado por meio da emissão e recepção de infravermelho e os comandos de voz estejam corretamente ativos. Na Figura 6 temos a demonstração de tal dispositivo (Moura, 2022):



Figura 6. Módulo de Reconhecimento de Voz V3

Fonte: Moura, 2022.

3.5. IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA E IDENTIFICAÇÃO BIOMÉTRICA

Com a intensa propagação de dados na internet e nas redes sociais a segurança dos usuários passou a ser tratada com maior seriedade no século XXI. De forma análoga, a segurança domiciliar também passou a ter uma maior intensificação com o avanço tecnológico, comprovando-se isso por meio dos dados disponibilizados por meio da pesquisa realizada pela Social Progress Imperative no ano de 2019, que coloca o Brasil como o 11º país mais inseguro do mundo, justificando-se assim o crescimento da procura de sistemas de segurança residencial nos últimos anos, por meio da Figura 7:



Figura 7. Aumento da Segurança Residencial no Brasil

Fonte: Estadão, 2019.

Não obstante, a busca pela segurança por meio da automação residencial vem sendo cada vez mais almejada em virtude de fatores como integração com aplicativos e implementações modernas. Prova-se isso por meio do informativo já mencionado anteriormente, “O Mercado Brasileiro de Automação Residencial”, disponibilizado pela Finder. Na Figura 8 pode-se observar não só liderança da segurança como maior área de procura dos usuários que implementam sistemas de casas inteligente, como também sua ascensão progressiva durante o passar dos anos, provando assim sua grande relevância em sistemas domóticos.

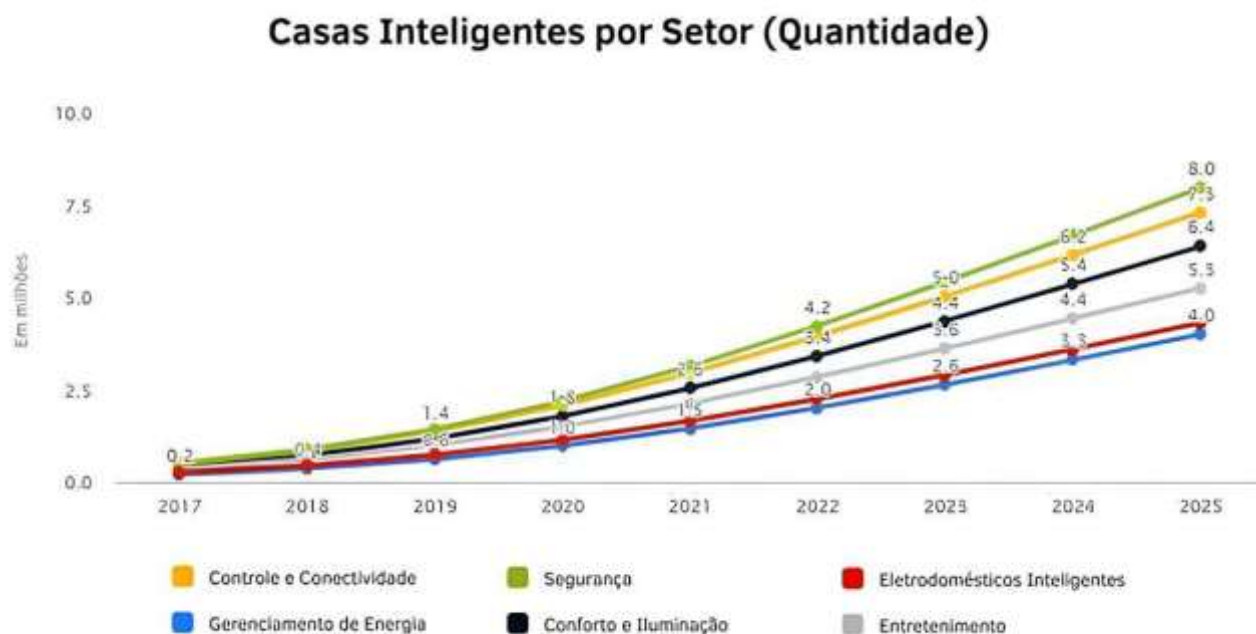


Figura 8. Gráfico - Segurança Residencial

Fonte: Finder, 2018.

Nessa perspectiva, convém frisar a segurança primária de uma residência: as portas e fechaduras. Pensando justamente nessa linha de raciocínio surgiu então o desenvolvimento de um sistema de reconhecimento biométrico e da identificação por radiofrequência frisadas acima, as quais, trazem consigo uma seguridade patrimonial tecnológica, além de uma maior sofisticação e praticidade no acesso dos moradores ao lar. Destarte, para a elaboração de um sistema prático de identificação por radiofrequência voltado à automação residencial temos um dispositivo muito interessante que integra a própria placa de identificação junto aos cartões de credenciamento (Tags), denominado RFID (Radio Frequency Identification). Tal dispositivo possibilita a leitura dos cartões por meio de radiofrequência e envia os dados para interpretação do microcontrolador. Com a integração de um relé e uma trava elétrica torna-se possível criar uma fechadura inteligente, capaz de somente acionar a trava com as credenciais devidamente cadastradas e autorizadas, evidenciado por Bambang e Hana (2023) em seus estudos. As identificações interpretadas pelo microcontrolador são enviadas e disponibilizadas para visualização dos usuários no software do sistema via Wi-Fi. Para melhor entendimento do que fora citado, firma-se a visualização do subsistema de controle de acesso RFID disponível na figura 9:

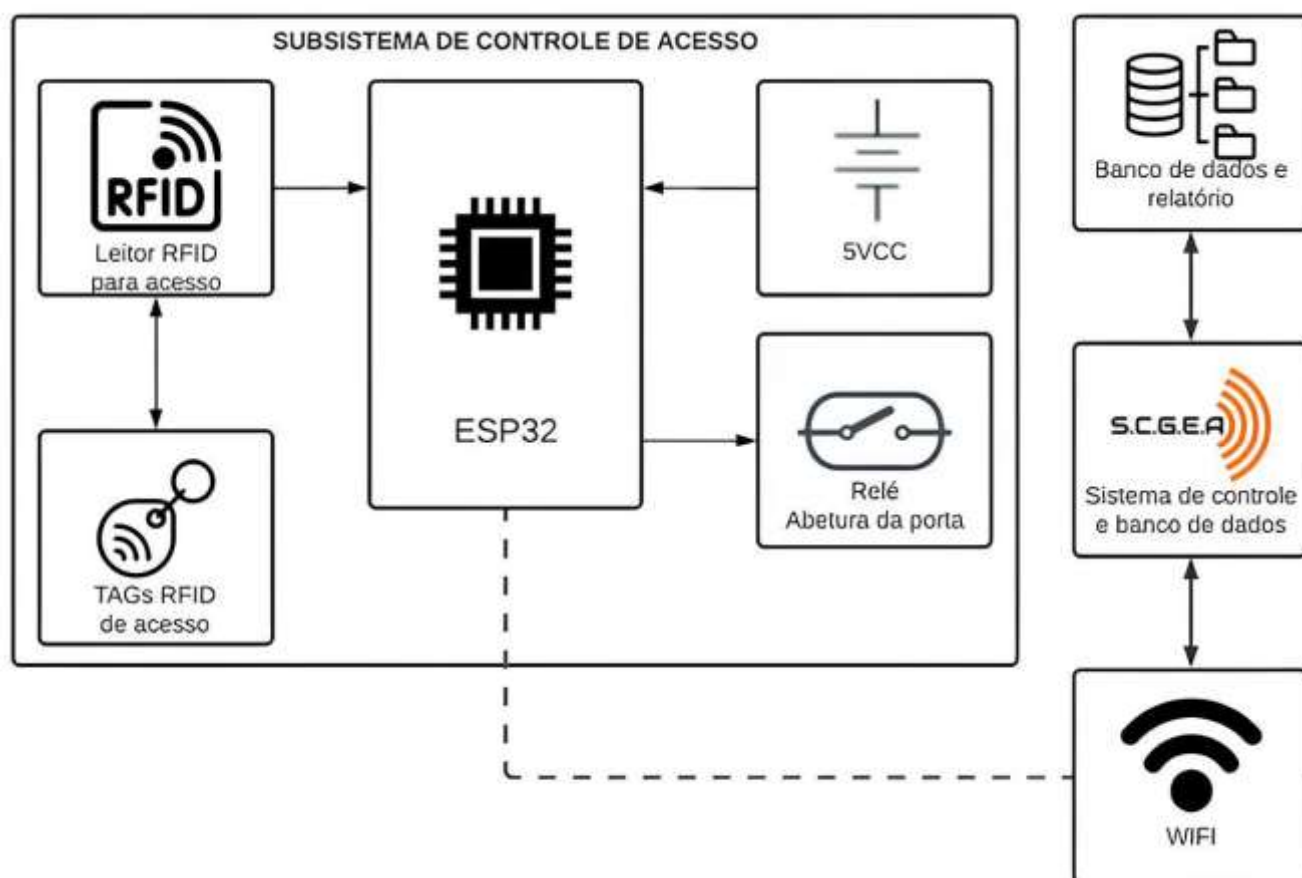


Figura 9. Subsistema de Controle de Acesso RFID

Fonte: Gross, 2022.

Com a finalidade de se criar um sistema de autenticação biométrica direcionado à domótica convém citarmos a atuação do sensor de leitura biométrica. De forma bem similar ao que ocorre na autenticação por radiofrequência, o sensor biométrico faz a leitura da digital do usuário e processa a imagem dentro do seu próprio sistema, tendo em vista que possui um circuito integrado no próprio sensor, no qual confronta as características da digital com as informações da digital já cadastrada, por meio de pictogramas compatíveis, como evidenciado na Figura 10. Da mesma forma, a fechadura eletrônica somente acionará caso haja compatibilidade ente as partes confrontadas pelo algoritmo. Ademais, o sistema pode não só acionar a fechadura eletrônica como também notificar ao usuário do seu acionamento por meio do software (Mazi e Júnior, 2009).

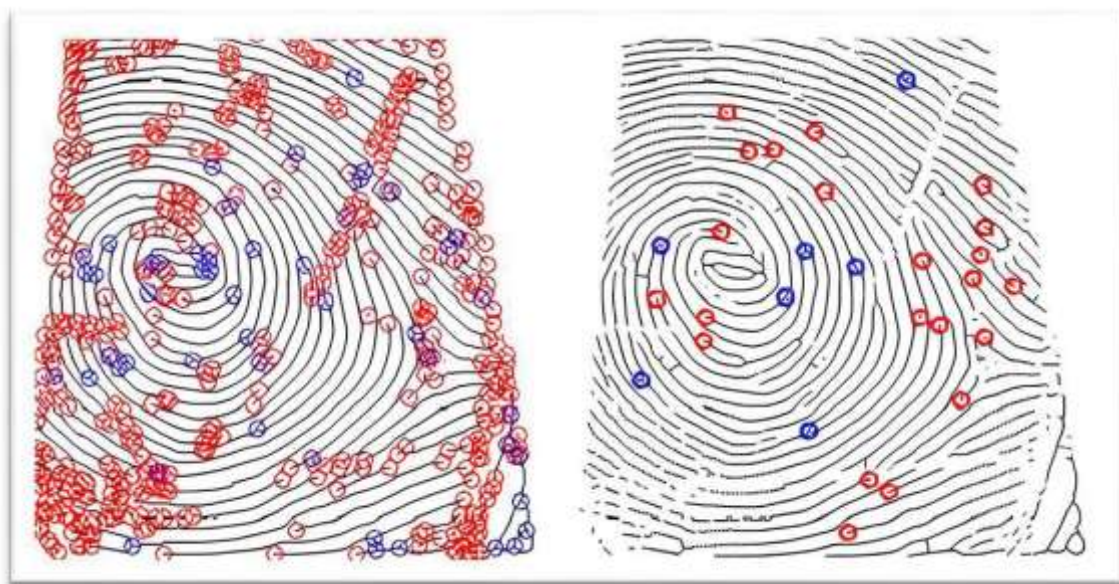


Figura 10. Pictogramas Compatíveis.

Fonte: Mazi e Júnior, 2009.

