

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

VÍCTOR FELIPE FERRARI

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NO CONTEXTO DA INTERNET DAS COISAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ERECHIM - RS
2022**

VÍCTOR FELIPE FERRARI

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NO CONTEXTO DA INTERNET DAS COISAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Luciano Baratieri

**ERECHIM - RS
2022**

VÍCTOR FELIPE FERRARI

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NO CONTEXTO DA INTERNET DAS COISAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim.

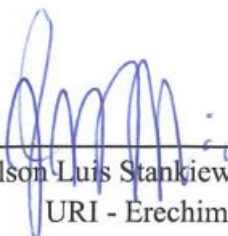
Erechim, 07 de dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA



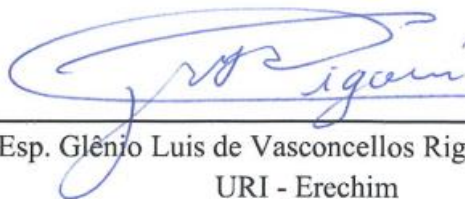
Prof. Dr. Cássio Luciano Baratieri (Orientador)

URI – Erechim



Prof. Me. Adilson Luis Stankiewicz (Examinador)

URI - Erechim



Prof. Esp. Glênio Luis de Vasconcellos Rigoni (Examinador)

URI - Erechim

RESUMO

A automação residencial está cada vez mais presente na sociedade, proporcionando possibilidades ao desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e aplicações. Levando isso em consideração, este trabalho apresenta o estudo e desenvolvimento de um projeto de automação residencial no contexto da Internet das Coisas. O projeto visa o controle e monitoramento de luminárias de uma residência, bem como a análise dos níveis de gases do ambiente por meio de aplicativo desenvolvido para celular. O sistema conta com um microcontrolador ESP32 como componente principal do sistema, tendo a comunicação com o aplicativo utilizando a rede interna da residência, por intermédio do *Wi-Fi*. A lógica da programação do dispositivo foi desenvolvida em linguagem de programação C. Por fim, são apresentados os resultados de simulações e de testes em bancada experimental que validam os procedimentos metodológicos e proporcionam a base tecnológica ao seguimento do trabalho. Além disso, através desta proposta é possível fazer o controle e monitoramento de ambientes de forma remota sem a necessidade de se deslocar até o interruptor, bem como verificar os níveis de gás do ambiente, aumentando o conforto e a segurança dos usuários.

Palavras-chave: Automação residencial, Internet das Coisas, Monitoramento de luminárias, Análise dos níveis de gases.

ABSTRACT

Home automation is increasingly present in society, providing possibilities for the development of new technologies, products and applications. Taking this into consideration, this work presents the study and development of a residential automation project in the context of the Internet of Things. The project aims to control and monitor the luminaries in a residence, as well as to analyse the gas levels in the environment through an application developed for cell phones. The system has an ESP32 microcontroller as the main component of the system, and the communication with the application uses the internal network of the residence, through Wi-Fi. The programming logic of the device was developed in C programming language. Finally, the results of simulations and tests on experimental benches that validate the methodological procedures and provide the technological basis for the continuation of the work are presented. Furthermore, through this proposal it is possible to control and monitor environments remotely without the need to go to the switch, as well as check the levels of gas in the environment, increasing the comfort and safety of users.

Keywords: Home automation, Internet of Things, Monitoring of luminaries, Analysis of gas levels.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a toda a minha família, principalmente ao meu pai Adilson, minha mãe Macleine e minha irmã Isadora, que são meus maiores exemplos a seguir, sendo que sem eles eu não teria conseguido chegar aonde cheguei.

Agradeço também a Emeli, minha namorada, parceira e amiga por estar ao meu lado me incentivando e acreditando no meu potencial, mesmo nos momentos mais difíceis.

Agradeço pela confiança depositada pelo Prof. Dr. Cássio Luciano Baratieri, que me acompanhou, orientou e acreditou na minha proposta de projeto, além de todos os incentivos e motivações durante o processo de desenvolvimento do trabalho.

Agradeço ainda a Marciele e o Mateus por toda ajuda que me foi dado, no fornecimento de materiais e no auxílio das montagens práticas em laboratório.

Agradeço também todos os demais professores e funcionários da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus de Erechim que se fizeram presentes nessa caminhada.

E, por fim, agradeço aos amigos que fiz durante a jornada, que sempre estiveram ao meu lado durante estes anos, me dando apoio, amizade e momentos felizes durante este período, com um agradecimento especial aos amigos Daian Bampi Gallas e Jean Carlos Dalla Rosa, que estiveram comigo desde o primeiro semestre e agora compartilham também junto comigo essa conquista.

“Eu gosto do impossível porque lá a concorrência é menor”

(Walt Disney)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sensor MQ-2.....	20
Figura 2 – Desenho do <i>case</i> do módulo sensor.	21
Figura 3 – Vistas do <i>case</i> do sensor de gás.	21
Figura 4 – Arduino UNO.....	23
Figura 5 – ESP32.....	24
Figura 6 – Raspberry Pi na esquerda e BeagleBone na direita.....	25
Figura 7 – Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04.....	25
Figura 8 – Sensor de Corrente Não Invasivo 20A SCT-013.	26
Figura 9 – Sensor de Temperatura LM35DZ.	26
Figura 10 – Sensor de Luminosidade LDR.	27
Figura 11 – Planta baixa da residência.	29
Figura 12 – <i>Pinout</i> ESP32.	30
Figura 13 – <i>Pinout</i> Sensor MQ-2.	31
Figura 14 – Módulo Relé de 8 canais.	32
Figura 15 – Mini Fonte 5V - Entrada 85 a 265VAC.....	32
Figura 16 – Interruptor paralelo.....	33
Figura 17 – Funcionamento de interruptores em paralelo.	33
Figura 18 – Esquema de ligação do interruptor paralelo com o relé.....	34
Figura 19 – Case do sensor de gás e fumaça.	35
Figura 20 – Suporte para a placa de circuito impresso.....	36
Figura 21 – Suporte para a mini fonte.	36
Figura 22 – Fluxograma aplicativo.....	37
Figura 23 – Aplicativo – Telas 1 e 2.	38
Figura 24 – Aplicativo – Telas 3 e 4.	39
Figura 25 – Diagrama da PCB do módulo relé.	40
Figura 26 – Diagrama da PCB do sensor de gás.	40
Figura 27 – Componentes do módulo relé distribuídos na PCB.	41
Figura 28 – Componentes do sensor de gás distribuídos na PCB.	41
Figura 29 – Visão 3D de como os componentes do módulo relé são dispostos na placa.....	42
Figura 30 – Visão 3D de como os componentes do sensor de gás e fumaça estão dispostos na placa.....	42
Figura 31 – <i>Hard reset</i> necessário.....	44

Figura 32 – ESP32 conectado à rede.	45
Figura 33 – Comandos recebidos via aplicativo.	45
Figura 34 – Montagem completa desligada.	46
Figura 35 – Montagem completa ligada.	46
Figura 36 – Sensor de gás conectado ao ESP32.	47
Figura 37 – Leitura do sensor.	48
Figura 38 – Teste dos componentes integrados ao app desenvolvido.	49
Figura 39 – Placa do acionamento de lâmpada sendo confeccionada pela fresadora.	50
Figura 40 – Parte de baixo da PCB do módulo relé.	50
Figura 41 – Parte de baixo da PCB do sensor de gás.	51
Figura 42 – Modelo simplificado do projeto do módulo relé.	51
Figura 43 – Condulete com componentes.	52
Figura 44 – Posicionamento do condulete para acionamento da lâmpada.	52
Figura 45 – Posicionamento do condulete para o sensor de gás e fumaça.	53
Figura 46 – Preparativos para programar.	59
Figura 47 – Página preferências.	60
Figura 48 – Acesso ao gerenciador de placas.	60
Figura 49 – Pesquisa da biblioteca do ESP32.	61
Figura 50 – Seleção da placa correta.	61
Figura 51 – Seleção da porta COM correta.	62
Figura 52 – Carregar o programa.	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações Arduino UNO.....	23
Tabela 2 – Especificações ESP32.....	24
Tabela 3 – Valores dos equipamentos.	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
DC	<i>Decline Current</i>
EEPROM	<i>Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory</i>
EN	<i>Enable</i>
EPC	<i>Electronic Product Code</i>
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HDMI	<i>High-Definition Multimedia Interface</i>
IDC	<i>International Data Corporation</i>
IEEE	<i>Institute of Electric and Electronic Engineers</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
LDR	<i>Light Dependent Resistor</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
M2M	<i>Machine-to-Machine</i>
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NC	<i>Normally Close</i>
NO	<i>Normally Open</i>
P2P	<i>Point-to-Point</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
POM	Poli-oxi-metileno
Ppm	<i>Parts Per Million</i>
PWM	<i>Pulse-Width Modulation</i>
RAM	<i>Random Acces Memory</i>
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
ROM	<i>Read-Only Memory</i>
SMD	<i>Surface Mounted Device</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Objetivos	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Automação	15
2.1.1	Automação Residencial	15
2.1.2	História da Automação	16
2.2	Aplicações da Automação Residencial	17
2.3	Projeto da Residência.....	18
2.3.1	<i>Softwares</i> para projetos	18
2.3.2	Pontos Controlados	19
2.3.3	Projeto da Carcaça do Sensor de Gás e Fumaça	20
2.4	Componentes da Automação Residencial	21
2.4.1	<i>Smart Devices</i>	22
2.4.2	Assistentes Virtuais	22
2.4.3	Microcontroladores	22
2.4.4	Sensores	25
2.5	Protocolos de comunicação.....	27
2.5.1	<i>Ethernet</i>	27
2.5.2	<i>Bluetooth</i>	27
2.5.3	<i>Wi-Fi</i>	28
2.5.4	<i>Zigbee</i>	28
3	METODOLOGIA.....	29
3.1	Dimensões da Residência	29
3.1.1	Projeto e Planta Baixa.....	29
3.2	Especificação dos Componentes.....	30
3.2.1	ESP32	30
3.2.2	Sensor de Gás e Fumaça	31
3.2.3	Módulo Relé	31
3.2.4	Fonte	32
3.2.5	Interruptor Paralelo	33
3.3	Instrumentação e Medidas	34
3.4	Sistema embarcado	35
3.5	Projeto dos Produtos.....	35
3.6	Orçamento do projeto.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
4.1	Simulação do ESP32	44
4.2	Simulação do sensor de gás e fumaça	47
4.3	Simulação em bancada.....	49
4.4	Confecção da PCB.....	49
4.5	Produto na prática	51
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
5.1	Perspectivas futuras	54
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – COMO CONFIGURAR O ESP32 NO ARDUINO IDE	59
	APÊNDICE B – LÓGICA DA PROGRAMAÇÃO DO ESP32 DAS LUMINÁRIAS	63
	APÊNDICE C – LÓGICA DA PROGRAMAÇÃO DO ESP DO SENSOR DE GÁS E FUMAÇA	64

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Logicalis, uma empresa especializada em serviços de tecnologia, entre 2018 e 2021, o número de empresas que estão em fase de testes de tecnologias relacionadas a *Internet of Things* (IoT), cresceu 15% na América Hispânica e 25% no Brasil, sendo que 57% das empresas estão em processo de implementação da IoT. (PACETE, 2022).

A automação residencial está crescendo significativamente, ganhando muito espaço no mercado. Um estudo realizado pelo IDC Brasil (*International Data Corporation*), uma empresa especializada em análise e previsões do setor da tecnologia, apontou que o mercado de automação residencial teve um crescimento de 21% no ano de 2021, movimentando aproximadamente 291 milhões de dólares. (IDC, 2022).

Sobre o futuro da automação residencial, o mercado está com previsão para crescer de US\$ 72,30 bilhões estimados em 2021 para US\$ 163,24 bilhões em 2028. Uma pesquisa desenvolvida pela *Fortune Business Insights* prevê que a taxa de crescimento anual composta será de 12,3% no período que compreende os anos de 2021 a 2028, com uma participação dominante da América do Norte de 42,8%. (NEW VOICE, 2022).

A programação do sistema de automação é composta pelo microcontrolador ESP32, que é utilizado como dispositivo principal, tendo integrado junto ao sistema, relés para acionamento de lâmpadas, bem como um sensor de gás e fumaça para ser instalado na cozinha da residência, além de outros componentes para complementar o desenvolvimento do circuito eletrônico.

A automação foi feita em uma residência de 6 cômodos, com aproximadamente 100 m², a qual já possui toda a rede elétrica já instalada, necessitando ser adaptada para atender o propósito do trabalho.

Levando em consideração o grande aumento no número de residências automatizadas e pessoas querendo cada vez mais comodidade para o dia a dia, insere-se o propósito deste trabalho, a automação residencial no contexto da IoT.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema para automatizar uma residência no contexto de casa inteligente.

A fim de atender o objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Definir as especificações dos componentes;
- Levantar orçamento e verificar viabilidade econômica do projeto;

- Definir o melhor método para automatizar uma residência com rede elétrica e lógica já instalada;
- Desenvolver a interface da automação de proteção contra incêndio e iluminação;
- Executar testes computacionais/experimentais para validação de resultados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta diferentes conceitos e aplicações de automação, com foco na automação residencial, expondo tópicos sobre sensores e tecnologias.

2.1 Automação

Automação e suas palavras correlatas possuem diversas definições na língua portuguesa. Por exemplo, de acordo com o dicionário Aurélio (2010, p.80), a palavra Automação pode ser definida por “Sistema automático pelo qual os mecanismos controlam seu próprio funcionamento, quase sem a interferência do homem.”.

Já para o dicionário Michaelis online (AUTOMATIZAÇÃO, 2017), automatização pode ser definida por “Sistema constituído por dispositivos mecânicos ou eletrônicos, utilizado em fábricas e estabelecimentos comerciais, em telecomunicações, em instituições hospitalares e bancárias etc., destinado à operacionalização e controle dos processos de produção, que dispensa a intervenção direta do homem.”.

O dicionário Dicio (AUTOMAÇÃO, 2017) complementa informando que significa o “Funcionamento de uma máquina ou grupo de máquinas que, sob o controle de um programa único, permite efetuar, sem intervenção humana, uma série de operações contábeis, estatísticas ou industriais.”.

Em geral, todas as fontes convergem para uma definição baseada em mecanismos físicos automáticos, que dispensam a intervenção humana à realização efetiva de alguma tarefa.

2.1.1 Automação Residencial

A automação residencial também pode ser chamada de domótica. O termo Domótica vem da união das palavras *domus* (que significa casa em latim) e *tica* (de automática, uma palavra grega que significa "que funciona por si só"). (MARTÍN, 2010).

Segundo Teza (2002), a automatização pode ser caracterizada por qualquer tipo de processo que auxilie de alguma maneira o ser humano para realizar tarefas e atividades rotineiras, sejam elas comerciais, industriais, domésticas ou no campo.

Teza (2002) ainda citou diferentes aplicações da utilização da automação nas áreas apresentadas acima, sendo:

- **Indústrias** - Automação Industrial – utilizada no controle de máquinas em operação, com o objetivo de melhorar os resultados e garantir uma produtividade elevada na indústria.
- **Comércio** - Automação Comercial - utilizada no controle e gerenciamento operacional de estoques além de auxiliar na parte financeira. Ainda é importante destacar a otimização de procedimentos diários por meio de códigos de barras, magnéticos ou por ondas de rádio.
- **Predial** - Automação Predial – utilizada no controle de itens de uso comum a todos os moradores de um edifício residencial ou comercial, como por exemplo: elevadores, iluminação, áreas de convívio e lazer, entre outros.
- **Doméstica** - Automação Residencial – utilizada no controle e gerenciamento de afazeres domésticos, fornecendo maior segurança e comodidade na residência, como controle de luminárias, tomadas e demais dispositivos.

2.1.2 História da Automação

A automação não é um termo recente. Desde meados de 1900 já existiam registros de equipamentos que podem ser considerados itens de automação. Em 1898 Nikola Tesla desenvolveu o primeiro controle remoto, que tinha o objetivo de operar um barco de brinquedo. A partir de um dispositivo portátil, Tesla descobriu uma forma de usar ondas de rádio para enviar instruções para o barco (SOMFY, 2018).

Em 1900 tiveram origem os primeiros equipamentos domésticos com tecnologia mais avançada para a época, como por exemplo refrigeradores, secadoras de roupa, máquinas de lavar, ferros de passar, torradeiras e demais itens. Apesar de não serem itens que comparamos com as *smart things* de hoje no quesito tecnologia, foi um passo de extrema importância para dar início ao princípio de automação residencial (POSITIVO, 2020).

Já por volta de 1930 existiam feiras que mostravam como poderiam ser as casas com automação no futuro. A *World's Fair* é um exemplo de feira que mostrava como as pessoas sonhavam com as casas no futuro, além de introduzir o conceito de aparelhos domésticos e automatizados (MY ALARM CENTER, 2019). A *World's Fair* era uma grande exposição com diferentes tipos de equipamentos industriais, científicos e culturais.

Além desses aspectos citados, não podemos esquecer de mencionar a IoT. A IoT pode ser citada como uma revolução tecnológica na computação e nas comunicações, além de se

tratar de uma conexão de dispositivos inteligentes, onde tudo está interligado e conectado. (SANTIAGO et al., 2019).

Rose et al. (2015) citam que o termo IoT foi primeiramente utilizado em 1999 por Kevin Ashton para descrever um sistema em que diferentes aparelhos possuem a capacidade de serem ligados à *internet* por meio de sensores. Ashton usou o termo para indicar o poder da conexão de chips de identificação por radiofrequência (RFID) utilizados em cadeias de fornecimento de empresas para a *internet*, com o objetivo de contabilizar e rastrear produtos sem a necessidade de intervenção humana direta.

Já para Chen (2012), IoT é um sistema que está em constante evolução, assim como foi a *internet* há décadas atrás. No futuro, centenas de milhares de milhões de dispositivos inteligentes irão interagir entre si sem intervenção direta dos humanos, numa base M2M (*Machine-to-machine* ou Máquina-para-Máquina). Esse sistema gerará uma enorme quantidade de dados em uma escala gigantesca, fornecendo ao ser humano informações e controle de eventos e objetos, mesmo em ambientes remotos.

Mukhopadhyay e Suryadevara (2014) completam o tema abordando que embora o termo "*Internet das Coisas*" tenha sido proposto por Kevin Ashton em 1999, IoT é um conceito originalmente criado e introduzido pelo *MIT Auto-ID Center* e ligado ao RFID e ao código eletrônico do produto (EPC). A IoT significa "todos os equipamentos físicos se comunicando entre si".

2.2 Aplicações da Automação Residencial

A Automação Residencial, por ser uma área bem ampla, pode ser dividida em classes. As principais classes que serão citadas nesse trabalho são segurança, conforto, economia, acessibilidade e entretenimento.

A segurança é o primeiro tópico abordado nas aplicações, visto que é uma das principais responsáveis pelo crescimento da automação residencial, pois as pessoas cada vez mais estão preocupadas em proteger seu patrimônio. Pode-se chamar de segurança patrimonial aquela que engloba totalmente o sistema de vigilância bem como os seus recursos. Com a utilização do sistema de segurança é possível acionar alarmes em uma possível invasão, verificar possíveis vazamentos de gases, monitorar remotamente câmeras de segurança, além de controlar o acesso de pessoas ao ambiente por meio de leitura biométrica nas portas. (SILVA, 2009).

Como segundo ponto a ser destacado na domótica, há o conforto. Sabe-se que a automação residencial deve auxiliar nas atividades rotineiras, proporcionando um conforto

pelo fato de que algumas tarefas do dia a dia podem ser programadas para serem realizadas em determinados horários, sem a necessidade de uma intervenção humana direta. (SILVA, 2009). O conforto é um tópico associado ao controle de cortinas e persianas elétricas, ajuste de temperatura do ambiente visando um clima agradável para cada ocasião, controle do sistema de irrigação, acionamento de luminárias bem como o controle gradual da intensidade da luz. (ROVERI, 2012).

O terceiro pilar da automação pode ser representado pela parte econômica, onde por meio da domótica é possível controlar em tempo real as informações de consumo e verificar a respeito de possíveis itens que estão consumindo energia em excesso, visando uma possível racionalização desses itens e, conseqüentemente, uma redução de custos e maior economia doméstica. (SILVA, 2009).

Outro tópico que é importante ser destacado é a acessibilidade. Muitos idosos e/ou pessoas com deficiência moram sozinhos em seus lares e possuem dificuldades para realizar certas tarefas doméstica. Logo, a parte de acessibilidade chega para auxiliar por meio de sistemas controlados por comandados por voz, interruptores por toque e sensores que informam os responsáveis em caso de algum vazamento de gás, por exemplo. (SILVA, 2009).

Além dos itens citados acima, ainda podemos levar em consideração a integração de diversos tipos de dispositivos eletrônicos interligados, o que traz uma satisfação aos usuários, o entretenimento, como por exemplo *home theater*, áudio distribuído e monitores interligados. O entretenimento é um dos itens mais procurados hoje no mercado, visto que as pessoas querem chegar em casa e ter seu tempo de lazer com diversas opções distintas. Um serviço que está em alta são os assistentes virtuais, que respondem perguntas, fazem pesquisas e ainda possuem jogos para serem jogados por meio de comando de voz, resultando em um momento de descontração divertido para o usuário. (SILVA, 2009).

2.3 Projeto da Residência

Para uma melhor compreensão sobre o assunto, são apresentadas na sequência algumas etapas do projeto da residência.

2.3.1 Softwares para projetos

Os *softwares* de desenho CAD (*Computer Aided Design* ou Desenho Assistido por Computador), têm muitas aplicações em engenharia. São considerados a parte principal para projetos nos ramos de arquitetura, construção civil e engenharia. O *software* AutoCAD da

empresa Autodesk é considerado o melhor para projetos mecânicos devido ao fato de possuir interfaces em duas dimensões (2D) e três dimensões (3D), visando a compreensão clara e objetiva do material a ser produzido. (SOUZA & SOARES, 2015).

Amaral e Filho (2010) complementam citando que CAD é um método computacional muito utilizado na concepção de projetos de engenharia, arquitetura, entre outras áreas. Este método consiste em um *software* direcionado à estruturação do desenho técnico, reunindo diferentes ferramentas destinadas aos mais diversos fins.

O AutoCAD é um *software* de CAD que é usado para desenhos 2D e 3D, projetos e modelagem com sólidos, superfícies, objetos de malha, entre outras aplicações. O AutoCAD permite que os usuários criem, editem e anotem desenhos de uma forma simples e prática, o que o torna um dos principais *softwares* usados por diferentes tipos de profissionais. (AUTODESK, 2022).

Além do AutoCAD, ainda pode-se citar o SolidWorks, o CATIA e ainda o Pro/ENGINEER, que são *softwares* desenvolvidos com o foco em modelagem de produtos em CAD 3D. Ainda é possível a utilização destes como *softwares* CAE (*Computed Aided Engineering* ou Engenharia Assistida por Computador) que funcionam como uma ferramenta de auxílio para o desenvolvimento de simulações nos projetos de engenharia. (AMARAL & FILHO 2010).

2.3.2 Pontos Controlados

Neto (2009) citou a importância das áreas de conforto, economia, comunicação, controle de luminárias e acessibilidade, tendo como foco principal de seu trabalho a parte de economia de energia elétrica.

Ele comprovou, por meio de estudo simulado, que o investimento em um sistema interno de automação residencial traria um retorno do valor investido em aproximadamente 33 meses, levando em consideração a utilização de certos equipamentos em horários onde a tarifa de energia é reduzida, bem como um controle e redução de potência das luminárias.

Pureza (2017), por sua vez, teve como foco principal em seu trabalho a parte de acessibilidade. Ela utilizou dispositivos de alertas visuais com o objetivo de transmitir informações para crianças surdas por meio da automação residencial.

Ela utilizou um ESP8266-07, juntamente com um regulador de tensão, uma bateria e uma tela OLED para desenvolver uma pulseira que vibra ao receber alertas e mostra ícones no visor, representando diferentes situações que estão ocorrendo no momento, além de também funcionar como um relógio.

França e Campos (2019) complementam o foco em acessibilidade, tornando como foco do trabalho apresentado a automação residencial aplicada para idosos e pessoas com necessidades especiais. Foi proposto por eles um sistema interligando várias áreas além de diferentes dispositivos, como: interruptor inteligente, tomada inteligente, fechadura biométrica, câmera de segurança, controle de persianas, além de um painel para controle desses dispositivos.

Já Tófoli (2014) desenvolveu a maquete de uma residência onde, utilizando um Arduino, interligou diferentes dispositivos. Os itens automatizados foram sensores de presença interligados a *buzzers*, portão eletrônico, ar condicionado e iluminação em diferentes cômodos da residência, o que tornou o trabalho com foco na parte de conforto e segurança.

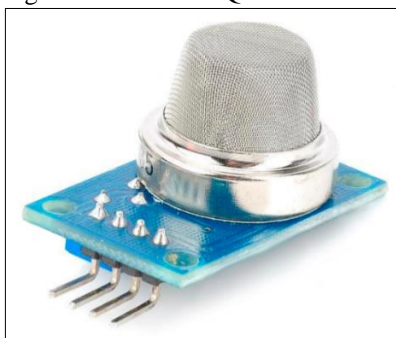
2.3.3 Projeto da Carcaça do Sensor de Gás e Fumaça

O sensor de gás MQ-2 é um dispositivo responsável por detectar tanto gases inflamáveis (GLP (gás liquefeito de petróleo), gás natural, metano, propano, butano, hidrogênio, álcool e outros inflamáveis) como também fumaça no ar, e transmitir sinais ao microcontrolador conectado a ele. (OLIVEIRA e LIMA, 2022).

O Sensor de Gás MQ-2 é capaz de detectar diferentes concentrações de gases no ambiente, entre eles: GLP, butano, propano, metano, hidrogênio, álcool, gás natural, além de também detectar fumaça. Possui diversos sensores em diferentes pontos, distribuídos dessa maneira para que seja possível saber onde é o foco da fumaça ou gás, alertando a respeito de vazamento de gás ou da existência de fumaça no ambiente. (USINAINFO, 2016).

Ele é um sensor responsável pela verificação da existência de gás inflamável e/ou fumaça no local de instalação, repassando a informação coletada ao microcontrolador nele conectado. Sua alimentação é por meio de tensão DC de 5V, possuindo saídas de sinal analógico e digital. (USINAINFO, 2016).

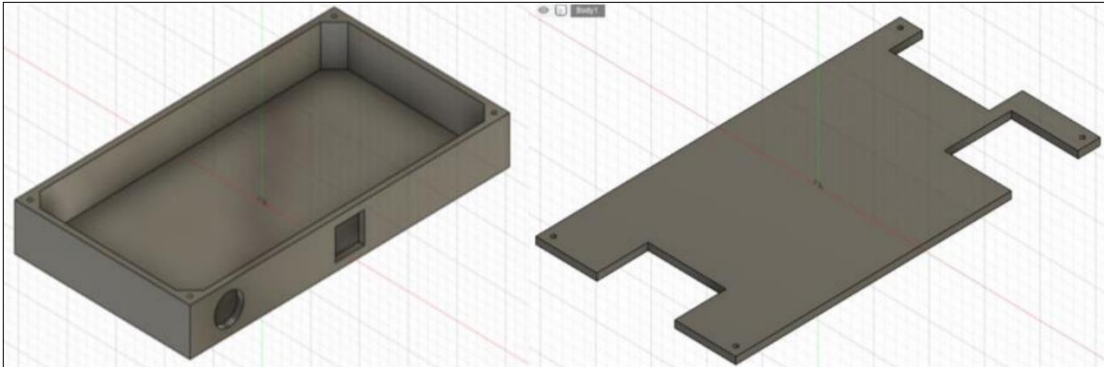
Figura 1 – Sensor MQ-2



Fonte: Filipeflop (2022).

Para Sá (2022), tornou-se viável a utilização de uma impressora 3D para a impressão do *case* utilizado na placa do circuito que integra o sensor de gás e fumaça utilizado por ela. O principal objetivo de projetar e imprimir esse *case* foi para evitar possíveis danos originados por quedas, contato humano ou até mesmo alguma possível interferência externa do ambiente em geral, conforme mostrado na Figura 2 abaixo.

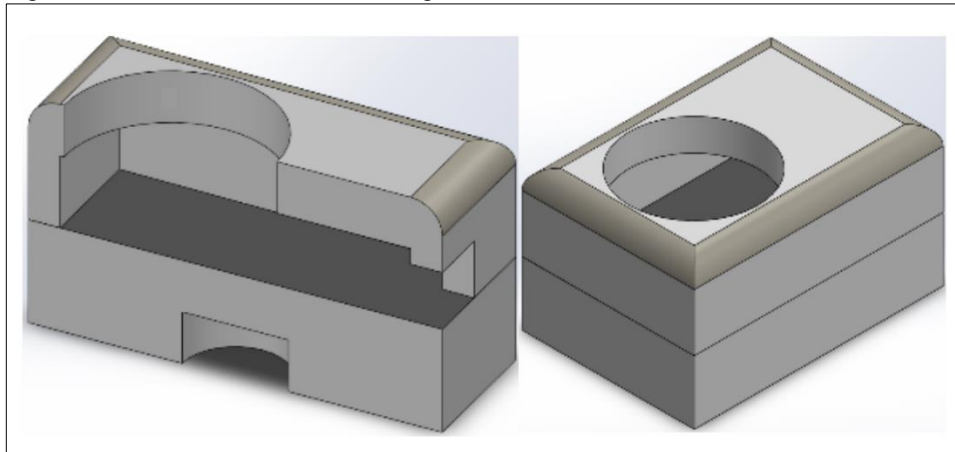
Figura 2 – Desenho do *case* do módulo sensor.



Fonte: Sá (2022).

Já Peres et al. (2021) adotaram uma dinâmica diferente. Por eles foi projetado um *case* que envolvia apenas o sensor, conforme indica a Figura 3. O invólucro teve seu projeto planejado para ser confeccionado a partir do material Poliacetal (POM), pois suporta altas temperaturas (até 170°C), possui elevada rigidez, não absorve muita umidade do ambiente, além de ser um ótimo isolante elétrico e químico.

Figura 3 – Vistas do *case* do sensor de gás.



Fonte: Peres et al. (2021).

2.4 Componentes da Automação Residencial

A automação residencial pode ser interligada por meio da IoT a diversos componentes. Este capítulo visa a apresentação superficial de alguns dispositivos frequentemente utilizados nesses tipos de projetos.

2.4.1 *Smart Devices*

Os *Smart Devices* (ou dispositivos inteligentes) são os principais objetos interligados na rede da IoT, tendo um papel essencial neste cenário. O conceito desenvolvido para definir dispositivo inteligente é baseado em três principais características, sendo o conhecimento do contexto, a autonomia e a conectividade de dispositivos. (SILVERIO-FERNÁNDEZ et al., 2018).

Por sua vez, Souza (2019) cita que as três características são a computação persuasiva, a computação móvel e a computação ubíqua. A primeira característica é o fato de embarcar alguma área, de forma a ter acesso total aos dispositivos nela presentes, tendo autonomia para tomada de decisões. (CIRILO *apud* SOUZA, 2019). A segunda característica é a computação móvel, que permite acesso em diferentes momentos por meio do celular, por exemplo. (FIGUEIREDO; NAKAMURA *apud* SOUZA, 2019). A terceira característica é a computação ubíqua, que é a convergência dos dois itens anteriores na rede, fazendo a interação dos usuários com os distintos tipos de dispositivos. (WEISER *apud* SOUZA, 2019).

2.4.2 *Assistentes Virtuais*

Assistentes virtuais inteligentes são programas de computador com o propósito de interagir de forma natural com os clientes de uma empresa. O cliente solicita suas dúvidas por meio de e-mail, SMS, rede social, chat ou voz, como se estivesse em contato com uma pessoa normalmente. Por sua vez, o assistente virtual analisa a dúvida e responde da forma mais adequada possível, por meio de texto, imagem, som ou multimídia. (ALENCAR et al., 2013).

No contexto de automação residencial, pode-se dizer que os assistentes virtuais têm a voz e o texto como principais métodos de coleta de informações. Os assistentes virtuais utilizam inteligência artificial e aprendizado de máquina para compreensão da solicitação e, a partir disso, interpretam e executam uma determinada função. Dentre os mais comuns assistentes virtuais, cita-se: Google Assistente, Siri, Cortana e Alexa. (MAUÉS, 2019).

2.4.3 *Microcontroladores*

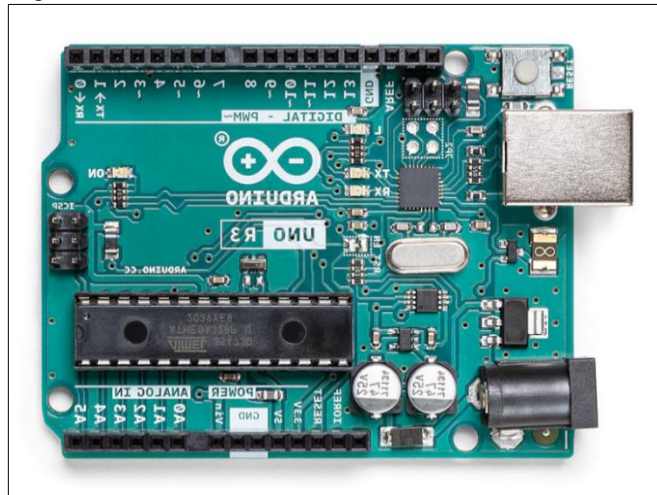
Microcontrolador pode ser definido como sendo um computador inserido em um *chip*. Além de possuir todos os recursos que já estavam presentes nos primeiros computadores domésticos, ele ainda possui um processador, um ou dois *quilobytes* de memória RAM, uns poucos *quilobytes* de memória EPROM ou de memória *flash* e ainda pinos de entrada e saída.

Esses pinos são os responsáveis por ligar o microcontrolador aos demais componentes que estão sendo utilizados. (MONK, 2017).

Um microcontrolador muito conhecido e utilizado atualmente é o Arduino. O Arduino é uma plataforma *open-source*, ou seja, de *software* livre. *Software* livre é o *software* que é distribuído com o seu código-fonte, e é liberado para o público em geral com a finalidade de estudar, adaptar/modificar e distribuir o *software*. (JUNIOR & SILVA, 2015).