A integração do reconhecimento biométrico e da identificação por radiofrequência concomitantemente dar-se pelo funcionalismo de ambos os sistemas, os quais, possibilitam que mesmo que o usuário perca o cartão de credenciamento consiga ter outro mecanismo protetivo disponível para seguridade do lar. O mesmo ocorre em caso de erro na autenticação biométrica, podendo o usuário optar por utilizar o credenciamento RFID. Na Figura 11 temos a representação do diagrama de funcionamento do sistema de segurança do presente estudo (Moreira e Rall, 2018):

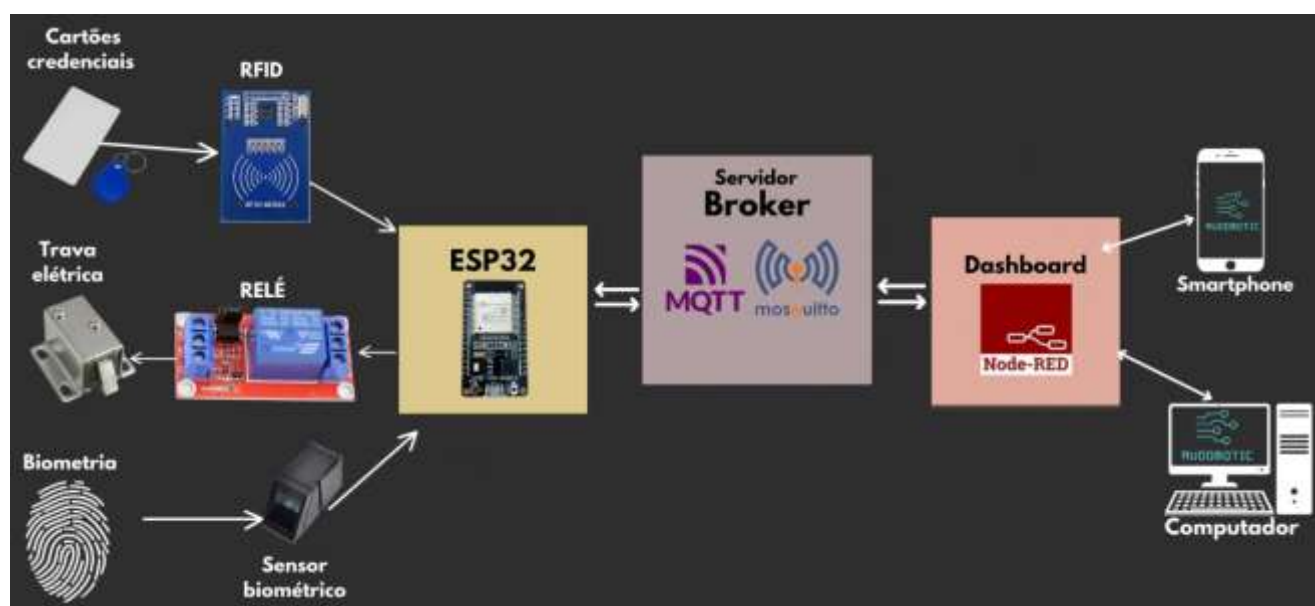


Figura 11. Diagrama de Funcionamento do Sistema.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

3.6. INTEGRAÇÃO DO SISTEMA COM APLICATIVO PARA COMPUTADORES E CELULARES

A interface de programação integrativa Node-Red é uma plataforma de criação de aplicativos e sistemas supervisórios totalmente gratuita e open source. Nela encontramos duas interfaces integradas, uma para programação e conexão de sistemas, e outra para o designer gráfico e exposição de dados sensíveis do sistema, denominada dashboard. A primeira interface, por sua vez, possibilita ser programada por meio de blocos interativos, mesmo que o usuário não tenha um conhecimento rígido em lógica de programação, em virtude de haver um ambiente descritivo de cada função a ser adicionada dentro da programação. Os blocos, representados na figura 12, se conectam de forma didática, representando o fluxo de conexão, sendo capaz de executar as funções almejadas sequencialmente e integrá-las umas às outras, a fim de que o sistema se comporte da forma desejada (Sicari, 2018).

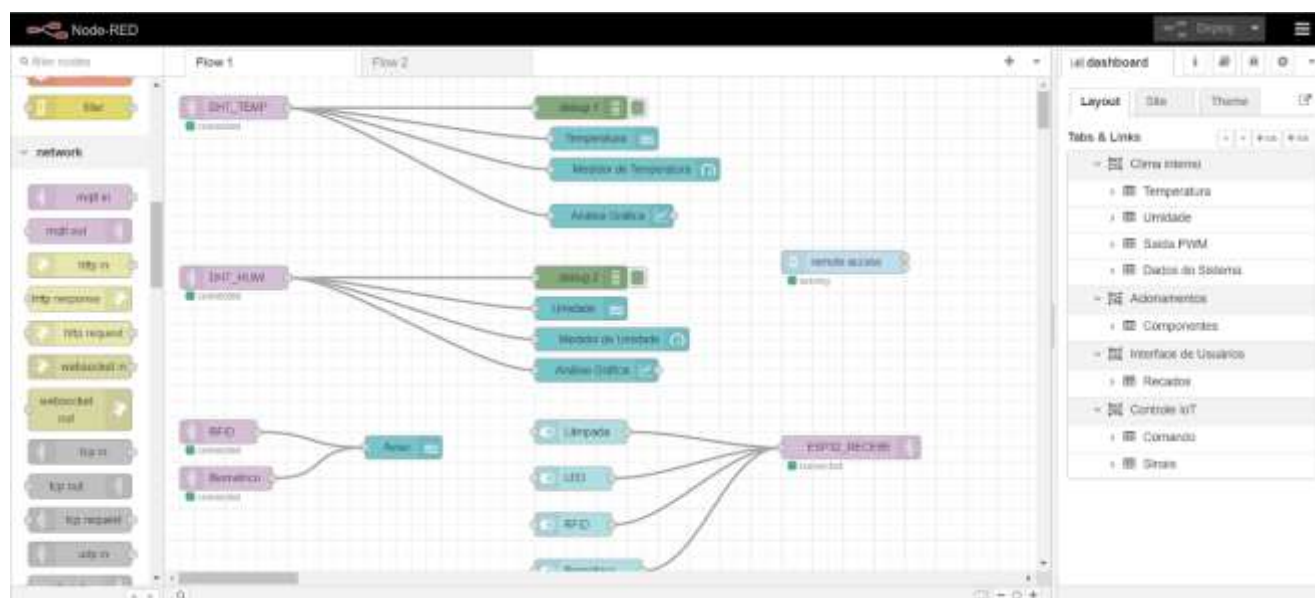


Figura 12. Node-Red - Interface de Programação.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Ademais, é possível criar uma arquitetura visual muito interessante para o dashboar, demonstrada na Figura 13, onde o usuário poderá visualizar em tempo real os dados captados pelos sensores do sistema, bem como acionar determinados mecanismos disponíveis, como lâmpadas e travas eletrônicas. Ademais, a interface possibilita visualizar a criação do escopo do aplicativo ao mesmo em que se constrói seu designer por programação, facilitando a visualização de criação do aplicativo. (Musungate e Ercan, 2023).

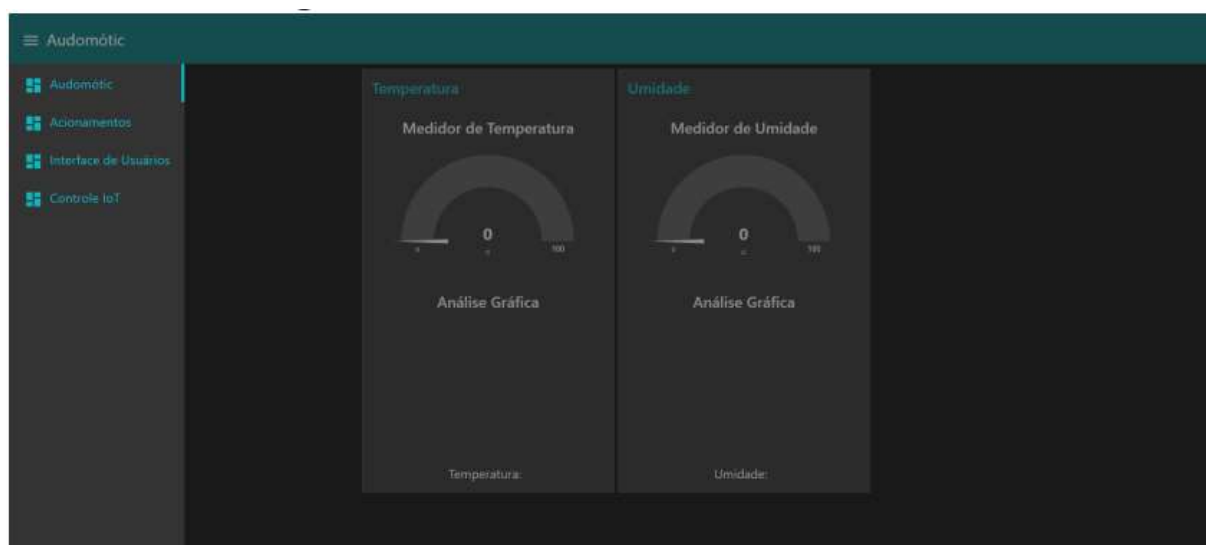


Figura 13. Node-Red - Dashboard.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Por fim, a interface Node-Red conta com diversas outras disponibilidades interessantes para o usuário, como disponibilizar o dashboard criado para download em Smartphones por meio do Remote-Red, representado na Figura 14, bem como contar com a extensão de sua controlabilidade, possibilitando assim sua interação e visualização mesmo fora do lar, sendo possível controla-lo integralmente por meio de conexão com a internet. (Adarsh, 2023).



Figura 14. Remote-Red - Dashboard.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Ademais, seu ambiente de programação Arduino IDE, apresentado na Figura 16, conta com uma interface de linhas de códigos de programação texturizados, seguindo o modelo Wiring de programação, o modo mais conhecido de digitação de programação. Por meio dele é possível tanto a aprendizagem quanto a elaboração profissional de códigos, em virtude de contar com bibliotecas bastante intuitivas e completas. Além disso, possui a capacidade de ser interpretada em outros microcontroladores bastante utilitários, como é o caso do ESP32 que utilizaremos nesse projeto, possibilitando ainda mais interações com ambientes lógicos (McRoberts2018).

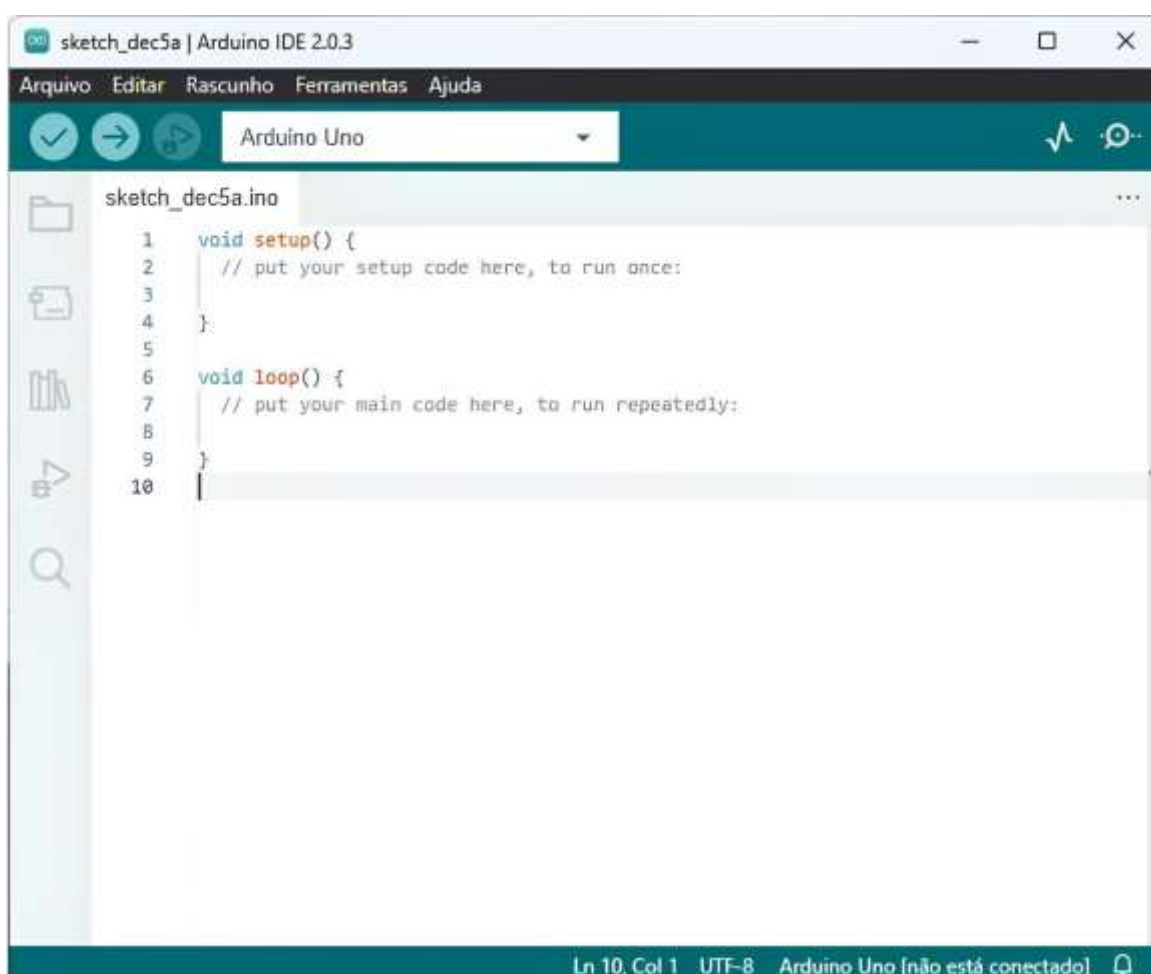


Figura 16. Interface Arduino IDE 2.0.

Fonte: Arduino, 2022.

O ESP32, representado na Figura 17, é um microcontrolador moderno que possuem inúmeras vantagens e aprimoramentos comparando aos demais dispositivos da área que possuam a mesma funcionalidade e valor de custo. Dentre tais benefícios, podemos citar a integração de módulo Wi-Fi e Bluetooth dentro do seu próprio circuito integrado, dispensando a adição de outros componentes para tal funcionamento. Além disso, conta com um processamento dual-core (2 núcleos), o que

possibilita a capacidade de processar sistemas mais complexos do que os sustentados por outros microcontroladores costumeiros. Outro diferencial a ser frisado são as diversas funcionalidades presentes nas portas lógicas do mesmo, as quais, possibilitam uma versatilidade imensa em suas aplicações. (Pravalika, 2019).