O UNO é a versão mais utilizada do Arduino, por ter um microcontrolador de entrada, bons recursos e diferentes interfaces para o desenvolvimento dos mais diversos tipos de projetos. A Figura 4 mostra como é um Arduino UNO, suas portas e seu circuito. (JUNIOR & SILVA, 2015).

Figura 4 – Arduino UNO



Fonte: Arduino (2022).

As especificações técnicas do Arduino UNO são apresentadas na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Especificações Arduino UNO.

Processador	ATmega328P
Tensão de operação	5 V
Tensão de entrada	7 – 12 V
Pinos I/O	14, sendo 6 PWM
Frequência de operação	0 – 16 MHz
<i>Wi-Fi</i>	Não
<i>Bluetooth</i>	Não
Memória <i>flash</i>	32 kb
Memória RAM	2 kb
Memória ROM	1 kb

Fonte: Adaptado de Arduino (2022).

O ESP32 (Figura 5) é uma plataforma de desenvolvimento, assim como o Arduino. É um sistema prático, pois apenas conectando o cabo USB e alimentando o dispositivo é possível iniciar a etapa de programação. Pelo fato de possuir um módulo de *Bluetooth* e *Wi-Fi* já integrados na placa, se torna um dispositivo muito utilizado para o desenvolvimento de produtos IoT. (KOYANAGI, 2017).

Figura 5 – ESP32



Fonte: Koyanagi (2018).

As especificações técnicas do ESP32 são apresentadas na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Especificações ESP32.

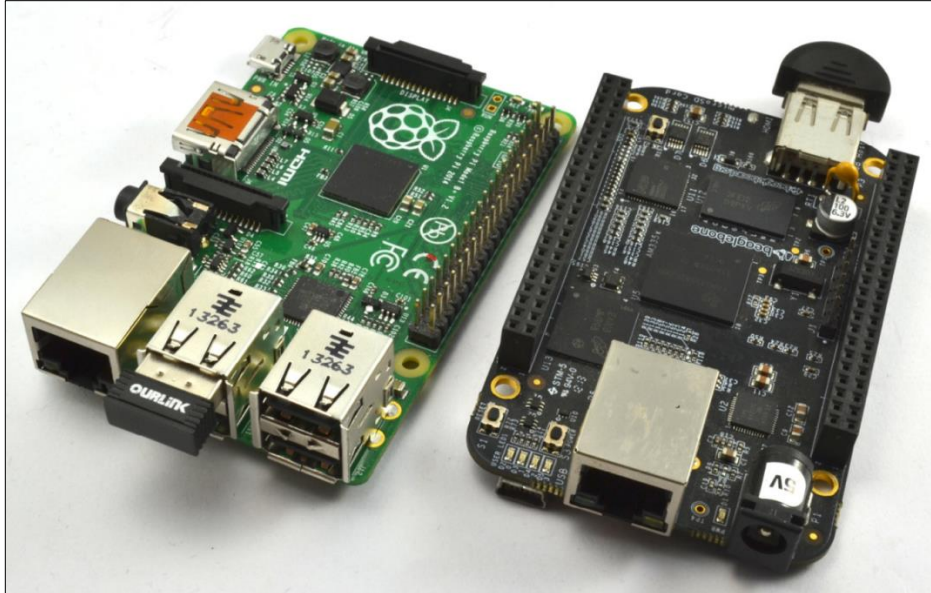
Processador	Xtensa 32-bit LX6
Tensão de operação	2,2 – 3,3 V
Tensão de entrada	5 – 9 V
Pinos I/O	34, sendo 16 PWM
Frequência de operação	80 – 240 MHz
<i>Wi-Fi</i>	Sim
<i>Bluetooth</i>	Sim
Memória <i>flash</i>	4 mb
Memória RAM	512 kb
Memória ROM	448 kb

Fonte: Adaptado de Koyanagi (2017).

O Raspberry Pi e o BeagleBone (Figura 6) são computadores em uma única placa. Possuem o tamanho aproximado de um cartão de crédito e são capazes de executar o sistema operacional Linux. Eles têm portas USB e saída de vídeo HDMI, permitindo ao usuário a

conexão de teclado, mouse e monitor e usá-los como um computador convencional. (MONK, 2018).

Figura 6 – Raspberry Pi na esquerda e BeagleBone na direita



Fonte: Monk (2018).

2.4.4 Sensores

No mercado de automação hoje existem diversos sensores. Dentre os mais utilizados pode-se citar o sensor de presença, sensor de corrente elétrica, sensor de temperatura e sensor de luminosidade.

O sensor de presença é um sensor responsável por identificar a presença de alguém ou alguma coisa, em um determinado espaço. A identificação pode ser de pessoas em uma sala ou de uma chave para abertura de portas por RFID, por exemplo. Como exemplo de sensor de presença, pode ser citado o sensor de distância ultrassônico HC-SR04, conforme mostrado na Figura 7. (JUNIOR e SILVA, 2019).

Figura 7 – Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04.



Fonte: Filipeflop (2022).

Um sensor de corrente elétrica de baixo custo sem a necessidade de interromper o circuito elétrico pode ser exemplificado pelo sensor SCT-013-020, pois ele envolve o condutor (Figura 8). A principal aplicação desse sensor é posicionar ele em um ponto estratégico de monitoramento, com o objetivo de verificar o consumo de eletricidade nesse ponto em específico. (JUNIOR e SILVA, 2019).

Figura 8 – Sensor de Corrente Não Invasivo 20A SCT-013.



Fonte: Filipeflop (2022).

Pode-se dizer que a temperatura é a principal grandeza quando tratamos de domótica. Ela permite proporcionar conforto térmico do ambiente (utilizando climatizadores) e também pode estar presente em diversos equipamentos, como chuveiros, banheiras, fornos e outros que utilizam controle de temperatura para seu fim. Como exemplo de sensor de temperatura, tem-se o LM35 (Figura 9), que é muito utilizado em diversos circuitos no ramo da domótica. (JUNIOR e SILVA, 2019).

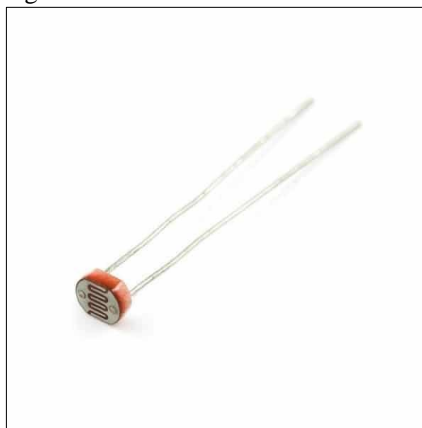
Figura 9 – Sensor de Temperatura LM35DZ.



Fonte: Filipeflop (2022).

Uma das principais aplicações na automação residencial é o controle de luminárias. Um sensor de luminosidade bem conhecido é a fotocélula, que é frequentemente encontrada nos postes de luz. O sensor mais comum e de baixo custo para utilizar na domótica é o LDR (Figura 10), que é um sensor que varia sua resistência com base da luminosidade do ambiente. (JUNIOR e SILVA, 2019).

Figura 10 – Sensor de Luminosidade LDR.



Fonte: Filipeflop (2022).

2.5 Protocolos de comunicação

Existem diferentes formas para realizar a comunicação entre dispositivos. É mostrado na sequência os mais utilizados na domótica.

2.5.1 *Ethernet*

A tecnologia *Ethernet* surgiu em 1973, criada por Bob Metcalfe e Dave Boggs, com o objetivo principal de suprir a demanda de comunicação necessária na época. Quando inventada, o sistema utilizado na empresa onde Bob e Dave trabalhavam se comunicava a 300 bps, enquanto a *Ethernet* prometia velocidades de até 2,94 mbps, bem como conectar, via rede, até 256 estações de trabalho. Naquele tempo, o termo *ether* era utilizado para representar a transmissão de sinais e, por isso, *Ethernet* foi o nome escolhido. De início, *ether* era um cabo coaxial, porém tinha como ser adaptado a outros cabos, como fibra ótica ou o próprio ar. (JUNIOR & SILVA, 2019).

2.5.2 *Bluetooth*

O nome *Bluetooth* surgiu em 1998 representando uma tecnologia sem fio para ser utilizada nas comunicações ponto a ponto (P2P). Esta tecnologia surgiu com o objetivo de comunicar duas plataformas diferentes, como um computador e um telefone celular. Foi uma

tecnologia muito bem aceita no mercado, expandindo a ideia para diferentes tipos de dispositivos como câmeras, *headsets*, mouses, teclados, computadores, celulares e GPS. A partir disso, o *Bluetooth* tornou-se uma tecnologia fundamental para utilização em sistemas IoT. (JUNIOR & SILVA, 2019).

2.5.3 *Wi-Fi*

Em 1999 desenvolveu-se a *Wi-Fi Alliance*, um consórcio que fez a união de algumas empresas que desenvolviam essa tecnologia revolucionária. Em 1997 a IEEE lançou o 802.11, que foi o primeiro padrão para redes de comunicação sem fio. Essa normatização regulamentou aproximadamente sete anos de estudo, onde foram desenvolvidas as primeiras redes *Wi-Fi*. De início foi delimitado uma frequência de trabalho entre 2,4 e 2,4835 GHz, onde era possível transmitir até 2Mb/s. Na sequência, em 1999 surgiu o padrão 802.11b, onde as taxas de transmissão foram elevadas para 11 Mb/s. Esse novo padrão permitiu alcance de até 400 m em locais abertos e até 50 m em locais com barreiras. (JUNIOR & SILVA, 2019).

Depois disso foram desenvolvidos outros padrões, até chegar no padrão 802.11ac, que disponibilizou uma frequência de 5 GHz. Mesmo estando sempre em processo contínuo de desenvolvimento, as redes sem fio, são consideradas como uma parte fundamental em todos os sistemas de comunicação, pois o *Wi-Fi* é utilizado em diversos produtos, como celulares, câmeras digitais, impressoras, televisores, computadores e outros milhões de dispositivos. (JUNIOR & SILVA, 2019).

2.5.4 *Zigbee*

Os dispositivos *ZigBee* surgiram de uma parceria entre a *ZigBee Alliance* e o IEEE, que desenvolveram um equipamento prático, simples e que abrange um alcance bem elevado com um consumo significativamente reduzido de energia elétrica. Porém, as taxas de transmissão do *ZigBee* não são tão altas em comparação com o *Bluetooth*, porém, possuem uma boa estabilidade de conexão. (JUNIOR & SILVA, 2019).

Os dispositivos *ZigBee*, diferente do *Wi-Fi*, não tem uma frequência única. Estes dispositivos operam conforme as normas de cada país, podendo variar entre 868 MHz, 915 MHz e 2,4 GHz, onde pode-se destacar que as taxas de transferência utilizadas são de 20, 40 e 250 KB/s, respectivamente. (JUNIOR & SILVA, 2019).

3 METODOLOGIA

O capítulo apresenta a descrição dos procedimentos metodológicos utilizados para a elaboração do projeto proposto. Para atingir os resultados propostos inicialmente, foi necessário ter o domínio sobre os componentes e sobre a respectiva linguagem de programação utilizada. Por fim, foram necessários testes tanto no código da programação quanto no *software* de simulação para verificar o funcionamento e na sequência a implementação na prática.

3.1 Dimensões da Residência

Para encontrar a melhor maneira de automatizar a residência escolhida, foi necessário, primeiramente, medir a residência para descobrir suas dimensões. O processo foi feito por meio da utilização de uma trena de 30 metros e levou cerca de 1 hora para ser concluído.

3.1.1 Projeto e Planta Baixa

A partir dos dados coletados, foi elaborada uma planta baixa em 2D. O *software* escolhido para o desenvolvimento deste projeto foi o AutoCAD 2022, por conta de ser o mais utilizado no mercado, além de ser o de maior facilidade de desenvolvimento para o autor deste projeto. No projeto da Figura 11 pode-se ver os cômodos e pontos a serem controlados.

Figura 11 – Planta baixa da residência.



Fonte: Autor (2022).

Em um primeiro momento foi estipulado a integração de apenas os quartos 1 e 2 para controle da automação por meio de aplicativo, porém todo o desenvolvimento do projeto se dará para a residência por completo, visando possível ampliação futura.

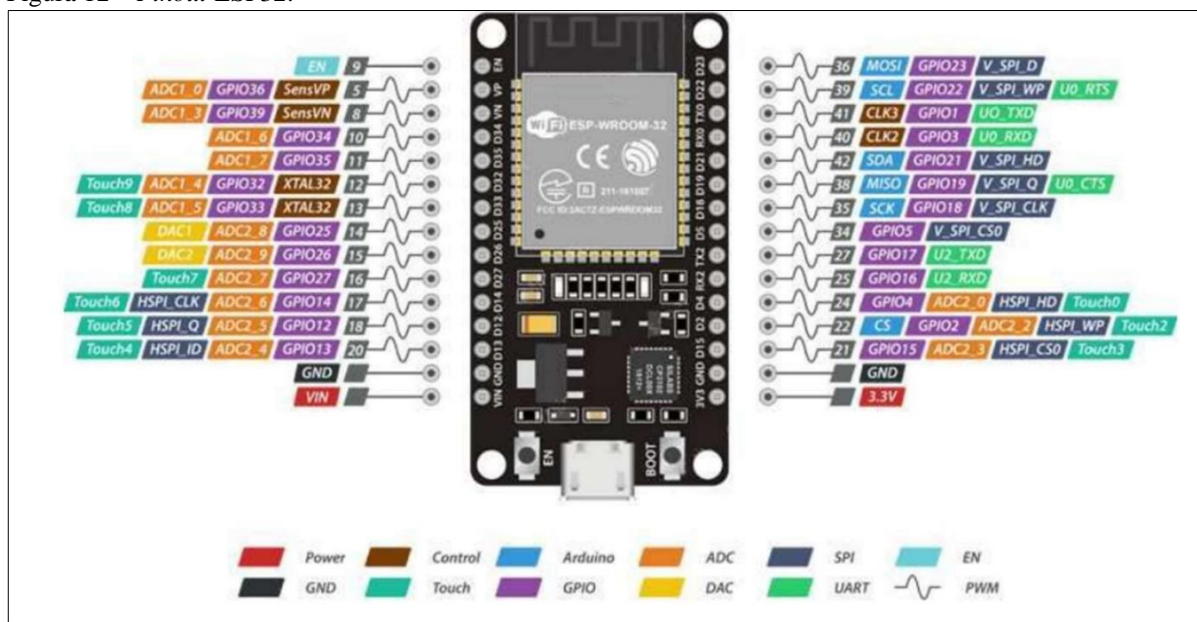
3.2 Especificação dos Componentes

3.2.1 ESP32

Levando em consideração os mais variados tipos de microcontroladores disponíveis no mercado, o escolhido para ser utilizado neste projeto foi o ESP32. Essa escolha se deu pelo fato deste microcontrolador já possuir uma placa de *Wi-Fi* integrada em sua estrutura, facilitando a comunicação com o restante do sistema e não necessitando o acoplamento de algum outro dispositivo para essa função.

Dentre os inúmeros modelos de ESP32 existentes, neste projeto será utilizado o ESP32 DevKit v1, que possui 30 pinos em sua estrutura. Destes pinos, 1 pino é habilitador (EN), 2 pinos são GND (*Ground*), 1 pino é o VIN de 5 V, 1 pino é o de 3,3 V e 25 pinos são GPIO's (*General Purpose Input/Output* ou portas gerais de entrada/saída). As portas citadas são mostradas na Figura 12.

Figura 12 – Pinout ESP32.



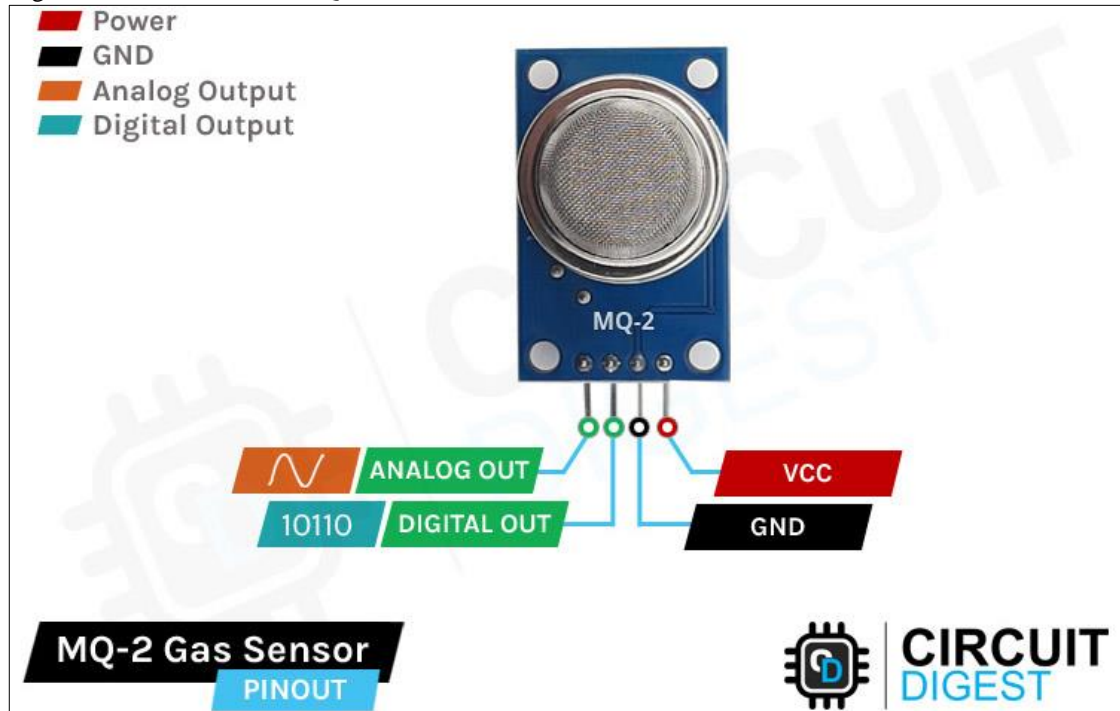
Fonte: Smart Kits (2020).

Os testes de funcionamento do dispositivo bem como a programação completa foram realizados utilizando o *software* Arduino IDE, que é um *software open-source* simples de ser utilizado e que possui compatibilidade com o ESP32.

3.2.2 Sensor de Gás e Fumaça

O sensor de gás e fumaça escolhido para esse projeto foi o modelo MQ-2. O *shield* é composto por 4 pinos na estrutura, onde 1 pino é a alimentação em 5 V (VCC), 1 pino é o GND, 1 pino é a saída analógica (A0) e 1 pino a saída digital (D0). O *shield*, juntamente com suas portas, é mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Pinout Sensor MQ-2.



Fonte: Circuit Digest (2022).

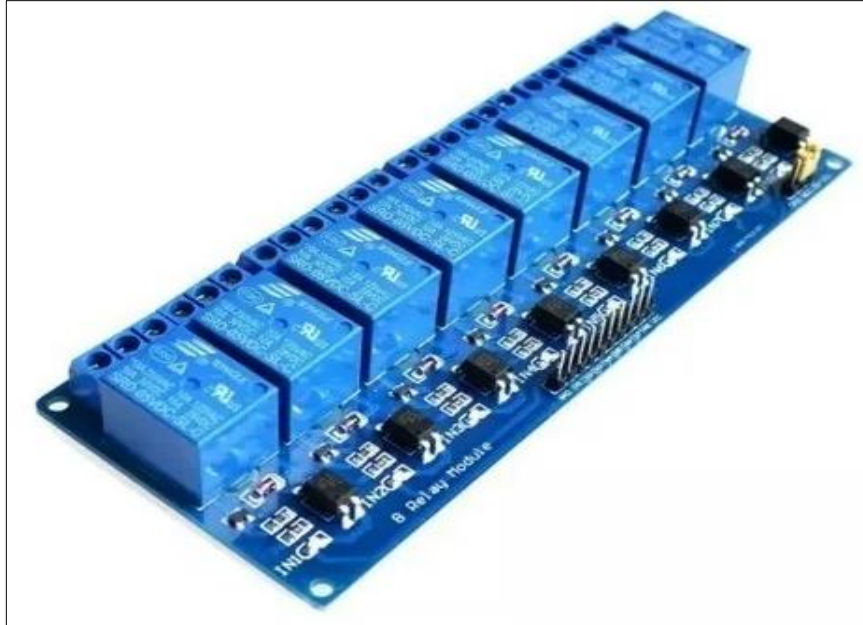
Os testes de funcionamento do dispositivo bem como a programação completa também foram realizados utilizando o *software* Arduino IDE, onde o sensor foi conectado ao ESP32 para leitura dos valores e reprodução em tela.

3.2.3 Módulo Relé

O módulo relé escolhido foi o que possui 8 canais, visto que a automação se dá em diferentes pontos da residência, necessitando de um relé para cada ponto de luminária controlada. O *shield* pode ser observado na Figura 14 e possui pinos para alimentação dos relés separados dos pinos de alimentação dos optoacopladores. Além dos pinos de alimentação, também possui os pinos In1 até In8 para a comunicação e comando dos relés. Possui ainda nos bornes azuis a comunicação necessária para fazer o comando de acionamento dos relés por meio da comunicação microcontrolador – interruptor, onde o

terminal central representa a porta comum, um contato NO (*Normally Open* ou Normalmente Aberto) e um terminal NC (*Normally Close* ou Normalmente Fechado).

Figura 14 – Módulo Relé de 8 canais.

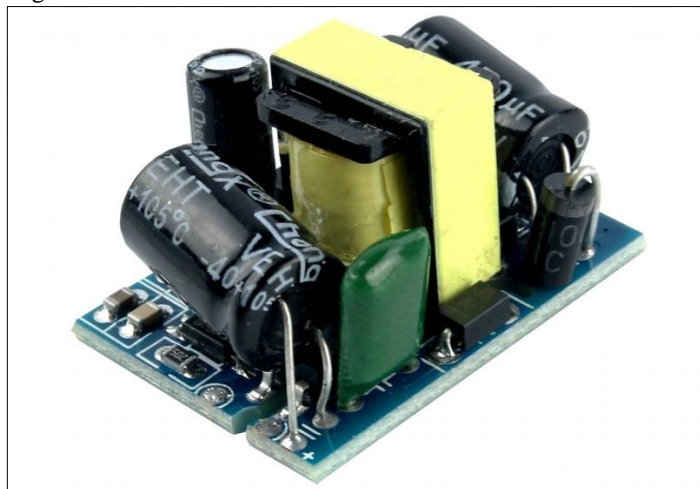


Fonte: Mercado Livre (2022).

3.2.4 Fonte

A rede de utilização da residência fornece uma tensão alternada de 220 V entre fase e neutro, enquanto o sistema eletrônico responsável pela automação deve ser alimentado com uma tensão contínua de 5 V. Para solucionar esse problema foi proposta a utilização de uma mini fonte (Figura 15) que faz essa conversão para adequar o sistema e o tornar disponível para uso.

Figura 15 – Mini Fonte 5V - Entrada 85 a 265VAC.



Fonte: Usinainfo (2022).

3.2.5 Interruptor Paralelo

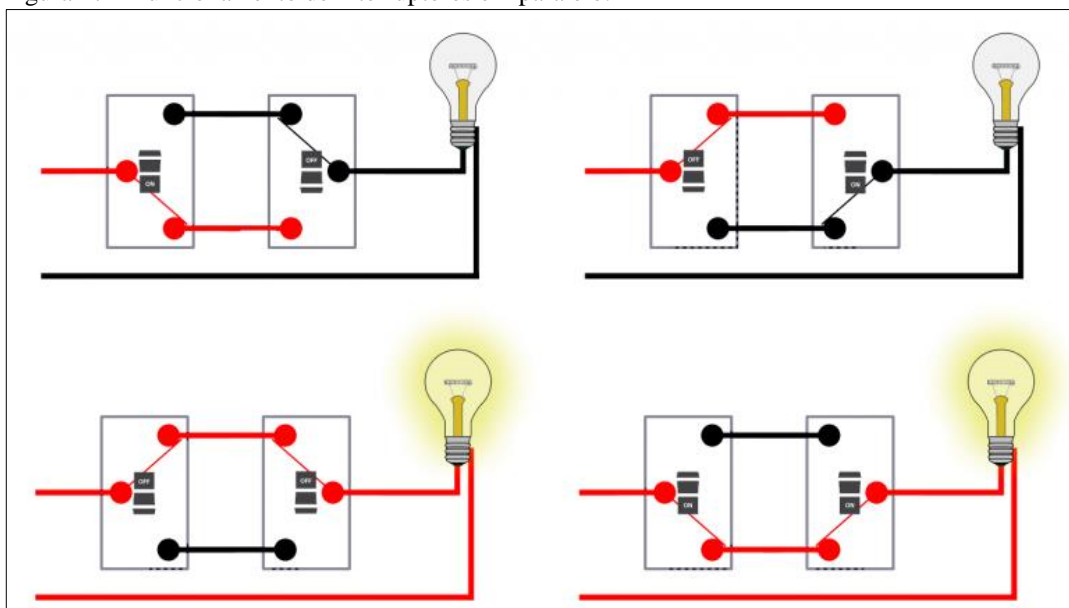
O interruptor paralelo é um interruptor que possui 3 terminais para ligação no verso da tecla, conforme é possível ver na Figura 16. É utilizado quando se deseja acionar o mesmo circuito a partir de 2 locais diferentes de maneira simultânea, sendo sua principal aplicação em luminárias. Esse interruptor tem o terminal central como sendo o comum do sistema, recebendo o sinal de alimentação em um dos interruptores e o cabo que retorna para o circuito no outro interruptor. Os terminais laterais dos dois interruptores são interligados entre si para que seja feita a comunicação. O funcionamento do sistema pode ser observado na Figura 17.

Figura 16 – Interruptor paralelo.



Fonte: Leroy Merlin (2022).

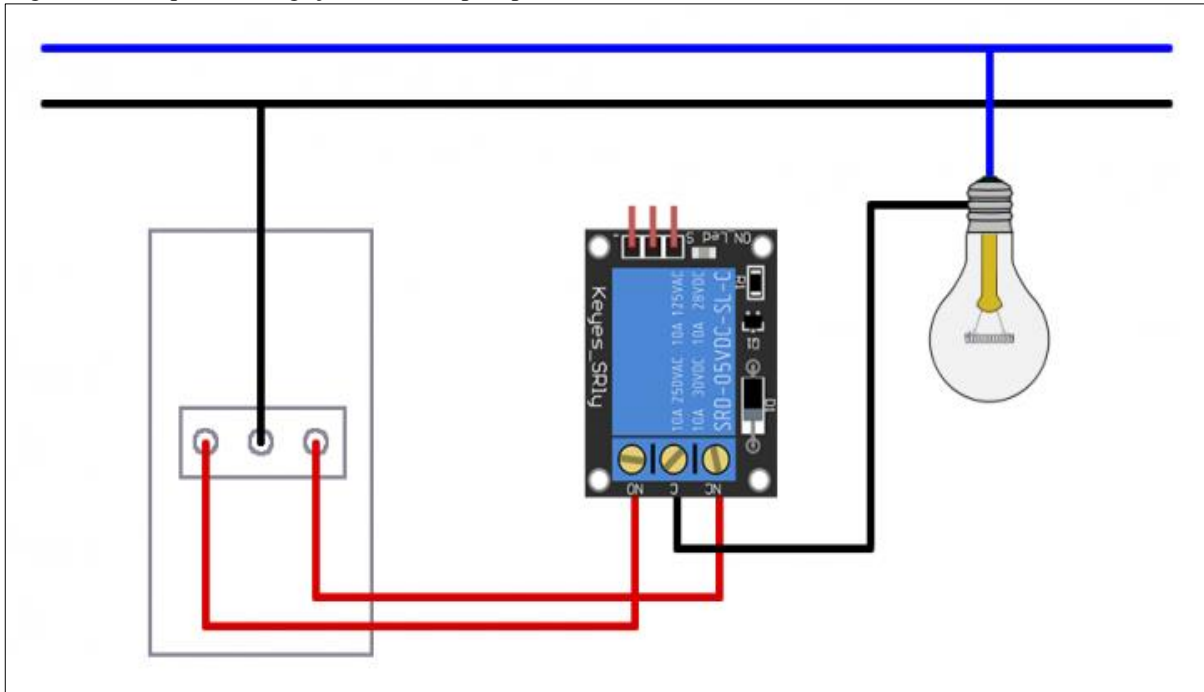
Figura 17 – Funcionamento de interruptores em paralelo.



Fonte: Usinainfo (2022).

Foi feita a ligação entre o módulo relé e o interruptor paralelo para a execução do acionamento tanto pelo aplicativo quanto pelo interruptor. O esquema de ligação pode ser visto na Figura 18.

Figura 18 – Esquema de ligação do interruptor paralelo com o relé.



Fonte: Usinainfo (2022).

3.3 Instrumentação e Medidas

O multímetro é uma ferramenta essencial hoje para a execução de diversos projetos. Por meio da utilização de um multímetro, foi possível identificar qual era o cabo positivo e qual era o negativo da porta USB utilizada para alimentar o circuito desenvolvido para alimentação dos componentes.

Além da tensão, o multímetro foi importante para auxiliar na verificação da resistência dos resistores utilizados no circuito, para garantir que a leitura por meio das cores tenha sido feita de forma correta.

Ainda foi possível verificar se os LED's estavam funcionando de maneira correta por meio do teste existente no próprio multímetro, garantindo que o sistema funcionasse sem nenhum imprevisto.

Por fim, o multímetro foi o responsável pela verificação de possíveis curtos nas PCB's confeccionadas, utilizando a função de continuidade presente no aparelho. Esse processo se faz necessário para evitar possíveis curtos-circuitos e queima de componentes no momento da execução do produto.

3.4 Sistema embarcado

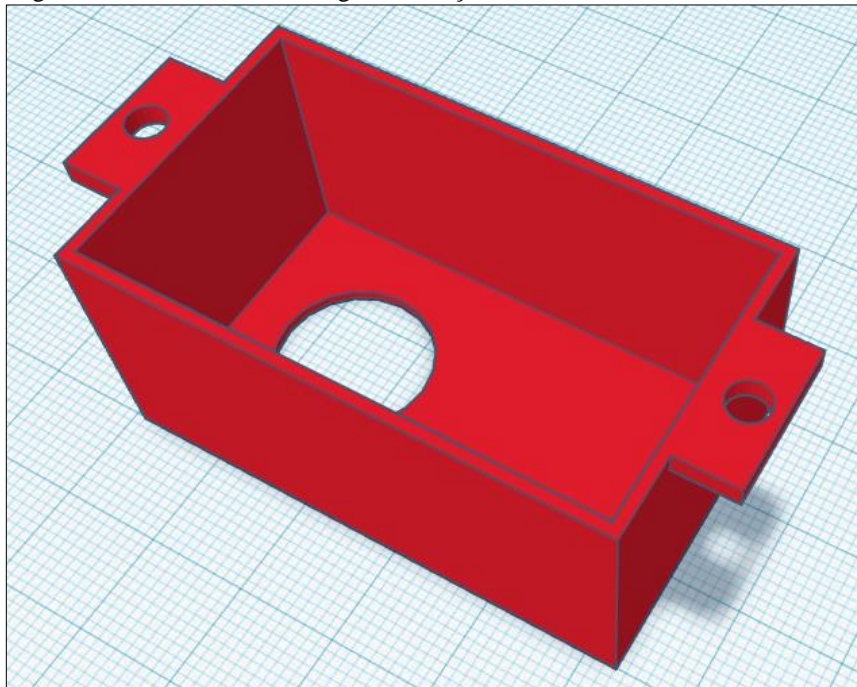
Levando em consideração os mais variados tipos de microcontroladores disponíveis no mercado, o escolhido para ser utilizado neste projeto foi o ESP32. Essa escolha se deu pelo fato deste microcontrolador já possuir uma placa de *Wi-Fi* integrada em sua estrutura, facilitando a comunicação com o restante do sistema e não necessitando o acoplamento de algum outro dispositivo para essa função.

Dentre os inúmeros modelos de ESP32 existentes, neste projeto será utilizado o ESP32 DevKit v1 e a programação será desenvolvida no *software* Arduino IDE. Para que seja feita a comunicação entre o ESP32 e o *software*, é necessário que sejam feitos alguns passos iniciais no programa Arduino IDE. Esses passos são mostrados no APÊNDICE A – Como configurar o ESP32 no Arduino IDE.

3.5 Projeto dos Produtos

Para o posicionamento do *shield* do sensor de gás e fumaça, foram desenvolvidos alguns projetos por meio do *software* TinkerCAD, que é um *software* gratuito de modelagem tridimensional que roda por meio do navegador da web, tornando-o simples e prático para utilizar. O primeiro projeto desenvolvido é apresentado na Figura 19: um *case* para proteger o sensor de gás e fumaça de poeira, umidade e outros agentes externos.

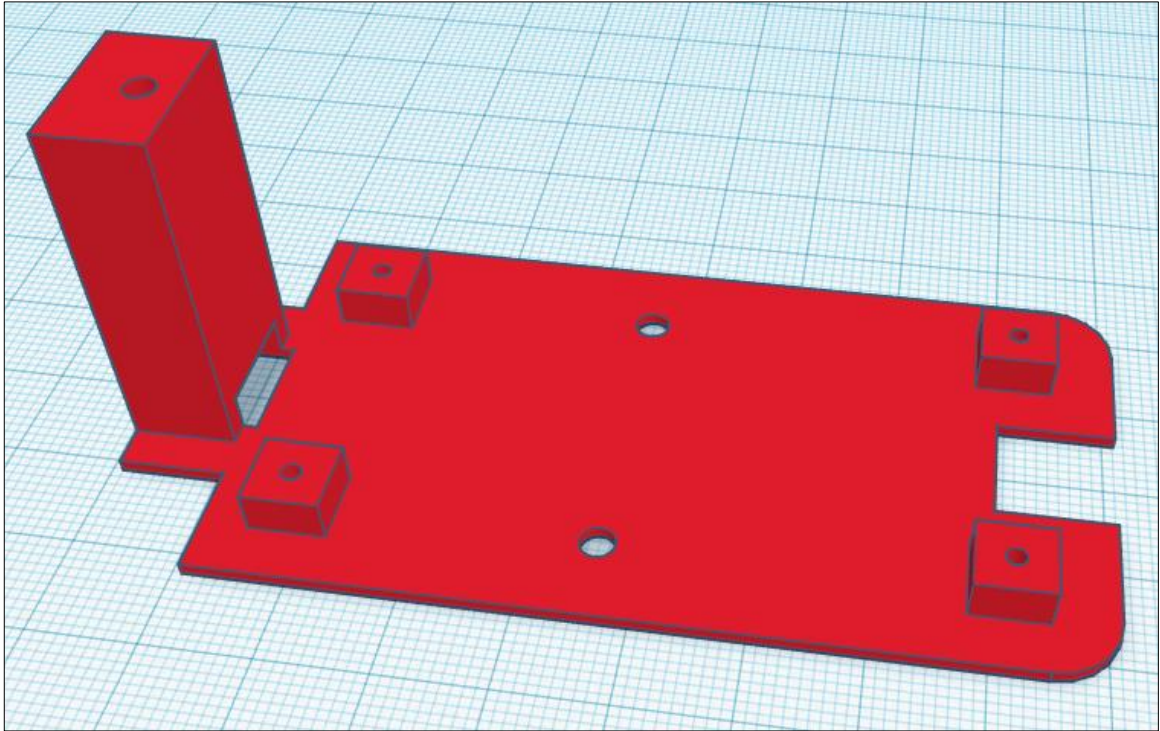
Figura 19 – Case do sensor de gás e fumaça.