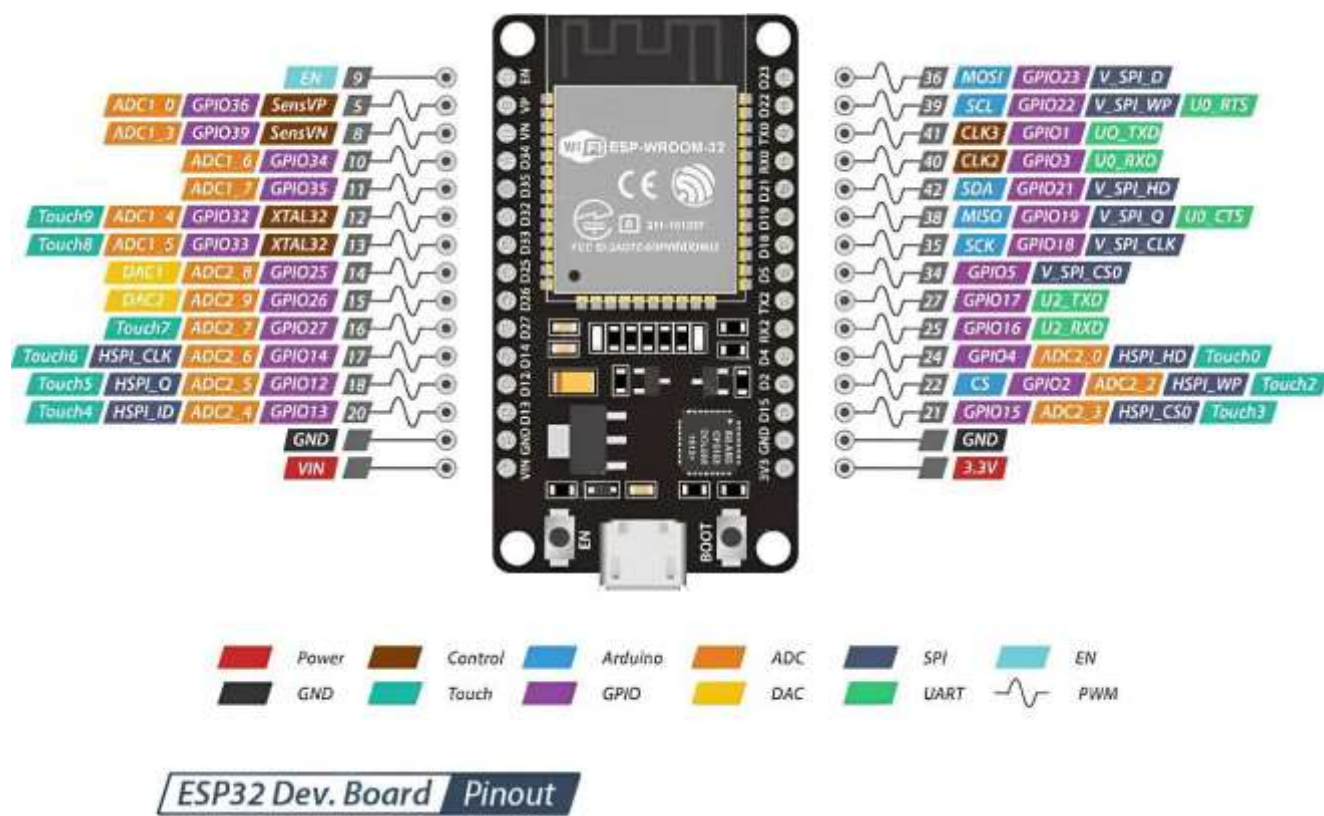


Figura 17. Pinagem ESP32.

Fonte: Pravalika, 2019.

3.8. DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES FUTURAS

É indiscutível que dispositivos automatizados estão cada vez mais frequentes nos lares, como as assistentes virtuais, luzes com acendimento automático e câmeras com sensores de presença. No entanto, ainda existem algumas barreiras a serem quebradas para que haja uma verdadeira participação da domótica na sociedade, sendo o alto custo de implementação um dos maiores motivos para tanto, tendo em vista que não só os aparatos elétricos, como também o corpo técnico responsável pela criação e instalação do sistema possuem alto valor econômico para serem custeados (Barbante2019).

Com o advento da tecnologia e evoluções eletrônicas, a interação entre homem-máquina vem se tornando cada vez mais intensa, integrando o ambiente a sua volta com conexão à internet e

controlando ambientes facilitadores ao dia a dia. A sigla IoT (Internet of Things) surgiu justamente para dar nome à este aspecto e servir de base para objetos de estudos sobre o modelo de referência da Internet das Coisas. Para melhor entendimento, tomemos como base o artigo científico disponibilizado pela Microsoft em parceria com a Cisco, The Internet of Things Reference Model. Nele encontramos um modelo dividido em 7 camadas, especificadas na Figura 18, capazes de exemplificar o funcionamento de uma interface IoT. De forma análoga, a automação residencial está pautada na utilização de todas as camadas da interface IoT, sendo um indicativo de integração revolucionária para a vida cotidiana, bem como trás a expectativa de ser uma tecnologia inteiramente contribuinte para o futuro da tecnologia global. (Microsoft e Cisco, 2014)

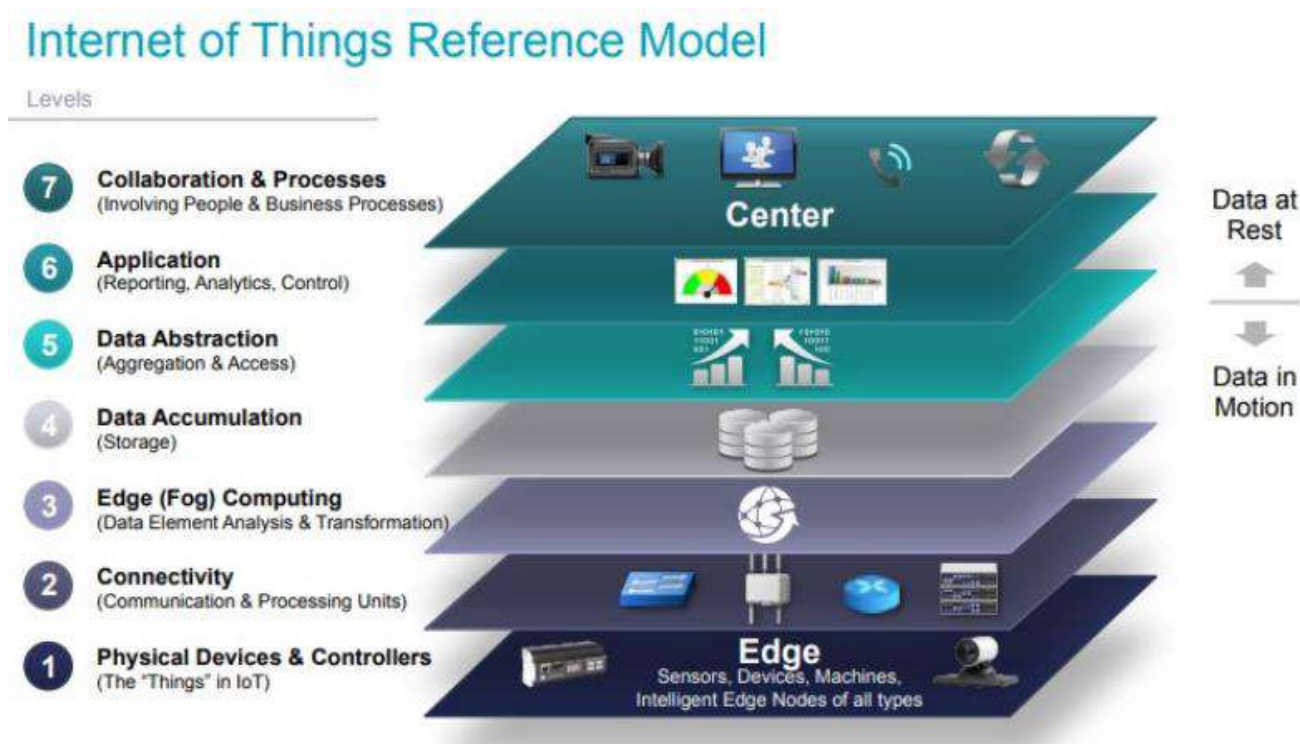


Figura 18. Representação das Camadas IoT.

Fonte: Microsoft e Cisco, 2014.

No entanto, há grandes expectativas na ascensão da automação residencial em larga escala, o que já vem acontecendo, como a exemplo da forte presença de assistentes virtuais como a Alexa, que trouxeram à tona a facilidade de execução de tarefas básicas por meio do comando de voz, poupando tempo e esforço. Essa praticidade também é encontrada em diversos outros dispositivos capazes de trazerem ainda mais comodidade aos usuários, de tal forma que um sistema automatizado passe a ser indispensável dentro do lar pelos benefícios disponibilizados por ele (Lim et al., 2022).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Na montagem do sistema foram utilizados os seguintes dispositivos e componentes, listados na Tabela 1:

Quant.	Tipo	Componente
1	Microcontrolador	NodeMCU ESP32
1	Microcontrolador	Arduino MEGA 2560
1	Módulo	Módulo V3
1	Módulo	RFID
1	Sensor	Ident. Biométrica
1	Fechadura	Mini Trava Elétrica
1	Sensor	DHT22
1	Módulo	Emissor Infra. KY-005
1	Módulo	Receptor Infra. KY-022
1	Iluminação	Fita LED
1	Protoboard	830 Furos
1	Iluminação	Lâmpada Bastão 20W
1	Televisão	Smart TV SEMP Roku TV
2	Fonte	5V/2A
2	Chave	Botão
3	Módulo	Relé
4	LED	LED's
5	Resistor	Resistores 220 Ω
50	Fios Condutores	Jumpers

Tabela 1. Materiais Utilizados

Fonte: Autoria Própria, 2023.

A fim de demonstrar o custeio dos equipamentos adquiridos e confrontar os valores nacionais e importados de aquisição, observemos a Tabela 2. Como já frisado anteriormente no presente trabalho, um dos objetivos do projeto é obter uma automação de baixo custo, visando economicidade. Para tanto, foram escolhidos os componentes com menor preço de aquisição.

Quant.	Componentes	Nacional	Importado
1	NodeMCU ESP32	R\$ 48	R\$ 20
1	Arduino MEGA 2560	R\$ 99	R\$ 45
1	Módulo V3	R\$ 185	R\$ 109
1	Módulo RFID	R\$ 18	R\$ 10
1	Sensor de Ident. Bio.	R\$ 83	R\$ 35
1	Mini Trava Elétrica	R\$ 44	R\$ 21
1	Módulo Sensor DHT22	R\$ 18	R\$ 9
1	Módulo Emissor KY-005	R\$ 14	R\$ 8
1	Módulo Receptor KY-022	R\$ 12	R\$ 6
1	Fita LED	R\$ 65	R\$ 32
1	Protoboard de 830 Furos	R\$ 19	R\$ 12
1	Lâmpada Bastão 20W	R\$ 70	R\$ 34
2	Fonte 5V/2A	R\$ 22	R\$ 12
2	Botão	R\$ 2	R\$ 1
2	Módulo Relé	R\$ 22	R\$ 10
4	LED's	R\$ 4	R\$ 2
5	Resistores 220 Ω	R\$ 2	R\$ 1
50	Jumpers	R\$ 15	R\$ 6
	Preço Total:	762	372

Tabela 2. Comparação e Valores dos Componentes do Projeto**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Para execução do projeto foram utilizados os sensores e atuadores demonstrados na Figura 19, juntamente com os microcontroladores NodeMCU ESP32 e Arduino MEGA 2560 integrados via protocolo MQTT (Broker Mosquitto) ao aplicativo autoral Audomótic criado por meio da plataforma Node-Red. A funcionalidade do sistema é evidenciada na Figura abaixo:

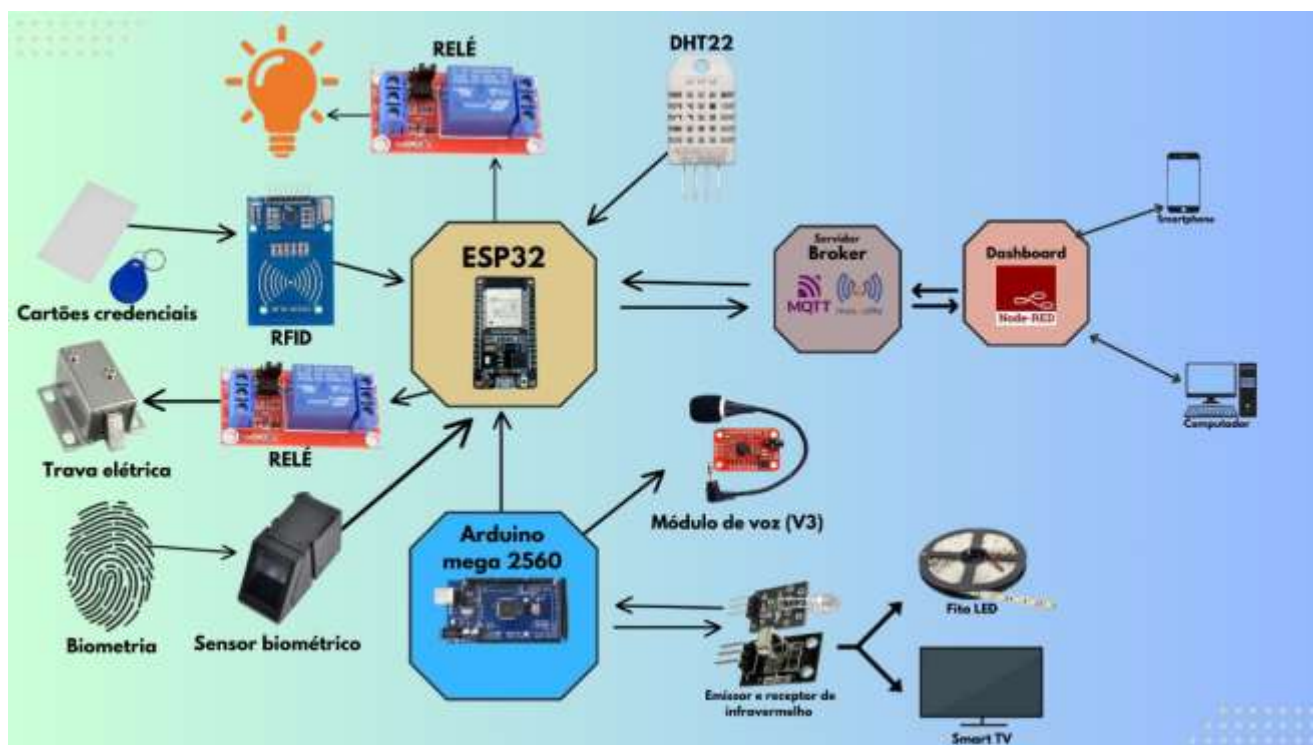


Figura 19. Funcionamento Geral do Sistema

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Para melhor visualização das conexões do sistema, a Figura 20 trás um esquemático elaborado no software Fritzing com as devidas ligações realizadas.