Fonte: Autor (2022).

Além do *case* do sensor de gás e fumaça, também foi desenvolvido um projeto de um suporte para adaptação de um condutele, onde será posicionada a placa de circuito impresso. O projeto citado pode ser observado na Figura 20.

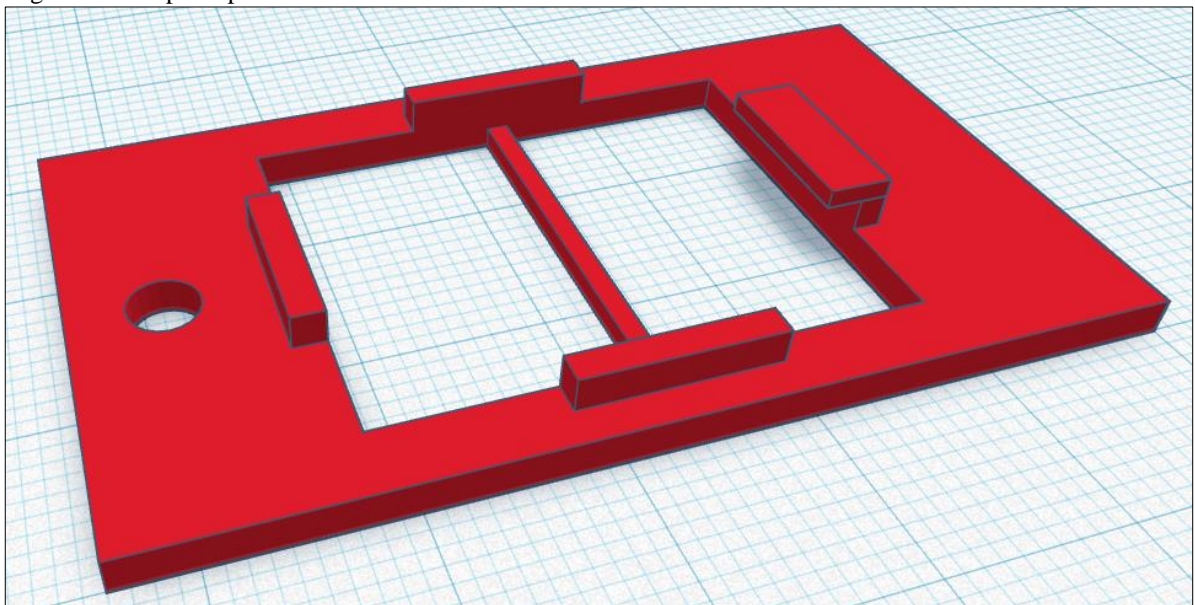
Figura 20 – Suporte para a placa de circuito impresso.



Fonte: Autor (2022).

Por fim, ainda foi desenvolvido um projeto de um suporte para a mini fonte de 220V para 5V. O projeto citado pode ser observado na Figura 21.

Figura 21 – Suporte para a mini fonte.



Fonte: Autor (2022).

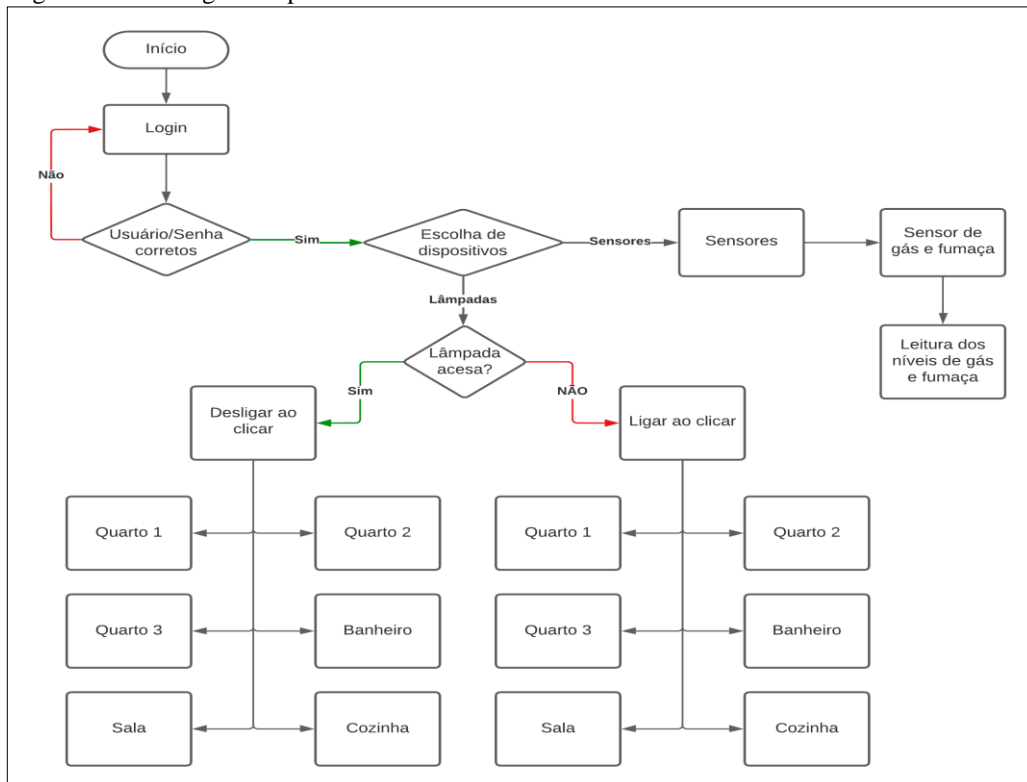
O projeto da Figura 19 foi projetado com o objetivo de ser fixado na tampa de um condutele que por sua vez é fixado no teto da residência, que é de madeira, o que facilita a fixação. O ESP32 que controlará o sensor de gás e fumaça será posicionado juntamente dentro do mesmo condutele.

Os cômodos que serão automatizados na residência possuem a instalação dos interruptores por meio de eletrodutos aparentes. Logo, a estratégia adotada para que seja feita a comunicação do dispositivo foi instalar um condutele ao lado do que já existe hoje com o interruptor. Dentro desse novo condutele ficará o EPS32 que fará a comunicação em paralelo com o interruptor, utilizando o projeto da Figura 20 como guia para a placa. Além disso, dentro desse mesmo condutele será fixado o suporte da Figura 21, otimizando espaço.

Para o controle do microcontrolador por meio da rede *Wi-Fi* se fez necessário o desenvolvimento de um aplicativo para fazer a comunicação. O aplicativo para celular foi desenvolvido por meio do aplicativo *MIT App Inventor*, um *software* gratuito, programável em blocos e disponível para ser configurado na aba do navegador *web*.

Para ter como base de referência para a elaboração do aplicativo, foi levado em consideração o fluxograma da Figura 22, que mostra o ciclo desenvolvido para o funcionamento adequado do programa.

Figura 22 – Fluxograma aplicativo.



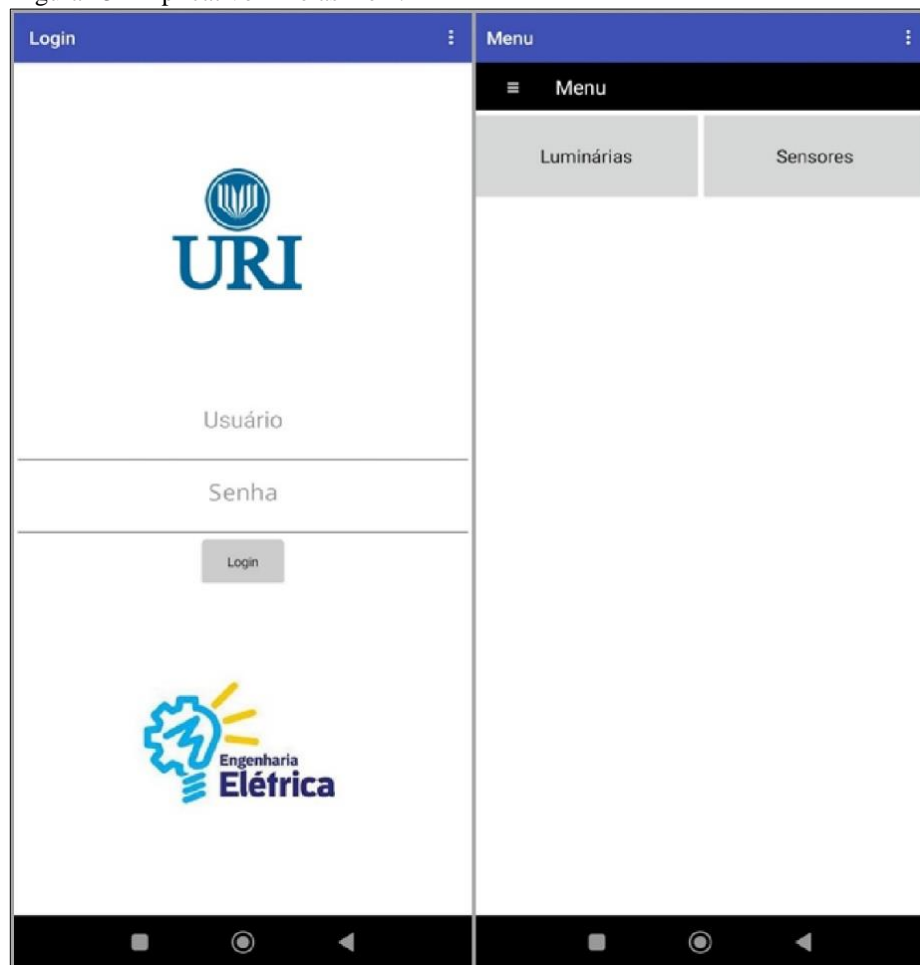
Fonte: Autor (2022).

A interface do aplicativo se dá por uma tela inicial de *login*, autorizando apenas usuários cadastrados a se conectar ao sistema automatizado. Após o *login*, é apresentada uma tela solicitando ao usuário para escolher entre ver a página de luminárias ou a página de sensores.

Após escolher entre os itens, é apresentada a tela de acordo com o que foi escolhido. No caso das luminárias, serão apresentados 6 cômodos para acionar ou desacionar as lâmpadas (verde para ligado e vermelho para desligado). No caso dos sensores é apresentada a opção de verificar o sensor de gás e fumaça. A tela dos sensores foi planejada para que, havendo interesse do usuário, sejam adicionados outros sensores, não necessitar ajustar muitas partes do aplicativo. As telas mencionadas estão representadas na Figura 23 e Figura 24.

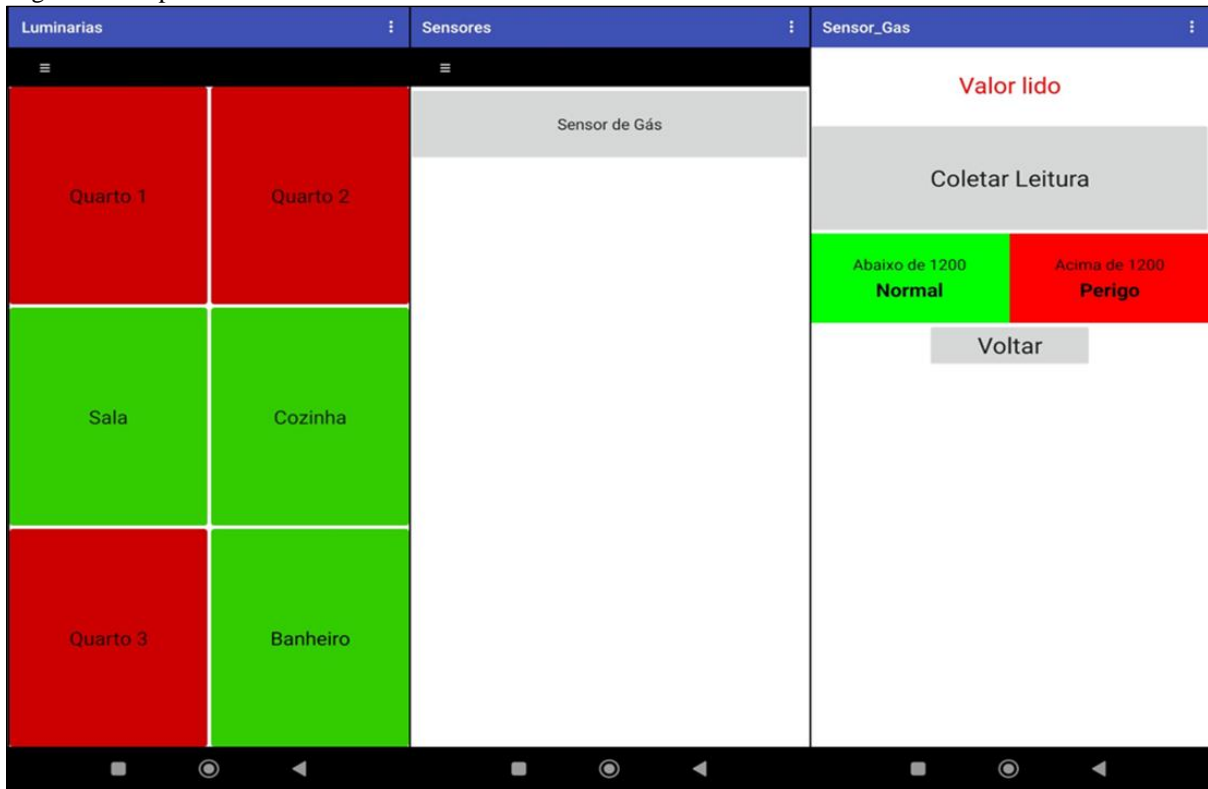
Em um primeiro momento, será implementado o aplicativo juntamente com o ESP32 para automatizar o Quarto 1 e o Quarto 2, porém o aplicativo já conta com a funcionalidade de acionamento de lâmpadas disponível para os 6 cômodos principais da residência.

Figura 23 – Aplicativo – Telas 1 e 2.



Fonte: Autor (2022).

Figura 24 – Aplicativo – Telas 3 e 4.

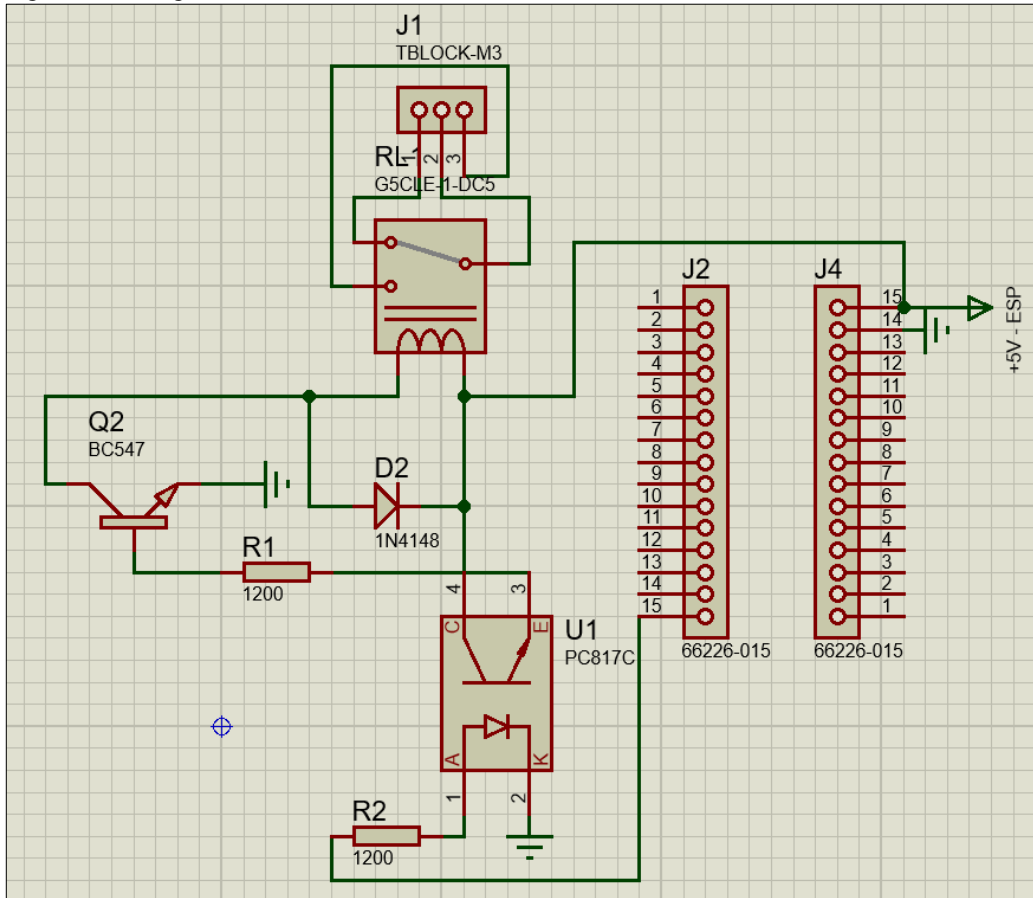


Fonte: Autor (2022).

Além disso, ainda foram elaborados os projetos de desenvolvimento das PCB's (*Printed Circuit Board* ou placa de circuito impresso) para serem posicionados o módulo relé e o ESP32, bem como o ESP32 e o sensor de gás e fumaça. Esses projetos foram desenvolvidos pelo *software* Proteus, que é um *software* para criação e desenvolvimento de projetos eletrônicos, composto de diversas ferramentas, como captura esquemática, simulação e módulos de projetos de placas de circuito impresso, além de ainda contar com visualização 3D da placa.

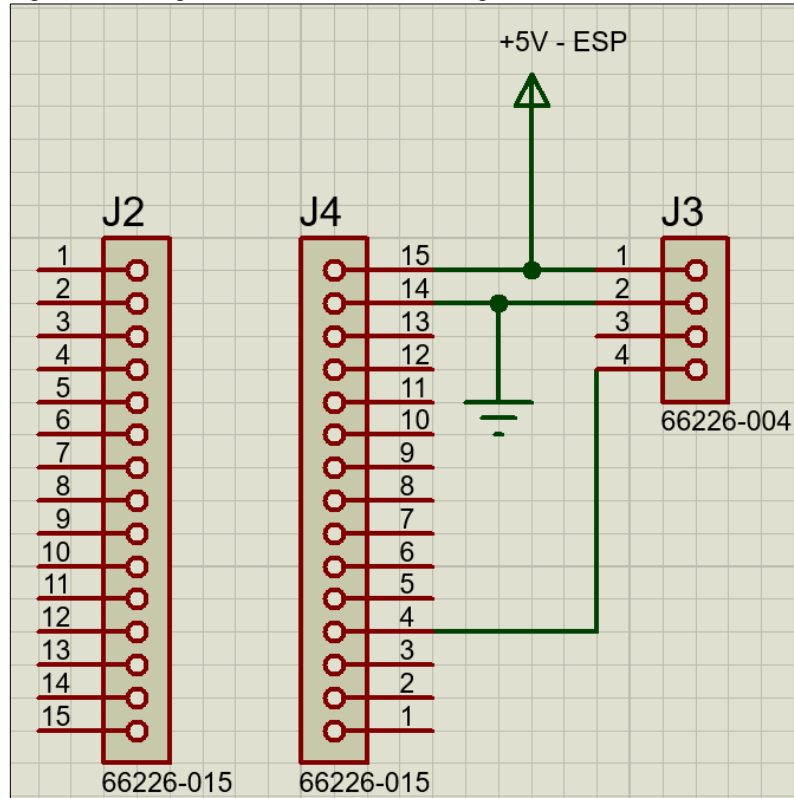
O projeto no Proteus inicialmente teve sua base no desenvolvimento de engenharia reversa no módulo relé, adequando alguns componentes SMD (*Surface Mounted Device* ou Dispositivo de Montagem Superficial) para componentes convencionais, conforme mostrado na Figura 25 e Figura 26.

Figura 25 – Diagrama da PCB do módulo relé.



Fonte: Autor (2022).

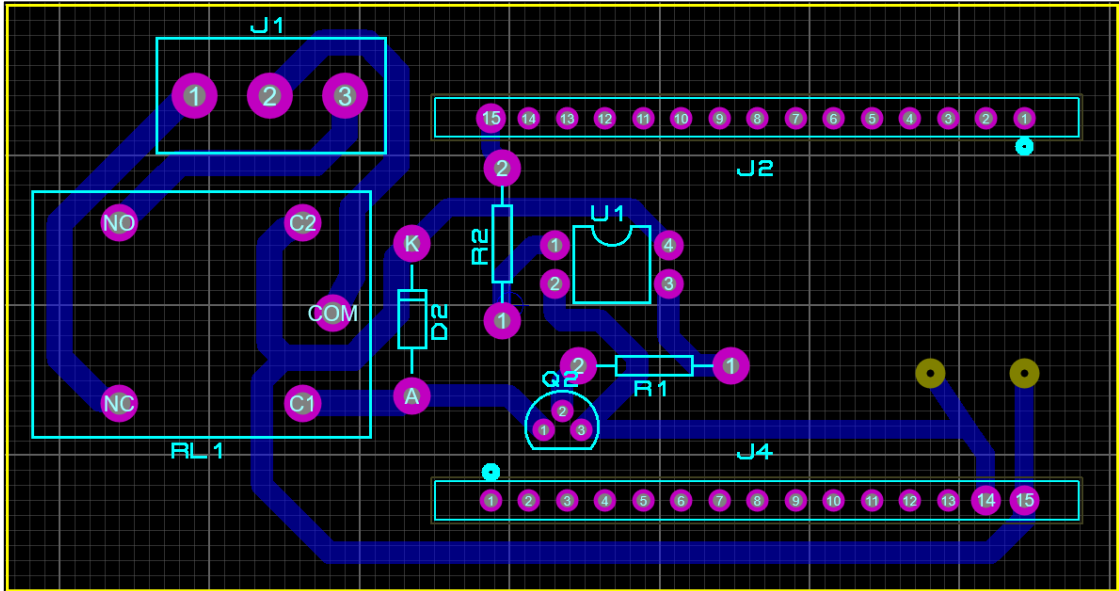
Figura 26 – Diagrama da PCB do sensor de gás.



Fonte: Autor (2022).

Ainda por meio do *software* Proteus é possível construir as trilhas da PCB e definir o posicionamento de cada componente eletrônico que se deseja montar na placa. Logo, a Figura 27 mostra como ficou a distribuição dos componentes mostrados na Figura 25 na PCB.

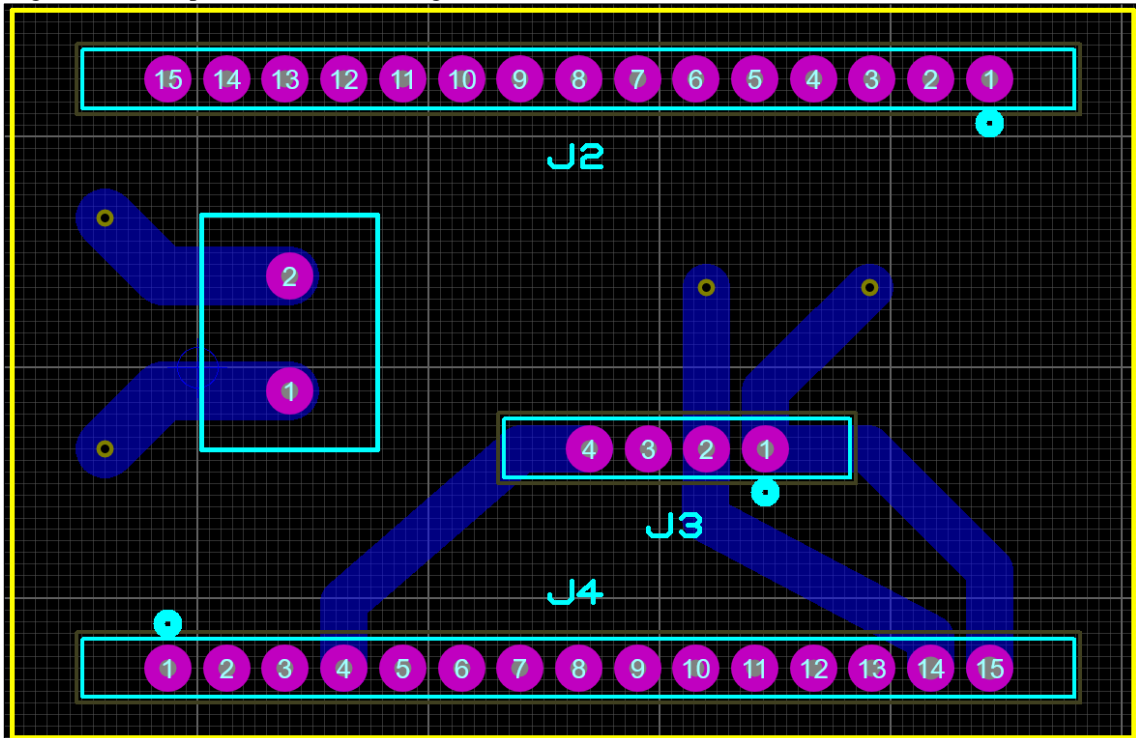
Figura 27 – Componentes do módulo relé distribuídos na PCB.



Fonte: Autor (2022).

Já a Figura 28 mostra como os componentes que representam o sensor de gás da Figura 26 são distribuídos na PCB.

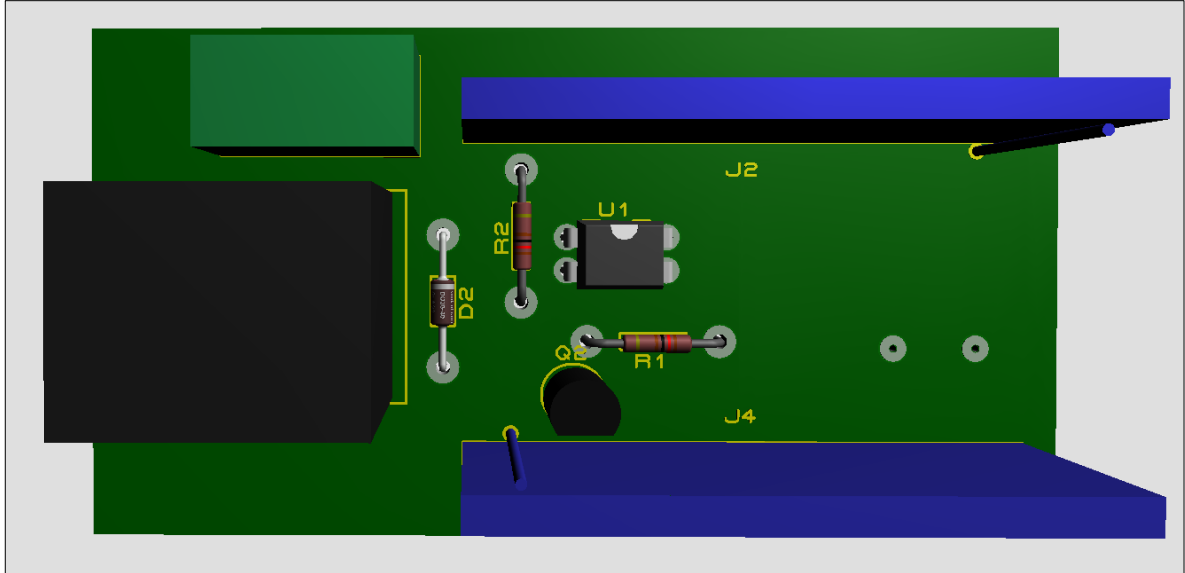
Figura 28 – Componentes do sensor de gás distribuídos na PCB.



Fonte: Autor (2022).

A Figura 29 mostra uma visão em 3D de como os componentes que representam o módulo relé foram dispostos na PCB.

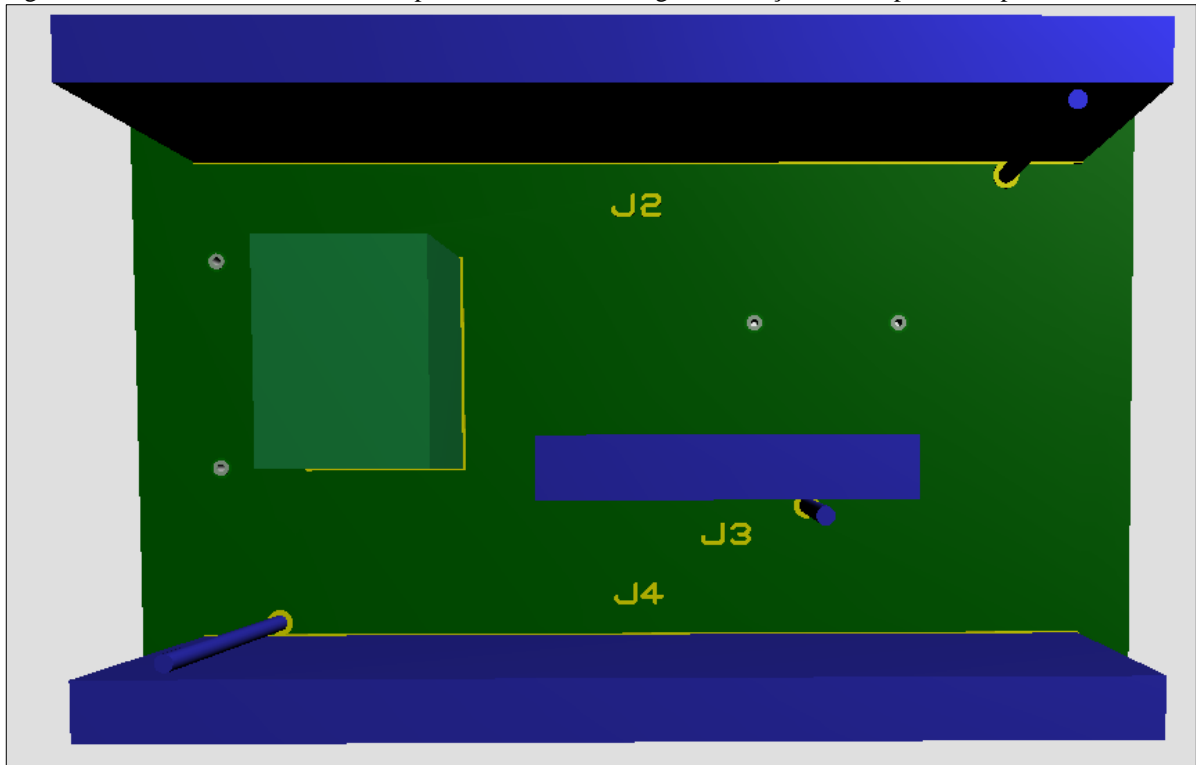
Figura 29 – Visão 3D de como os componentes do módulo relé são dispostos na placa.



Fonte: Autor (2022).

A Figura 30 mostra uma visão em 3D de como os componentes que representam o sensor de gás e fumaça foram dispostos na PCB.

Figura 30 – Visão 3D de como os componentes do sensor de gás e fumaça estão dispostos na placa.



Fonte: Autor (2022).

3.6 Orçamento do projeto

Para verificar a viabilidade financeira do projeto proposto, é necessário fazer o levantamento do preço dos principais dispositivos da planta estudada. A Tabela 3 mostra os valores dos dispositivos comprados.

Tabela 3 – Valores dos equipamentos.

Descrição	Quantidade	Valor Total
ESP32	3	R\$ 218,70
Módulo Relé 8 canais	1	R\$ 67,90
Fonte 220 V para 5 V	3	R\$ 50,70
Sensor de gás e fumaça MQ-2	1	R\$ 18,90
Transistor	2	R\$ 4,00
Diodo 1N4148	2	R\$ 4,00
Resistores	4	R\$ 4,00
Interruptor Paralelo	2	R\$ 20,00
Cabo flexível 1,5 mm (m)	15	R\$ 22,50
Placa para PCB 12 x 18 cm	1	R\$ 11,90
TOTAL		R\$ 422,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Todos os valores apresentados foram coletados de empresas nacionais. Não foi levado em consideração o preço da mão de obra para o desenvolvimento do projeto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

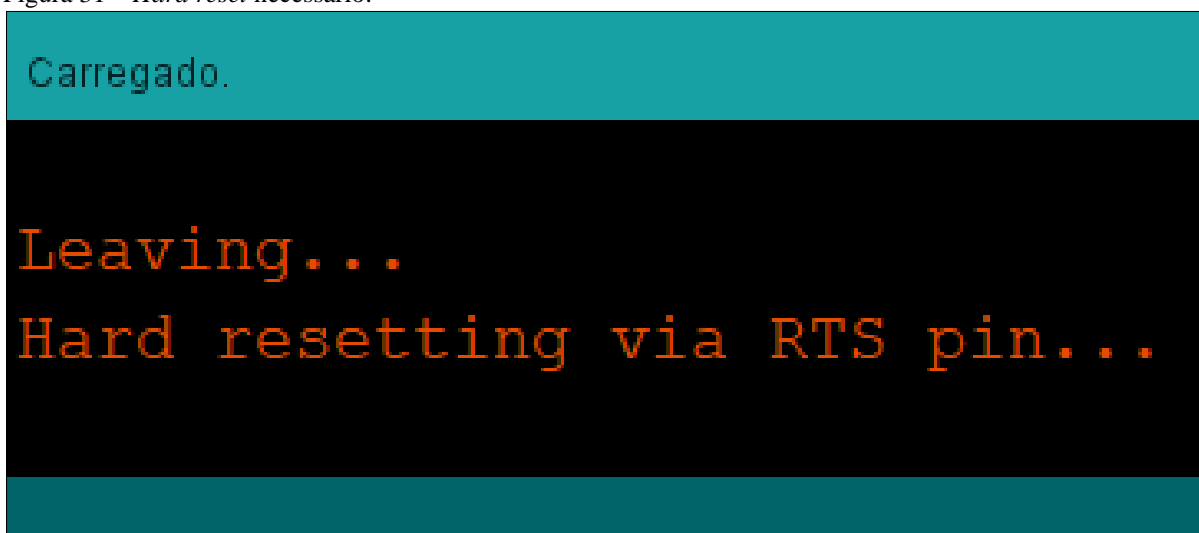
Este capítulo tem como finalidade descrever os resultados obtidos a partir dos procedimentos metodológicos adotados.