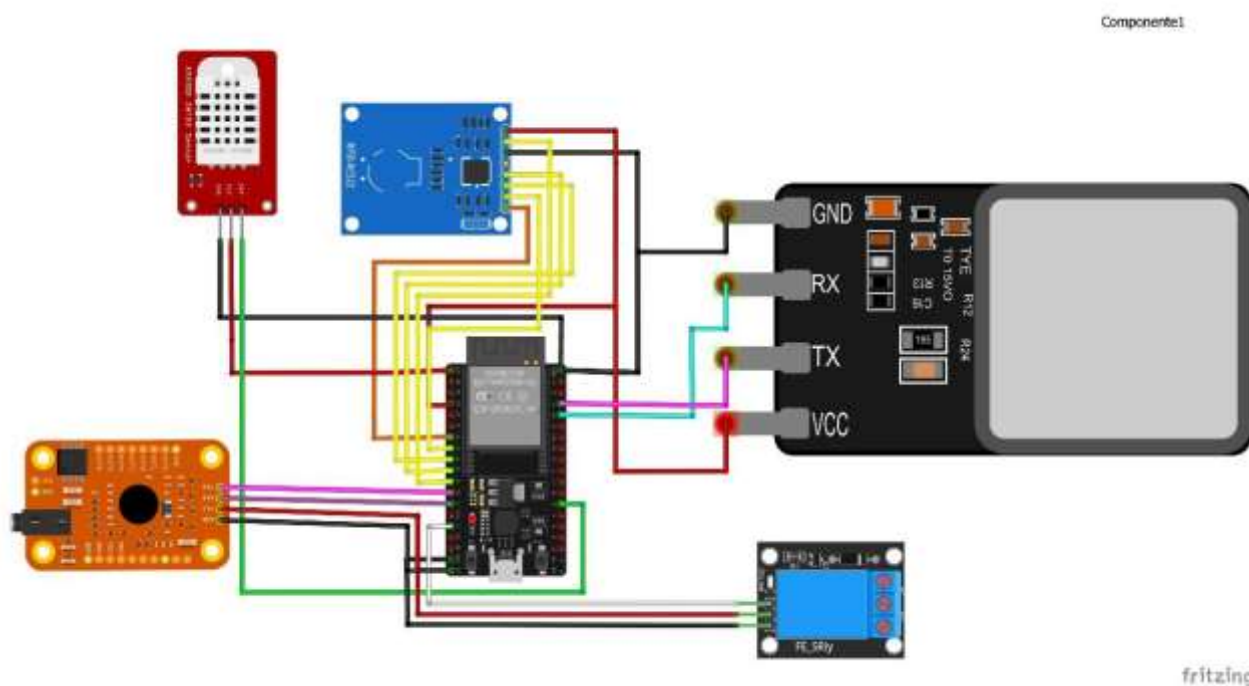


Figura 20. Esquemáticação do Sistema com ESP32

Fonte: Autoria Própria, 2023.

A priori, o objetivo inicial era ter a controlabilidade total do sistema por meio do ESP32. Após a montagem notou-se que isso não era possível em virtude da falta de portas lógicas disponíveis, sendo implementado um microcontrolador auxiliar (Arduino MEGA 2560) posteriormente para conexão do comando de voz.

5. RESULTADOS

Inicialmente foi objetivada as configurações necessárias para criação do servidor Broker a fim de se utilizar o protocolo MQTT para comunicação entre o ESP32 e o Node-Red. Para tanto, foi utilizado o software Eclipse Mosquitto, disponibilizado pela Cedalo. Após a instalação e configuração do mesmo, foi possível a criação do servidor Broker MQTT, evidenciada na Figura 21 por meio da aba Serviços no Gerenciador de Tarefas do Windows.

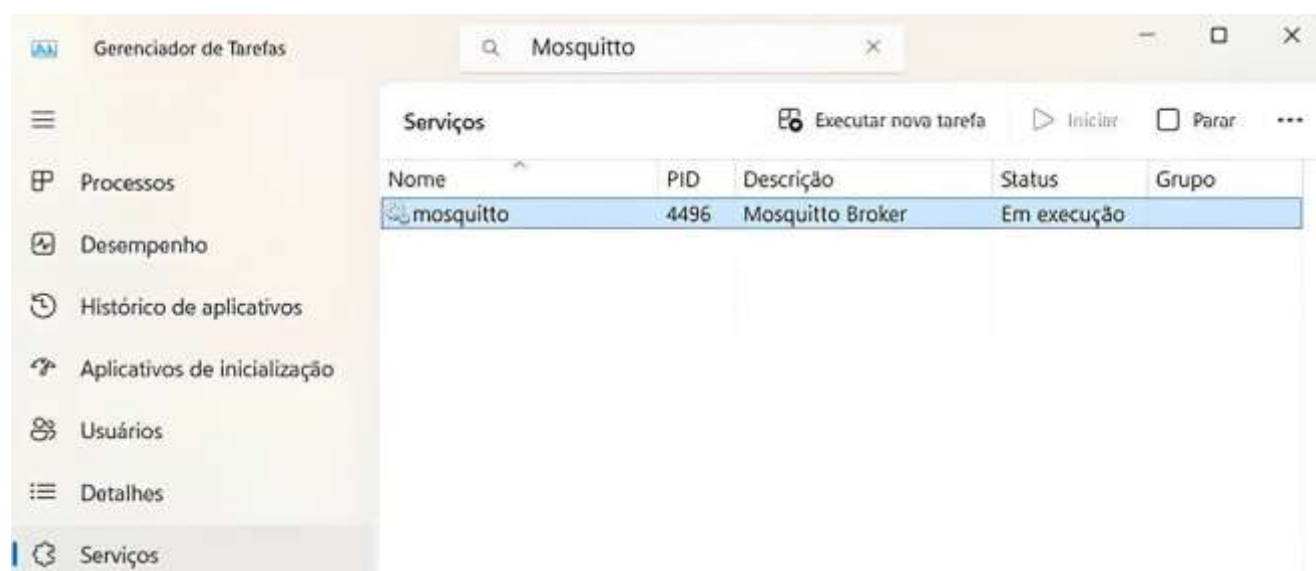
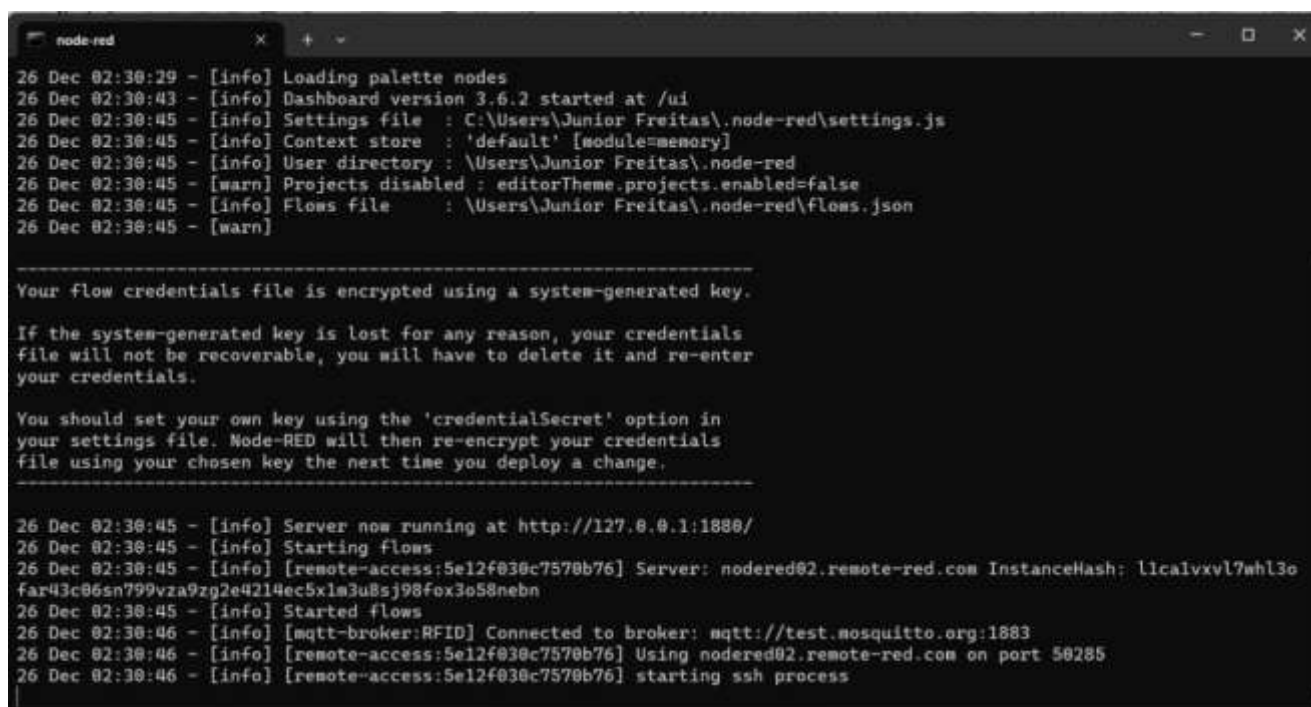


Figura 21. Broker MQTT

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Em seguida, foi possível conectar a placa ESP32 e a interface Node-Red ao servidor MQTT, por meio do domínio "test.mosquitto.org". Para tanto, foi utilizada na IDE Arduino os devidos códigos de conexão Wi-Fi com a rede local, e posteriormente, a conexão com o Server MQTT. Da mesma forma, por meio do prompt de comando, foi possível visualizar a conexão realizada com a interface Node-Red e o Broker MQTT. Ambas as conexões estão representadas nas Figuras 22 e 23:



```
node-red
26 Dec 02:30:29 - [info] Loading palette nodes
26 Dec 02:30:43 - [info] Dashboard version 3.6.2 started at /ui
26 Dec 02:30:45 - [info] Settings file : C:\Users\Junior Freitas\.node-red\settings.js
26 Dec 02:30:45 - [info] Context store : 'default' [module=memory]
26 Dec 02:30:45 - [info] User directory : \Users\Junior Freitas\.node-red
26 Dec 02:30:45 - [warn] Projects disabled : editorTheme.projects.enabled=false
26 Dec 02:30:45 - [info] Flows file : \Users\Junior Freitas\.node-red\flows.json
26 Dec 02:30:45 - [warn]

-----
Your flow credentials file is encrypted using a system-generated key.

If the system-generated key is lost for any reason, your credentials
file will not be recoverable, you will have to delete it and re-enter
your credentials.

You should set your own key using the 'credentialSecret' option in
your settings file. Node-RED will then re-encrypt your credentials
file using your chosen key the next time you deploy a change.
-----

26 Dec 02:30:45 - [info] Server now running at http://127.0.0.1:1880/
26 Dec 02:30:45 - [info] Starting flows
26 Dec 02:30:45 - [info] [remote-access:5e12f030c7570b76] Server: nodered02.remote-red.com InstanceHash: 1lcalvxl7whl3o
far43c06sn799vza9zg2e42l4ec5xlm3u8sj98fox3o58nebn
26 Dec 02:30:45 - [info] Started flows
26 Dec 02:30:46 - [info] [mqtt-broker:RFID] Connected to broker: mqtt://test.mosquitto.org:1883
26 Dec 02:30:46 - [info] [remote-access:5e12f030c7570b76] Using nodered02.remote-red.com on port 50285
26 Dec 02:30:46 - [info] [remote-access:5e12f030c7570b76] starting ssh process
```

Figura 22. Conexão do Node-Red com o Servidor Broker.

Fonte: Autoria Própria, 2023.



Figura 23. Conexão ESP32 com o Wi-Fi e Serv. Broker.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

No que tange à construção gráfica do aplicativo foi elaborada uma tela para autenticação dos usuários com Login e Senha para acesso ao sistema. Nela, encontramos visualmente a autenticação ou invalidez dos dados colocados, bem como uma visão inicial da modernização estética trazida pelo aplicativo, como podemos visualizar na figura 24:

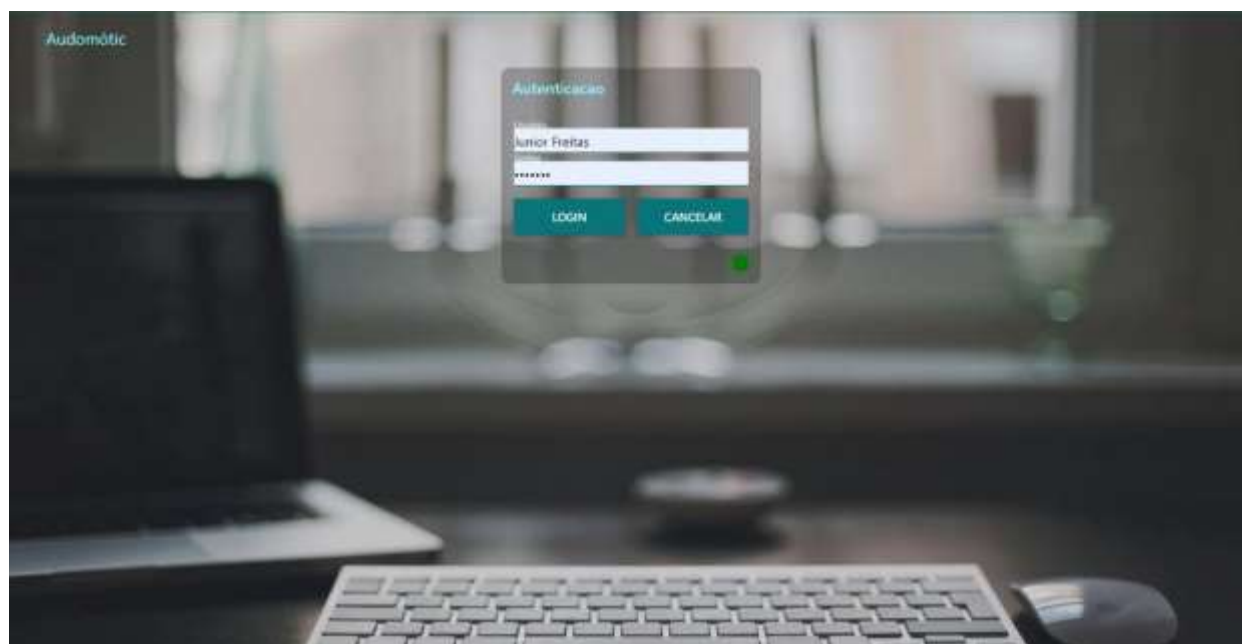


Figura 24. Tela Inicial do Aplicativo Audomótic.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Após a autenticação o usuário terá a sua disposição uma tela de controle integradas ao funcionamento de todo o sistema, constando uma interface de acionamento, desligamento e monitoramento dos componentes, como disposto na Figura 25. Em primeira análise convém frisar a interface de Comando, capaz de acionar e desativar a lâmpada, o LED e a trava elétrica, tendo esta última sido implementada visando preventivamente a entrada à residência por meio do seu acionamento pelo aplicativo em caso de interferências que possam vir a ocorrer com as identificações de segurança (Identificação biométrica ou RFID). Em seguida temos o monitoramento da temperatura ambiente, na qual serão disponibilizadas não só informações digitais de temperatura e umidade, como também referências gráficas em tempo real para análise dos usuários. Posteriormente temos a interface de Controle, capaz de disponibilizar as informações do que está sendo acionado ou desligado no sistema. Por fim, na interface de Notificações teremos as informações de cadastramento ou remoção de cartões credenciais por radiofrequência, liberação de entrada para residência por biometria ou RFID, bem como identificação do nome do usuário logado no aplicativo do sistema.



Figura 25. Tela Principal do Aplicativo Audomótic.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Com a finalidade de obter a fiel comunicação entre os dispositivos do sistema, o NodeMCU ESP32 e a interface de programação Node-Red, foi elaborado um fluxograma dos blocos de programação dispostos de forma organizada e fácil entendimento, visualizável pela Figura 26. Nele foi possível elaborar tanto a lógica sistemática em texto extruturado como também as modificações gráficas de designer necessárias, as quais trouxeram ao aplicativo uma visualização moderna, sofisticada e tecnológica.

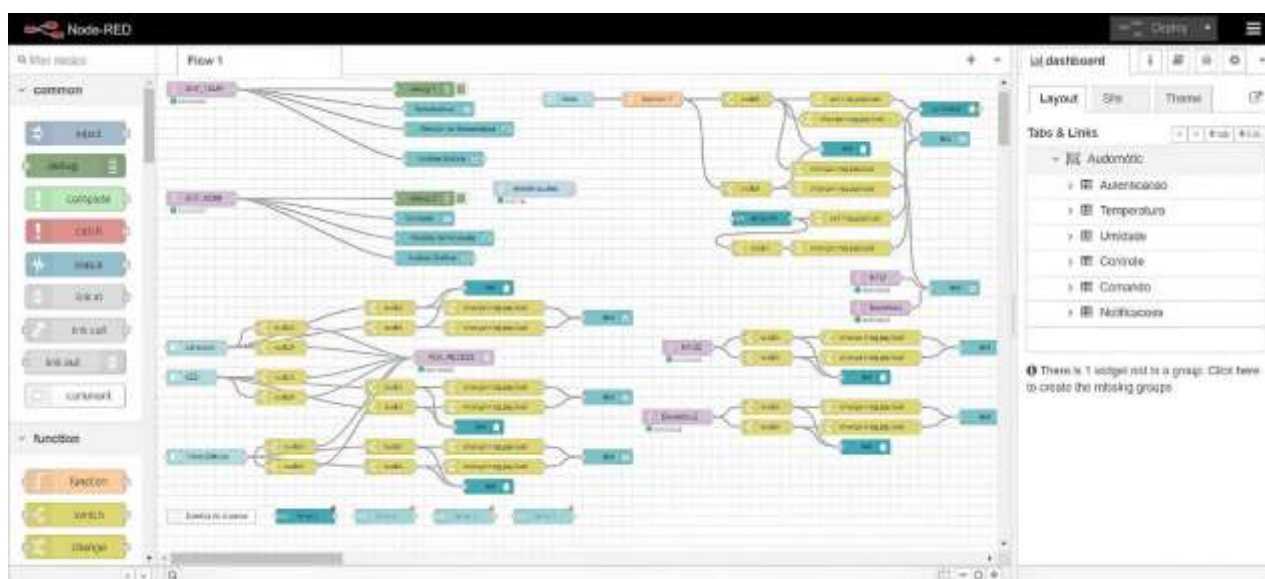


Figura 26. Fluxograma Node-Red do Aplicativo Audomótic.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

A fim de se elaborar um sistema de controle de iluminação e funcionamento da TV Smart por meio de comando de voz foi projetado um circuito, disposto na Figura 27, para captação dos códigos do controle remoto da fita Led e da Televisão, além do acionamento do relé para a acender a lâmpada. Após a devida captação dos códigos, foi testada a emissão de sinais infravermelhos por meio do módulo emissor KY-005, obtendo êxito por meio do recebimento e execução das funções solicitadas por parte do LED e da TV Smart. Por fim, os comandos de voz foram gravados e alocados aos códigos desejados, fazendo com que cada comando obtivesse as funções almejadas. O mesmo ocorreu com o acionamento da lâmpada, bastando que o comando de voz enviasse os sinais de "HIGH" ou "LOW" para o relé.

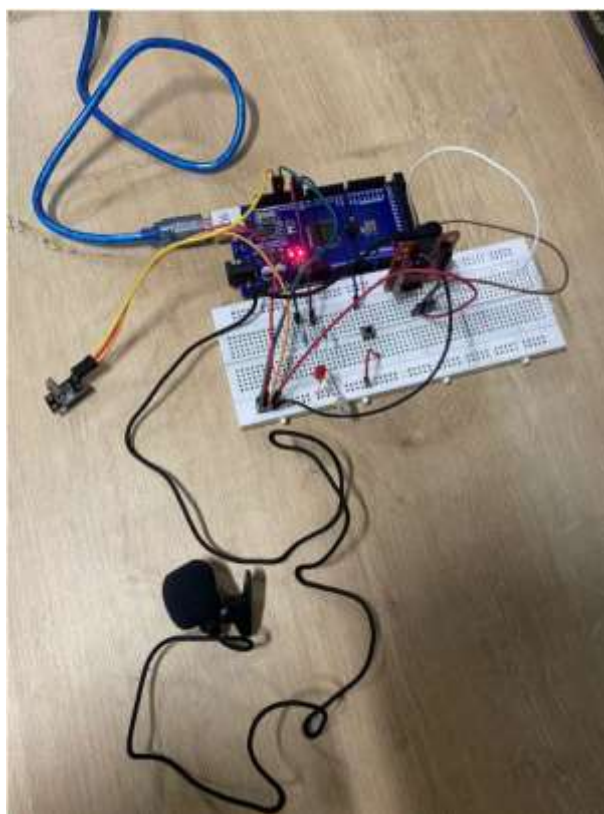


Figura 27. Circuito de Comando de Voz.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Destarte, montou-se o sistema no laboratório LIA, partindo primariamente do sistema de iluminação, objetivando o acionamento da lâmpada com as conexões necessárias para sua controlabilidade. Para tanto, foi utilizado um módulo relé de 1 canal 5v/10A com borne KRE e optoacoplador a fim de se obter uma fiel compatibilidade com a comunicação e controlabilidade por meio do NodeMCU ESP32. Com a fiel implementação dos comandos "Ascender" e "Apagar" e a plena comunicação com o relé e com o aplicativo por meio da interface Node-Red foi possível acionar a lâmpada por meio do comando

de voz bem como notificar e acendê-la manualmente pelo próprio aplicativo, como ilustrada na Figura 28, o que comprovou efetivamente a eficiente manipulação do sistema por meio do comando de voz e a interação com a interface do aplicativo desenvolvido.

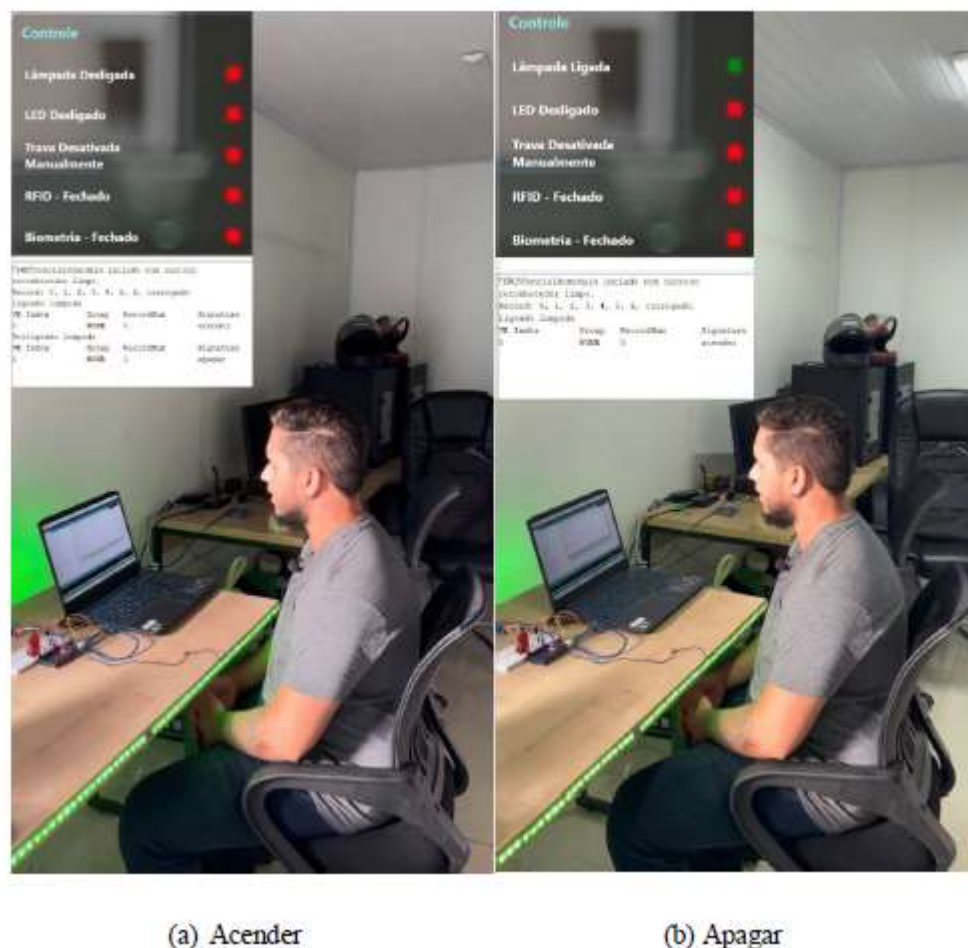


Figura 28. Controle da Lâmpada.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Objetivando o acionamento do filamento de LED por meio do comando de voz foi implementado um sistema de envio e recebimento de sinais infravermelhos por meio do módulo emissor KY-005. Através dos comandos de voz previamente cadastrados e da lógica inserida na IDE Arduino foi plenamente possível a captação e clonagem dos códigos do controle remoto do filamento de LED, os quais foram imprescindíveis para serem enviados ao receptor do próprio filamento e assim executar o comando desejado, evidenciado na Figura 29.