4.1 Simulação do ESP32

Depois de finalizada a programação do dispositivo, deve-se carregar o programa no ESP32. Caso não possua nenhum erro de compilação o programa será carregado normalmente no microcontrolador.

Após carregar o programa no ESP32, é mostrada a tela que é exibida pela Figura 31, a qual necessita que seja pressionado o botão *Enable* (EN) o qual realiza o *hard reset* do microcontrolador.

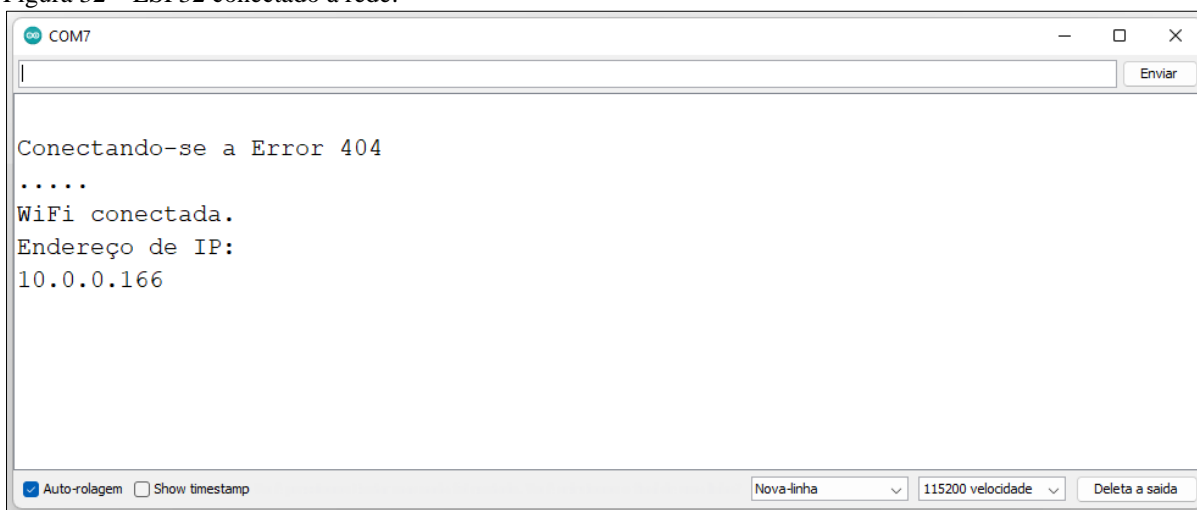
Figura 31 – *Hard reset* necessário.



Fonte: Autor (2022).

Após pressionar o botão, é possível visualizar no monitor serial a situação de conexão do dispositivo com a rede. Caso não seja possível conectar, o que aparecerá na tela é a mensagem “Não foi possível conectar”. Caso a conexão seja feita com sucesso, o endereço IP que o ESP32 foi conectado aparecerá na tela. Esse IP é o que se utiliza para fazer a conexão com o aplicativo, conforme indicado na Figura 32.

Figura 32 – ESP32 conectado à rede.

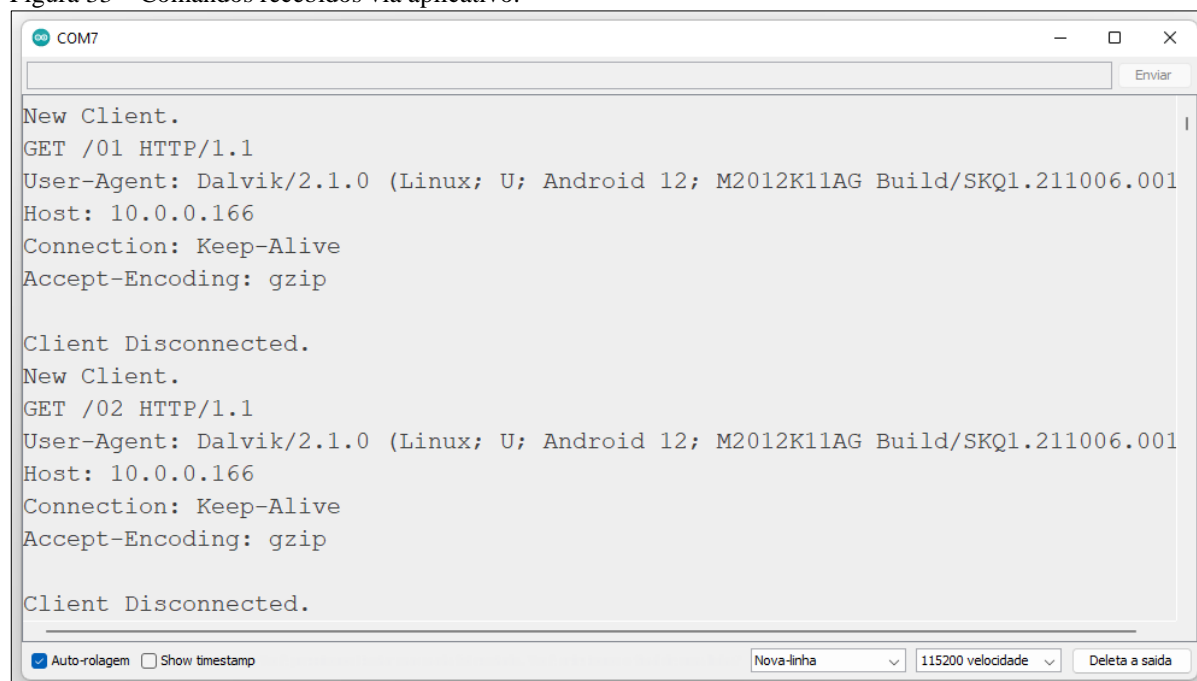


Fonte: Autor (2022).

Para posicionamento do ESP32 e de todos os componentes foram utilizadas *protoboards* com o objetivo de fixar melhor os componentes. A comunicação entre os dispositivos foi feita por meio de *jumpers*, que facilitaram muito na execução de testes por serem fáceis de inserir nos furos da *protoboard*.

A Figura 33 mostra a recepção dos comandos do aplicativo pela rede.

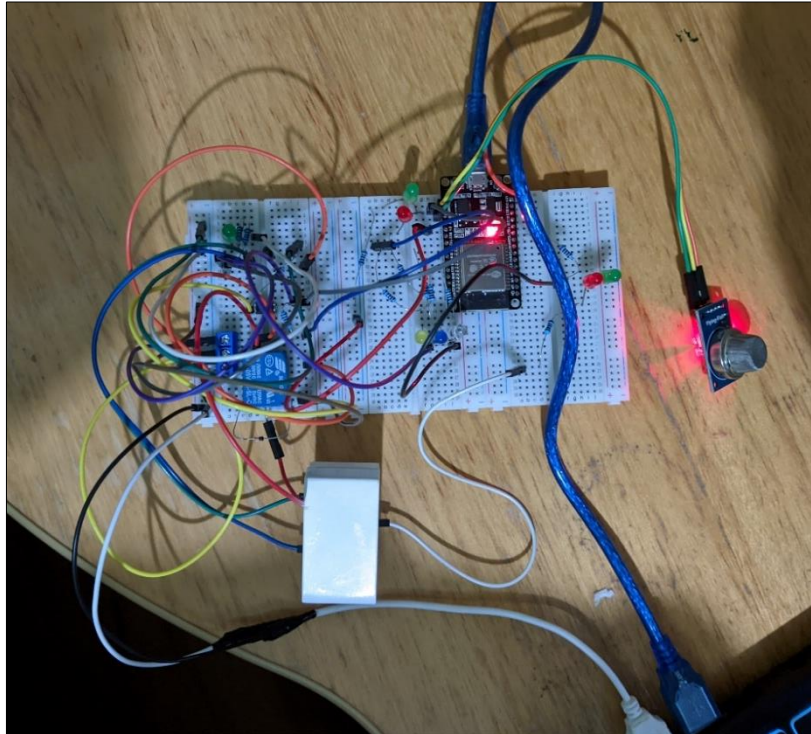
Figura 33 – Comandos recebidos via aplicativo.



Fonte: Autor (2022).

A Figura 34 mostra como ficou a montagem do sistema na *protoboard* para testes.

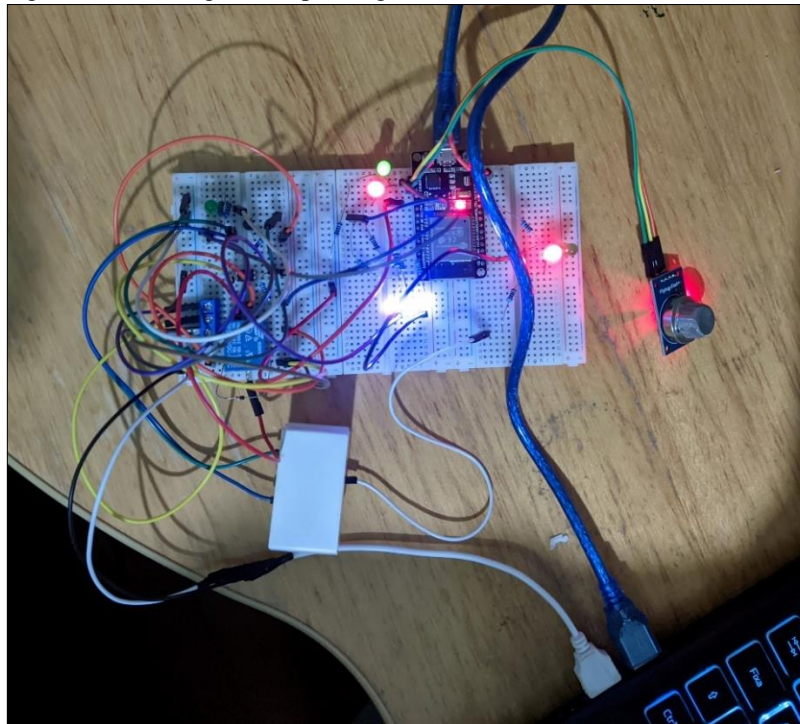
Figura 34 – Montagem completa desligada.



Fonte: Autor (2022).

Por meio da tela do aplicativo é possível acionar as lâmpadas do sistema automatizado e o resultado das 6 lâmpadas acesas está sendo representada por LED's e aparece disponível na Figura 35.

Figura 35 – Montagem completa ligada.



Fonte: Autor (2022).

Em seguida foi realizada a implementação do conjunto com uma lâmpada 220 V e funcionou perfeitamente, sendo controlado tanto pelo interruptor quanto pelo aplicativo. Isso confirma que não há problema no funcionamento dos dispositivos, pois a ligação está feita de maneira correta.

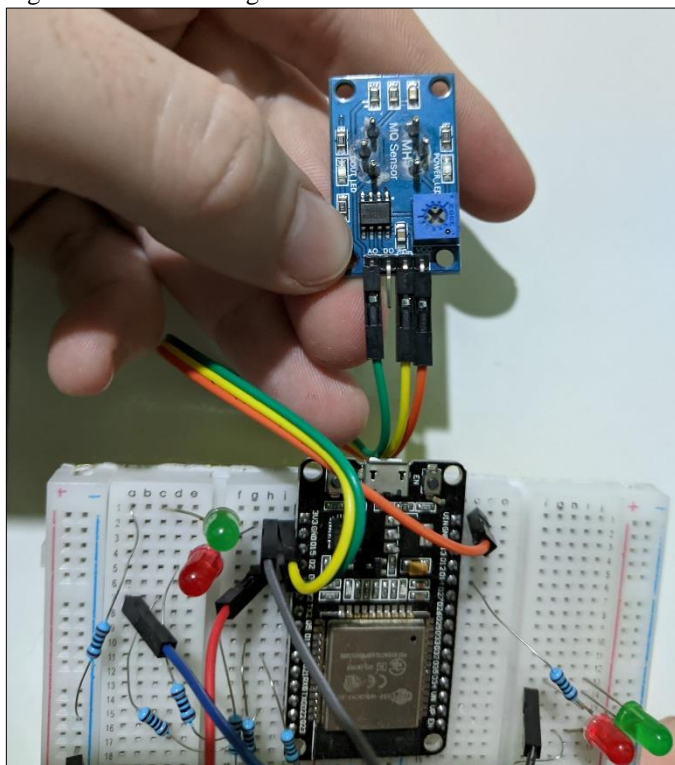
A alimentação do ESP32 e do relé foi realizada por meio de mini fontes, que transforma a tensão de 220 V para tensão de 5 V, onde o terminal de 5V é conectado ao pino VIN do ESP32. O ESP32 apesar de ter uma tensão de 3.3V nos pinos convencionais, pode comportar 5V sem problemas nesse pino em específico.

A plataforma de simulação do ESP32 foi testada e aprovada com sucesso no código programado, atendendo com excelência a ideia proposta no início do projeto.

4.2 Simulação do sensor de gás e fumaça

Para o teste do sensor de gás foi utilizado um outro ESP32 que posteriormente foi implementado juntamente com ele na prática.

Figura 36 – Sensor de gás conectado ao ESP32.



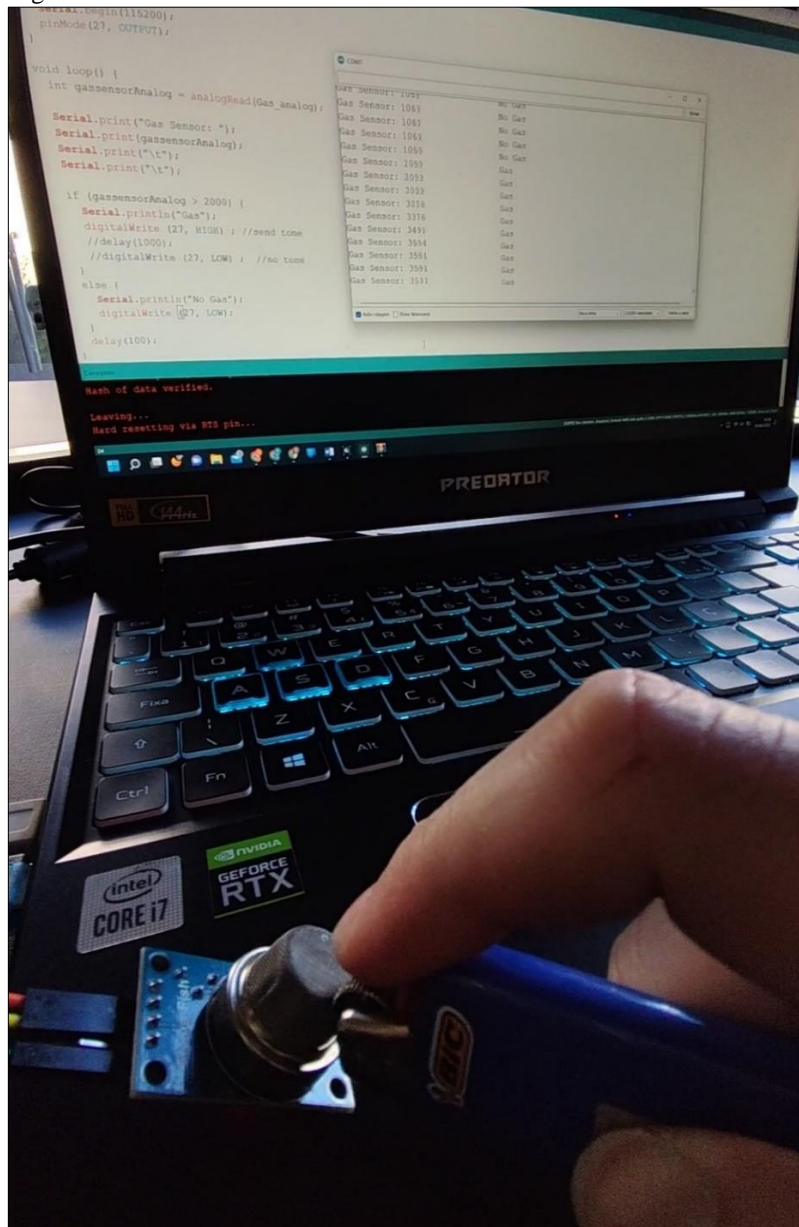
Fonte: Autor (2022).

Conforme indicado na Figura 36 da imagem acima, foi necessário conectar o pino de alimentação do sensor no pino VIN do ESP32 (*jumper* na cor laranja), visto que o sensor precisa ser alimentado com 5 V e não 3.3 V conforme é o padrão nas demais portas. O pino GND do sensor foi conectado no pino GND do ESP32 (*jumper* na cor amarela). Para esse

projeto foi escolhido utilizar o pino analógico do sensor, que foi conectado a uma porta comum do ESP32 (*jumper* na cor verde).