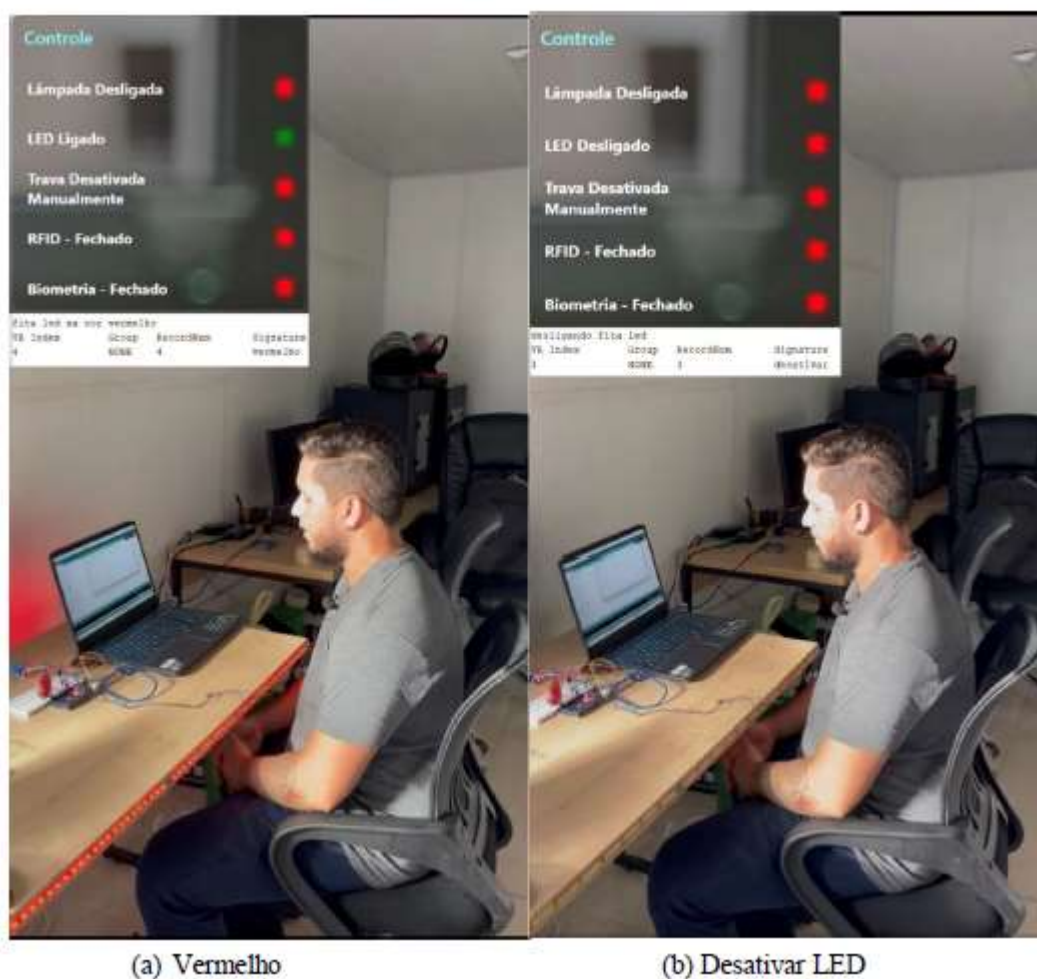


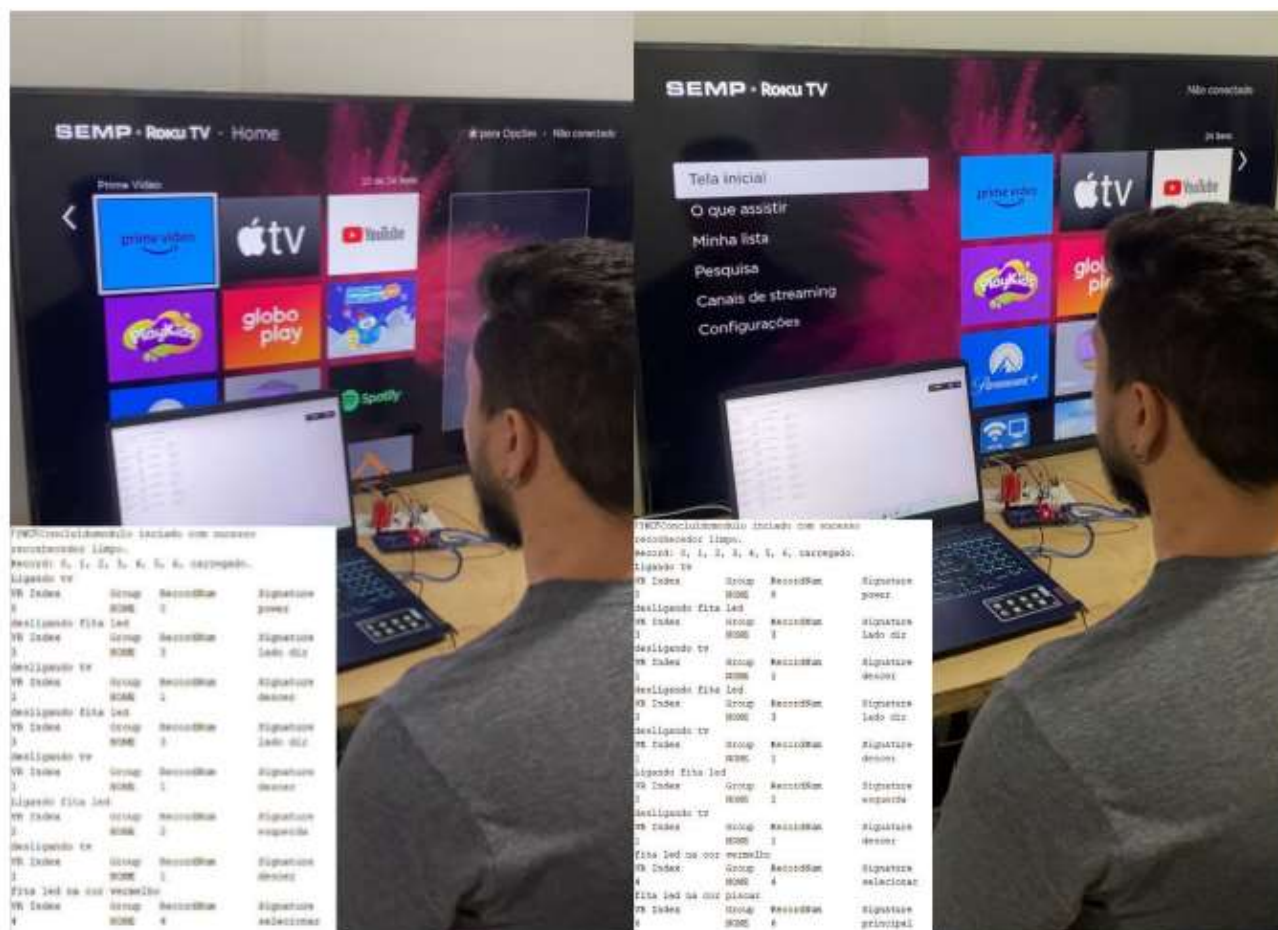
Figura 29. Controle da fita LED.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Visando a comodidade dos usuários, foi implementado também o acionamento do filamento de LED por meio da interface Comando do próprio aplicativo desenvolvido, através de um módulo relé ligado ao circuito integrado, trazendo praticidade e versatilidade aos usuários. Foram adicionados os comandos "Ativar LED", "Desativar LED", "Vermelho", "Verde" e "Piscar". Na Figura acima estão dispostos os comandos "Vermelho" e "Desativar LED" para melhor visualização do funcionamento do sistema.

A controlabilidade da Smart TV por meio do comando de voz segue a mesma sistemática de captação e clonagem do controle remoto e emissão de infravermelho por meio do módulo KY-005. Ao se falar os comandos de voz predefinidos, o sensor de reconhecimento de voz identifica tais comandos e informa ao microcontrolador; este, por sua vez, ordena a emissão por infravermelho do código desejado, a fim de que seja inicializada a tarefa solicitada pelo usuário. Foram incorporados os comandos "Power", "Lado Direito", "Esquerda", "Descer", "Selecionar", "Principal" e "Netflix". O pleno

funcionamento do sistema supracitado está representado na Figura 30 a seguir, onde observa-se a manipulação do cursor até selecionar o aplicativo "Prime Vídeo" e posteriormente retornando para a tela principal com o comando "Principal":



(a) Selecionar

(b) Principal

Figura 30. Controle da Smart TV.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

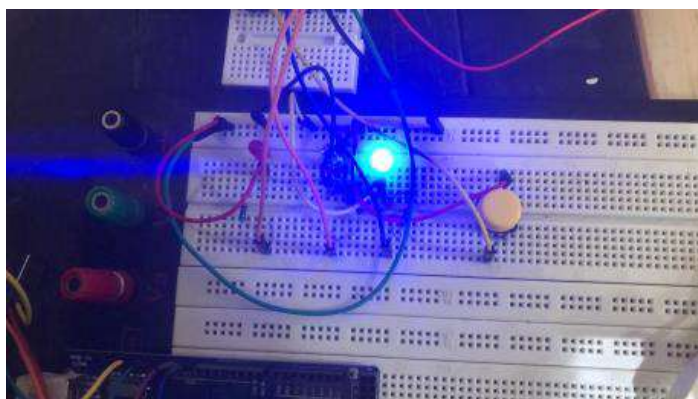
No que tange ao monitoramento de temperatura e umidade por meio do sensor DHT22 foram captados os dados disponibilizados pelo sensor e interpretados pela interface de programação Node-Red, a qual, por sua vez, traz consigo a possibilidade de disponibilizar os dados não só de forma numérica, mas de forma gráfica, trazendo uma gama de informações úteis para o usuário, tendo um gráfico Gauge, capaz de demonstrar a temperatura atual em tempo real por meio de um medidor, bem como um gráfico do tipo Chart, esboçando a variação de temperatura e umidade com o passar do tempo durante todo o tempo em que foram captadas, como pode-se observar na Figura 31:



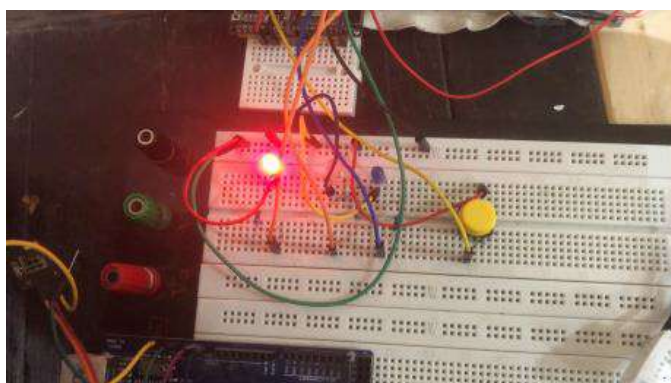
Figura 31. Monitoramento de Temperatura e Umidade.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

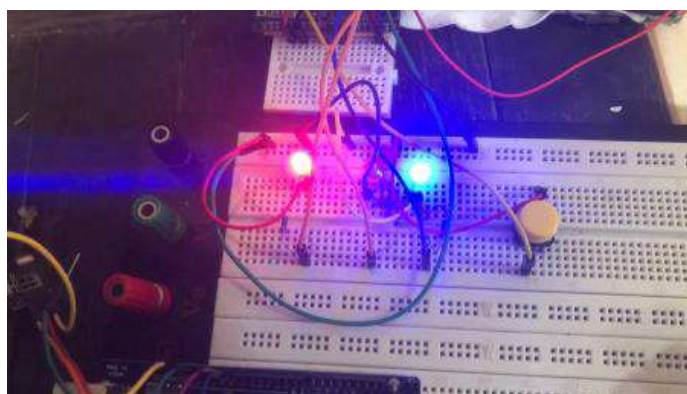
Partindo para o sistema de segurança residencial, a montagem foi integralmente realizada na residência do autor, partindo inicialmente pela instalação do credenciamento por radiofrequência (RFID) e por biometria (sensor biométrico). Para tal finalidade, foi necessária a manutenção dos anteparos entre a porta e a fechadura, a fim de embutir os cabamentos do RFID e do sensor biométrico de forma organizada e conectá-los ao microcontrolador juntamente com a trava elétrica. Com as devidas implementações, foi fielmente possível realizar a autenticação dos usuários tanto por biometria quanto por cartões de credenciamento RFID. Observa-se na Figura 32 em a) Acesso Liberado, b) Acesso Negado e c) Cadastramento:



(a) Acesso Liberado



(b) Acesso Negado

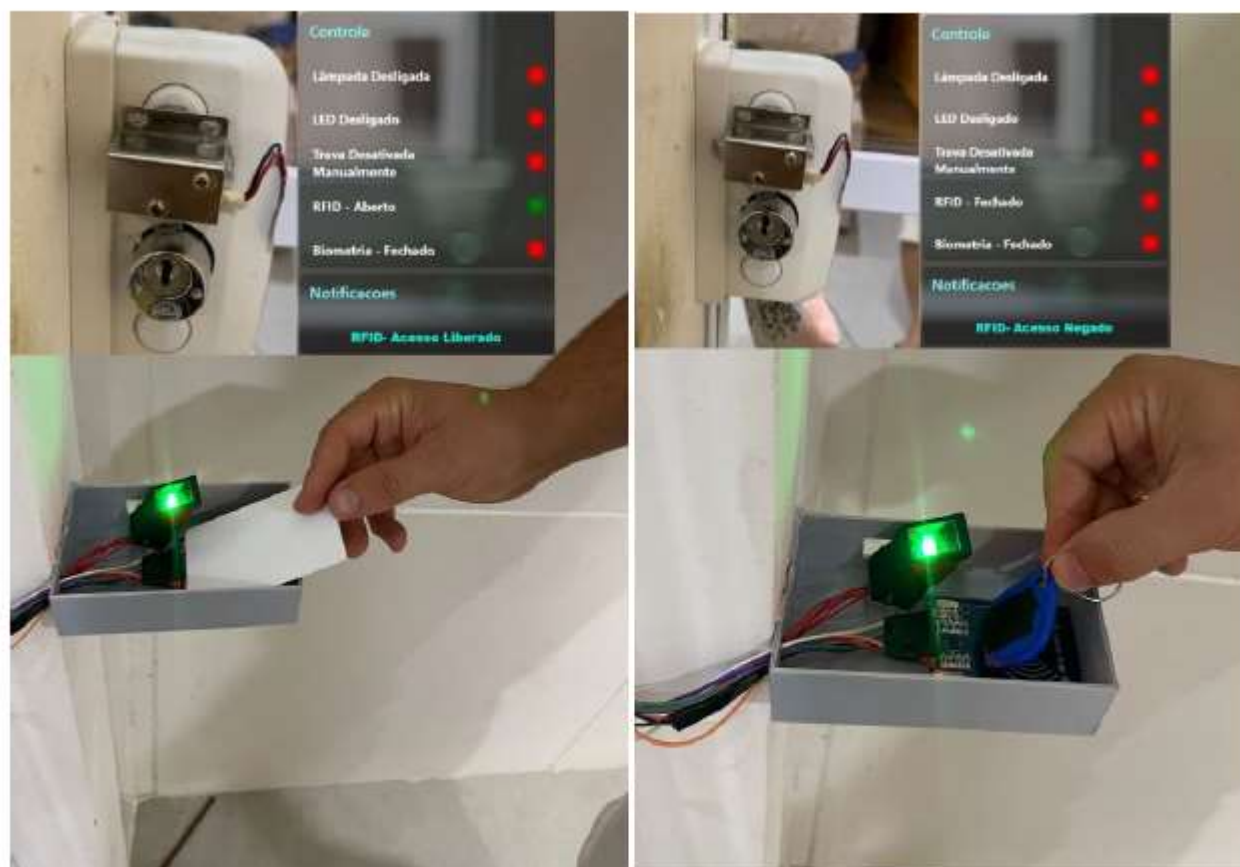


(c) Cadastramento

Figura 32. Controle de Segurança.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

A Figura 33 retrata duas situações interessantes: a validação do usuário (a), acionando a trava elétrica para que permita sua entrada e notificando a sua liberação por meio da interface Notificações do aplicativo Audomotic; a invalidação do usuário (b), impossibilitando sua liberação e passagem.



(a) Usuário Autenticado

(b) Usuário Inválido

Figura 33. Controle por RFID.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Por meio da Figura 34 pode-se observar o cadastramento e remoção de cartões RFID por meio do cartão mestre. Ao ser reconhecido, o sistema entra em modo de programação para adição ou remoção dos cartões, possibilitando assim as devidas configurações de cadastramento desejadas pelos usuários. Todas as modificações realizadas são prontamente notificadas ao aplicativo audomótic, permitindo aos usuários que mantenham o controle do credenciamento residencial.

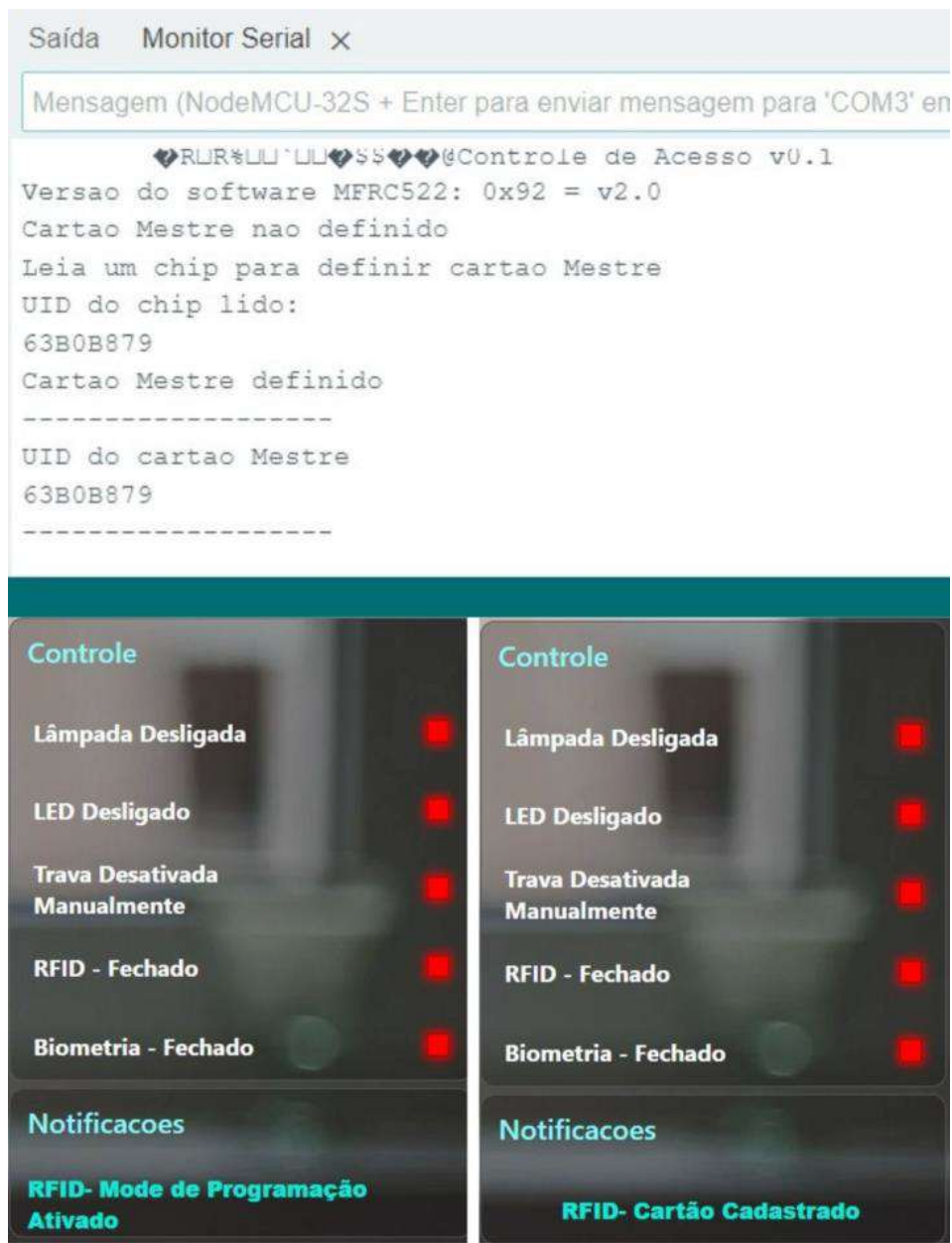
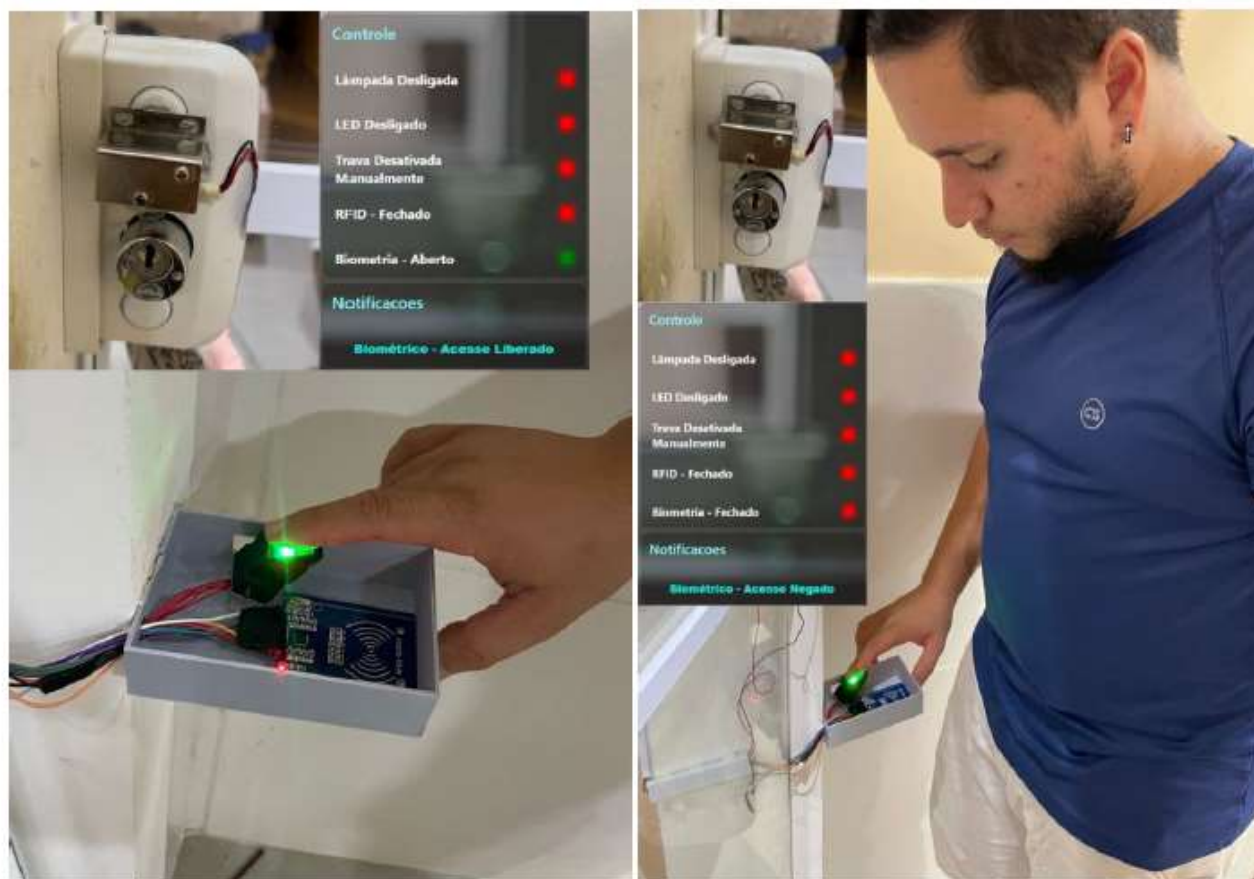


Figura 34. Cadastramento - Cartão Mestre.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

O mesmo ocorre na validação biométrica, com a devida liberação da trava elétrica e notificação do aplicativo. Para além disso, o sistema notifica também a inclusão e remoção de novas biometrias cadastradas ao pressionarmos o botão amarelo no circuito da Figura 32, entrando em modo de programação. Por meio da Figura 35 pode-se observar a autenticação das biometrias, informados no próprio aplicativo Audomótic.



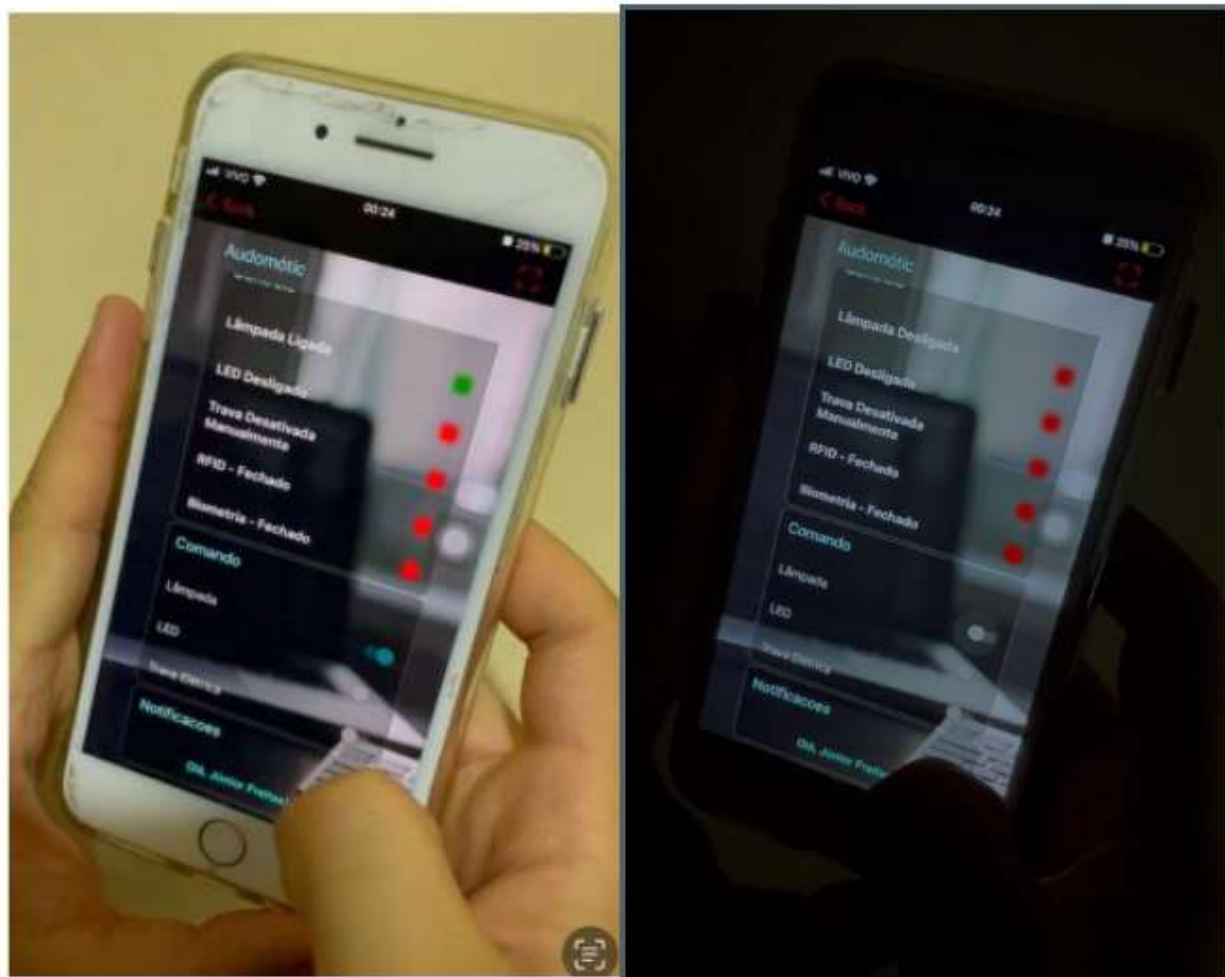
(a) Usuário Autenticado

(b) Usuário Inválido

Figura 35. Controle por Biometria.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Por fim, o aplicativo audimótico proporciona também o acionamento e desligamento da lâmpada, da fita LED e da trava elétrica digitalmente. A lâmpada e a trava elétrica são acionadas por meio do módulo relé, ao passo que a fita LED recebe comandos de infravermelho ordenados do ESP32 para o Arduino MEGA 2560 por conexão de suas portas lógicas. A Figura 36 traz consigo o acionamento e desligamento da lâmpada através do aplicativo audomótico por meio de um aparelho celular:



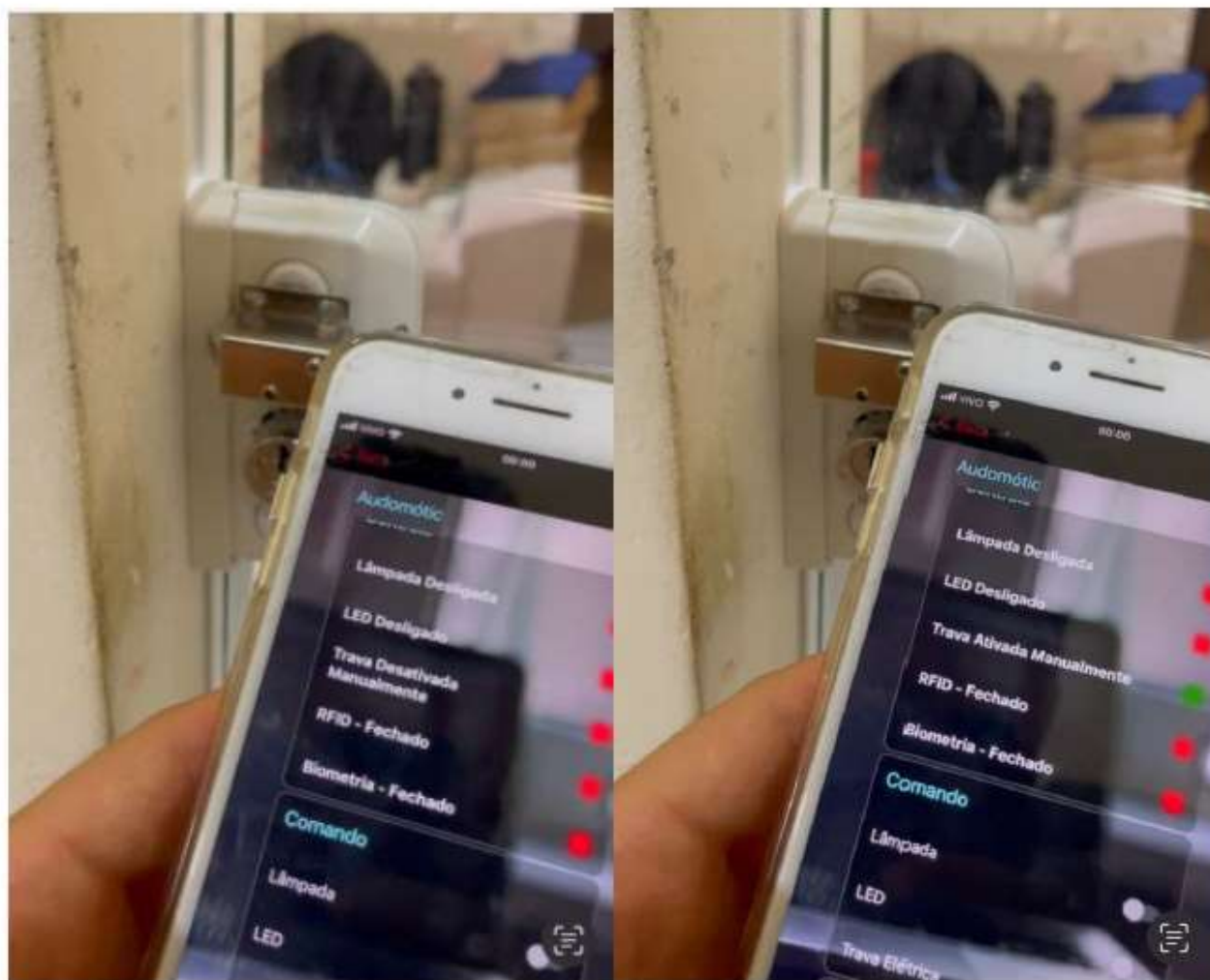
(a) Lâmpada Ligada

(b) Lâmpada Desligada

Figura 36. Controle de Iluminação.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

Mediante a análise da Figura 37 é possível observar o acionamento e desligamento da trava elétrica remotamente por meio do aplicativo audomotic em um aparelho telefônico:



(a) Trava Acionada

(b) Trava Desativada

Figura 36. Controle da Trava Elétrica.

Fonte: Autoria Própria, 2024.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após todas as avaliações e testes foi possível constatar a eficiência do sistema integrando todos os sensores e atuadores ao microcontrolador, bem como estabelecer comunicação com o aplicativo *audomótic* por meio do servidor broker via protocolo MQTT. O software criado evidenciou-se como uma solução eficaz para administrar e monitorar os dispositivos, proporcionando uma interface intuitiva e de fácil utilização. Isso permite que o usuário gerencie os dispositivos de forma direta por meio do aplicativo, controlando o sistema de maneira conveniente.

Além disso, os testes realizados forneceram resultados satisfatórios, validando a precisão e eficácia das funcionalidades incorporadas. Os sensores, como o DHT22, RFID e biométrico, bem como os

atuadores, como a trava elétrica e emissor de infravermelho, executaram suas funções de maneira adequada, transmitindo informações precisas para o aplicativo. Isso possibilitou uma tomada de decisão mais precisa por parte dos usuários, assegurando a segurança, o conforto e o controle efetivo do ambiente residencial.

Em termos gerais, o sistema revelou-se ser uma solução abrangente e eficaz para o controle inteligente de automação residencial, proporcionando uma experiência interativa e funcional aos usuários. A integração entre o microcontrolador, o aplicativo e os dispositivos conectados possibilitaram o gerenciamento remoto e vocal dos ambientes e a visualização em tempo real do comportamento do sistema. Dessa forma, foi criado um ambiente mais seguro, confortável e eficiente, tornando-se uma opção viável para aplicações semelhantes em residências reais.

REFERÊNCIAS

- (1) Alencar, D.S.d. (2019). Implementação de um protótipo de automação residencial voltado para segurança. Disponível em: https://bdm.ufpa.br:8443/bitstream/prefix/2325/1/TCC_ImplementacaoPrototipoAutomacao.pdf.
- (2) Almeida, L.d.O. (2022). Controle de ambiente por voz usando serviços em nuvem e microcontrolador de baixo custo. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/7370b389-6947-425e-80d9-54f024ec08cf/content>.
- (3) Amazon (2014). Amazon alexa. Disponível em: [https:// alexa.amazon.com/](https://alexa.amazon.com/).
- (4) Apple (2010). Controle de tarefas por comando de voz: Apple siri. Disponível em: <https://www.apple.com/br/siri/>.
- (5) Barbante, C.C. (2018). Domótica assistiva: Pesquisa de potencial de uso em ambientes residenciais. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia/article/view/232>.
- (6) Boeng, Leonardo Vinícius Correia e Borba, V.F. (2019). Automação residencial de baixo custo. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4161/1/TCC2%20Leonardo%20e%20Vitor%20assinado.pdf>.
- (7) Bolzani, C.A.M. (2004). Residências inteligentes. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-12082010-112005/publico/Tese_Caio_Augustus_Morais_Bolzani.pdf.
- (8) Carvalho, M.S.R.M. (2006). A trajetória da internet no brasil: Do surgimento das redes de computadores à instituição dos mecanismos de governança. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/1430748034.pdf>.
- (9) Cordeiro, G., Baggio, C., and Fran,ca, L.A. (2019). Comportamento do consumidor de imóveis em 2040. Disponível em: https://somosciade.com.br/wp-content/uploads/2022/05/Estudo_de_mercado_imobliA%C2%A1rio_2040-2.pdf.
- (10) Costa, A.A.A.d. (2020). Desenvolvimento de sistema de automação residencial utilizando microcontrolador. Disponível em: <http://200.0.114.122/bitstream/35974/369/1/Anderson%20Alex%20Alves%20da%20Costa.pdf>.
- (11) Figueiredo, R.E.F. (2019). Desenvolvimento de um sistema de controlo e monitorização residencial através de tecnologias associadas à internet das coisas. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/64941>.
- (12) Finder (2018). O mercado brasileiro de automação residencial. Disponível em: <https://www.findernet.com/pt/brasil/news/mercado-brasileiro-de-automacao-residencial/>.
- (13) Jawad, Ali, Z.M.H. (2023). Improved end-to-end service assurance and mathematical modeling of message queuing telemetry transport protocol based massively deployed fully functional devices in smart cities. Disponível em: <https://www.sciencedirect>.

com/science/article/pii/S1110016823002879/pdf?md5=a56fee1fa024edc977f6b8288616cd87&pid=1-s2.0-S1110016823002879-main.pdf.

(14) Leite, A.L.F. (2023). Iluminação e automação residencial: análises e aplicações em busca de conforto lumínico. Disponível em: https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/5865/6/MONOGRAFIA_Ilumina%C3%A7%C3%A3oAutoma%C3%A7%C3%A3oResidencial.pdf.

(15) Lim, W.M., Kumar, S., Verma, S., and Chaturvedi, R. (2022). Alexa, o que sabemos sobre comércio conversacional? insights de uma revisão sistemática da literatura. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/mar.21654>.

(16) McRoberts, M. (2018). Arduino básico. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=kfZyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=Arduino&ots=1RB0s5HQJP&sig=-aKgliPMEWmd18DiaYkTmHu7UkQ#v=onepage&q=Arduino&f=false>.

(17) Microsoft (2016). Google assistant. Disponível em: <https://assistant.google.com/>.

(18) Moura, G.G. (2022). Protótipo de automação residencial para tecnologia assistiva utilizando reconhecimento de voz e controle através de aplicativo móvel. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/24002/Gianluppi_Moura_Guilherme_da_2022_TCC.pdf?sequence=1.

(19) Ortiz, L.H.O. (2018). Sistema de automação residencial com Ênfase em segurança e economia energética. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/1094/1/Sistema%20de%20automacao%20residencial%20com%20enfase%20em%20seguranca%20e%20economia%20energetica.pdf>.

(20) Rocha, W.S. and Anhesine, M.W. (2020). Automação industrial por comando de voz. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/808/460>.

(21) Shima., W.T. (2007). O desmonte do sistema setorial de inovação em telecomunicações no brasil e o surgimento de um novo arranjo institucional. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/eptic/article/view/233>.

(22) Sicari, S. (2018). Smart transport and logistics: A node-red implementation. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/itl2.88?casa_token=9BaXUev2e48AAAAA:ueaUCNjjsz-weAjbXykb7gP5etyHm44sLYM_pXw6gPfUOG9ZWIlzWdGPCYdtKVkrtWr4PkWpkauFCHnk.

(23) Siemens (2022). Siemens innovation forum 2022: como acelerar a transformação digital das indústrias e das infraestruturas. Disponível em: <https://l1nq.com/oimEd>.

(24) Silva, D.S. and Nascimento, J.M.A. (2003). Automação industrial. Disponível em:

https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_4.pdf.

(25) Silveira, L. and Lima, W.Q. (2003). Um breve histórico conceitual da automação industrial e redes para automação industrial. Disponível em: https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf.

- (26) Silveira, Paulo Rogério e Santos, W.E. (2009). Automação e controle discreto. Disponível em: <https://webapp.utfpr.edu.br/bibservices/minhaBiblioteca>.
- (27) Teza, V.R. (2002). Alguns aspectos sobre a automação residencial: domótica. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/83015/212312.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (28) VOICEBOT (2020). Voice platform impact rating. Disponível em: <https://encr.pw/cXiZD>.

DESENVOLVENDO UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADO EM COMANDOS DE VOZ, IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA E BIOMETRIA

 conhecimentolivre.org/home
 contato@conhecimentolivre.org
 [editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)

José Adilson de Freitas Júnior
Diego Lopes Coriolano
Fábio Wendell da Graça Nunes
Bruno Santos Nascimento
Thiago de Santana Souza
Denilson Pereira Gonçalves
Ivanildo Santos Nascimento