Após a alimentação ser efetuada com sucesso, é necessário aguardar um pouco para realizar a leitura, visto que o sensor precisa estar quente para que seja precisa a leitura coletada por ele. Na Figura 37 é apresentado como são coletados os dados de medição do sensor, onde quando não há incidência de gases no ambiente, o sensor permanece sem alerta e no momento que ocorre a identificação da presença de um gás ou de fumaça no ambiente, é mudado o *status* do sensor, como é o caso da Figura 37, que apresenta o contato direto com o gás do isqueiro.

Figura 37 – Leitura do sensor.

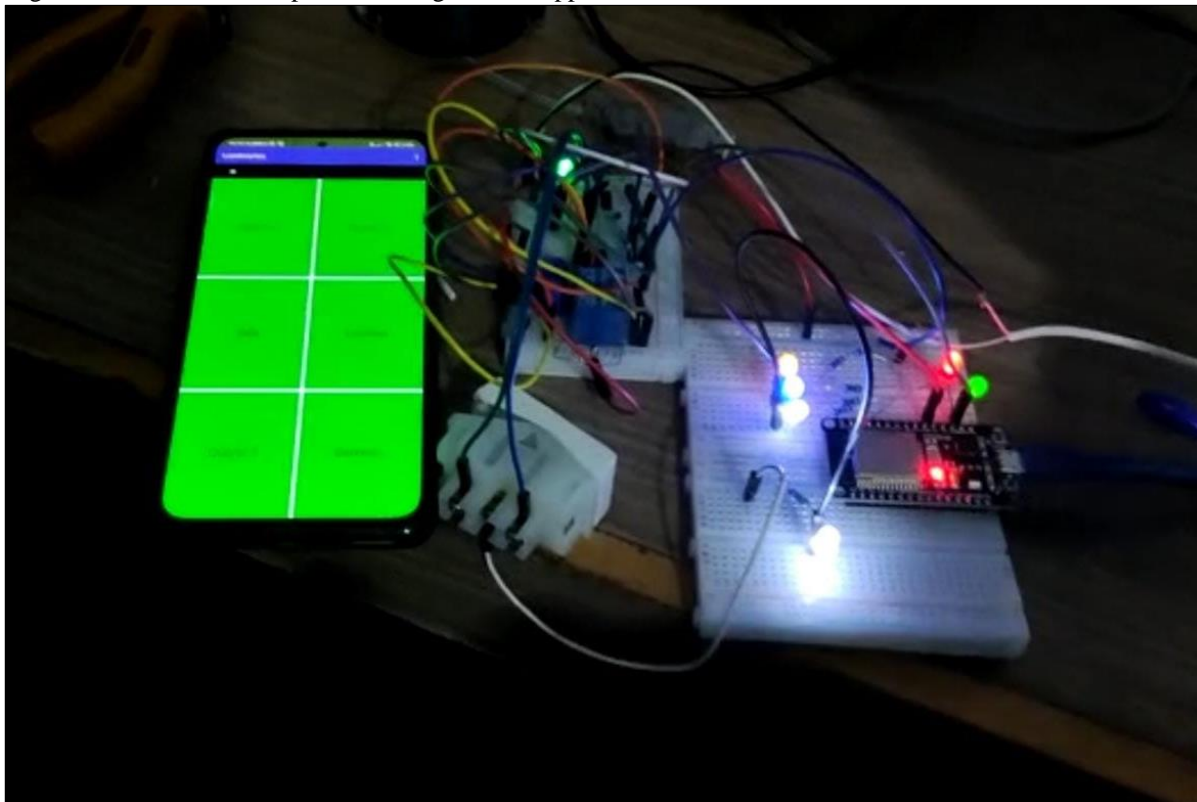


Fonte: Autor (2022).

4.3 Simulação em bancada

Com o auxílio de um multímetro foi feita a identificação do positivo e negativo da porta USB do *notebook*, que serviu como fonte 5V para testar a alimentação dos relés e do ESP32. O ESP32 e os demais componentes foram posicionados em uma *protoboard* para a execução dos testes experimentais. Os testes preliminares podem ser observados na Figura 38.

Figura 38 – Teste dos componentes integrados ao app desenvolvido.

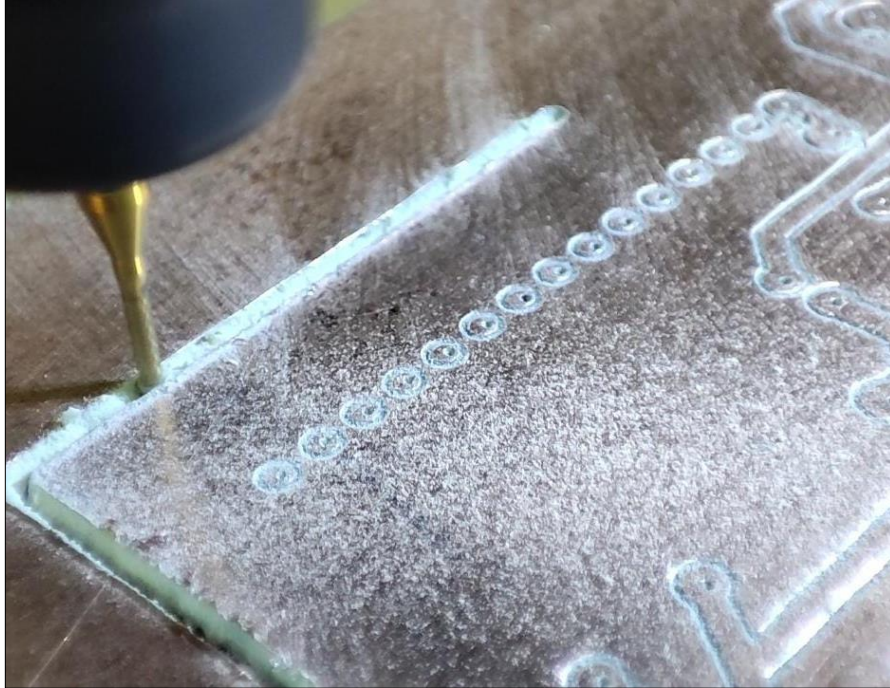


Fonte: Autor (2022).

4.4 Confeção da PCB

A PCB foi confeccionada por meio de uma fresadora CNC, com base no projeto feito no *software* Proteus, que foram indicados na Figura 27 e Figura 28. Na fresadora é possível fazer a usinagem das trilhas da PCB, a furação e até mesmo o recorte da placa, conforme pode ser observado na Figura 39.

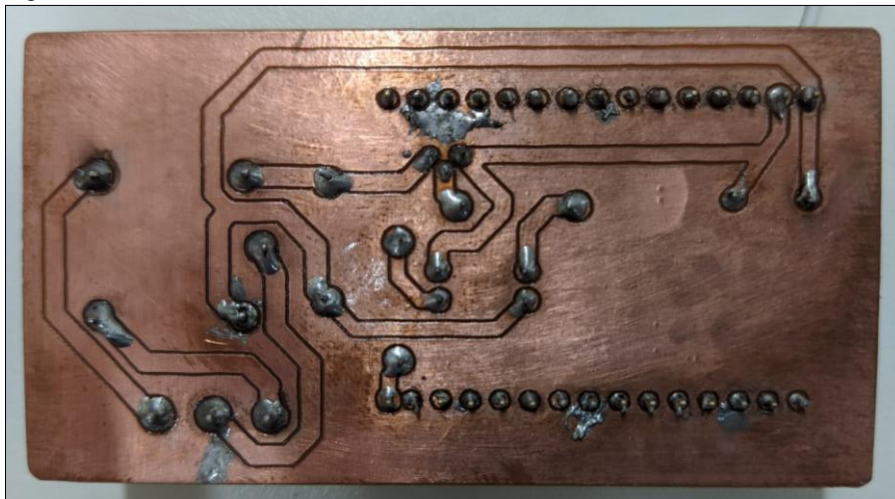
Figura 39 – Placa do acionamento de lâmpada sendo confeccionada pela fresadora.



Fonte: Autor (2022).

Com a placa pronta foi seguido para o próximo passo, que é a soldagem dos componentes eletrônicos. O resultado da solda dos componentes eletrônicos na placa pode ser observado na Figura 40. Após a solda foi passado verniz em *spray*, com o objetivo de retardar a oxidação do cobre da placa.

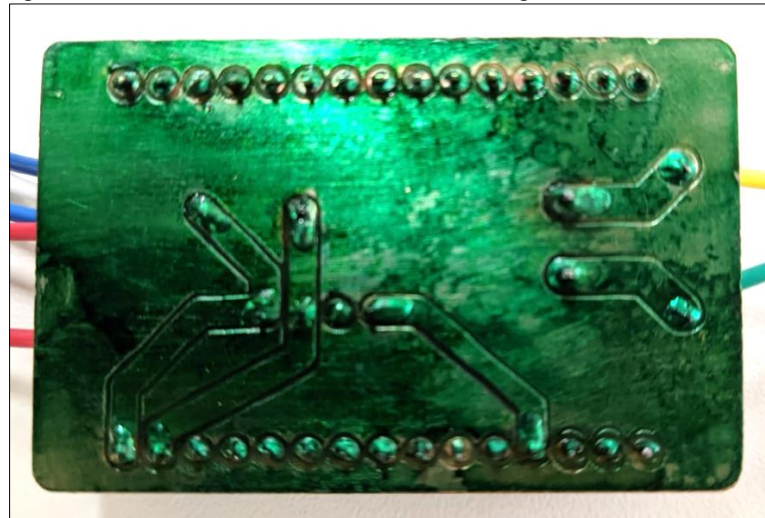
Figura 40 – Parte de baixo da PCB do módulo relé.



Fonte: Autor (2022).

Para a PCB do sensor de gás foram realizados os mesmos procedimentos da PCB do módulo relé, porém ao invés de *spray* foi utilizado pincel verde para retardar a oxidação do cobre da placa, como pode ser observado na Figura 41.

Figura 41 – Parte de baixo da PCB do sensor de gás.

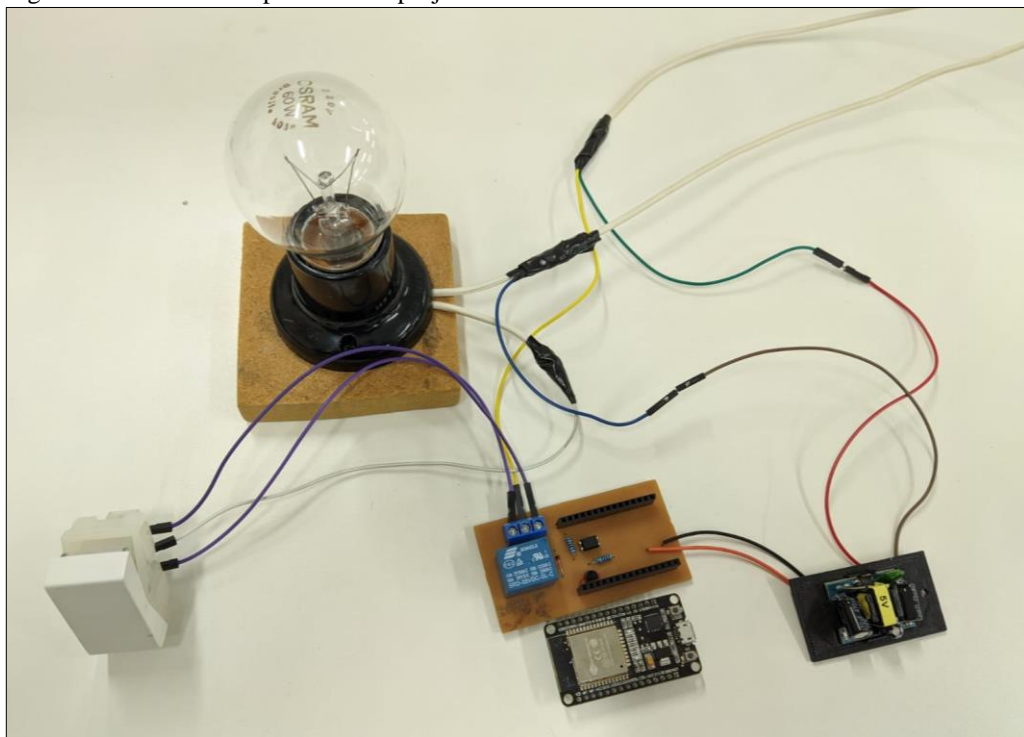


Fonte: Autor (2022).

4.5 Produto na prática

Na Figura 42 é possível observar um modelo simplificado de como é implementado o módulo relé ao utilizar a tensão de 220V convencional.

Figura 42 – Modelo simplificado do projeto do módulo relé.



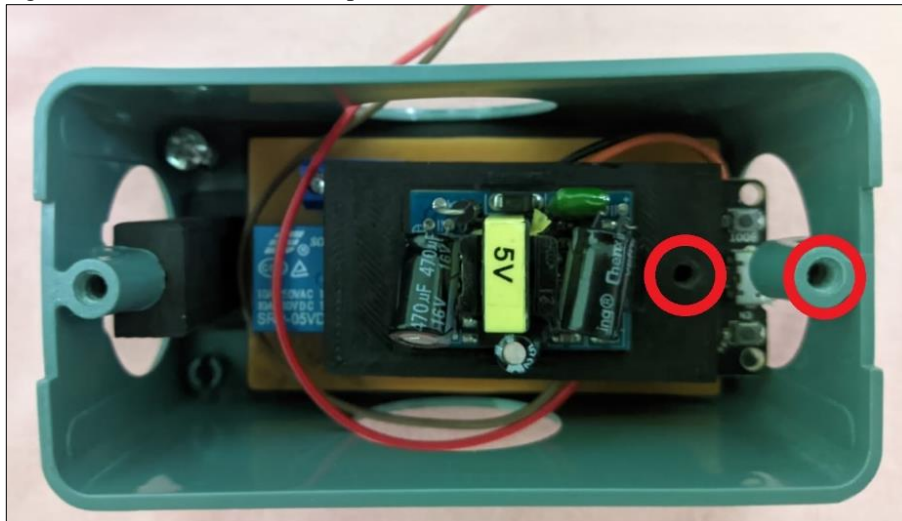
Fonte: Autor (2022).

Na imagem é possível observar a ligação em 220V chegando pela parte superior direita, onde é destinada aos diferentes pontos do circuito citados anteriormente.

O condutele que terá o módulo relé em seu interior ficará conforme mostrado na Figura 43, onde a fixação do suporte da mini fonte se dará pelo mesmo parafuso utilizado para

fixar o espelho do condutele, trazendo praticidade em algum caso de manutenção ou alteração de projeto, conforme indicado pelos círculos vermelhos abaixo.

Figura 43 – Condutele com componentes.



Fonte: Autor (2022).

A Figura 44 apresenta como o condutele com os componentes responsáveis pelo controle de luminárias são posicionados. Conforme apresentado anteriormente, são fixados ao lado do condutele já existente hoje, facilitando a instalação e passagem de fios.

Figura 44 – Posicionamento do condutele para acionamento da lâmpada.



Fonte: Autor (2022).

Os fios aparecendo na imagem são os que representam a entrada de alimentação de energia em 220V, aparecendo somente para demonstração, sendo que para a aplicação correta, estes irão chegar ao condutele pelo eletroduto preto mostrado na imagem.

Figura 45 – Posicionamento do condutele para o sensor de gás e fumaça.



Fonte: Autor (2022).

A Figura 45 apresenta como ficou posicionado o condutele do sensor de gás e fumaça na cozinha, posicionado logo acima do fogão a gás, onde aparecerá no aplicativo desenvolvido qualquer sinal de vazamento de gás ou fumaça que entrar em contato com ele. A passagem de fios acontece no teto logo acima do condutele, deixando aparente só o condutele com o sensor e seu respectivo *case*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento de um projeto de automação residencial no contexto da internet das coisas, visando o controle e monitoramento de uma residência. Esta residência já possuía toda a parte elétrica instalada, onde foi possível desenvolver soluções práticas e eficientes para o uso no dia a dia dos moradores.

Por meio do microcontrolador ESP32 foi possível realizar a comunicação sem fio entre dispositivos, por possuir a placa *Wi-Fi* integrada na sua estrutura, a qual foi essencial para a comunicação via rede. O aplicativo desenvolvido também teve papel fundamental nesse projeto, visto que é muito comum ver pessoas utilizando o telefone celular para os mais variados tipos de aplicações. Ter a função do controle dos dispositivos via telefone celular proporciona praticidade e conforto ao usuário.

A automação residencial é uma tecnologia que veio para agregar valor às residências e tende a cada vez mais ganhar espaço nesses ambientes. Após os resultados obtidos por meio da aplicação feita, pôde-se concluir que utilizando o ESP32 obteve-se sucesso no desenvolvimento do projeto proposto, atendendo por completo a proposta estipulada.

5.1 Perspectivas futuras

Sugestões e propostas de melhoria de projetos são coisas bem comuns em projetos de automação. As sugestões, em sua grande maioria, são oriundas de fontes confiáveis e que realmente tendem a agregar no trabalho, sendo em otimização de variáveis na programação com o objetivo de tornar o sistema mais rápido ou formas de aplicar o conhecimento obtido em diferentes aplicações.

Levando em consideração o trabalho apresentado são mostradas abaixo, em forma de lista, diferentes etapas a serem consideradas para a continuação do trabalho proposto, visando agregar mais valor ao projeto em um todo:

- Aprimorar o aplicativo com comando de voz e verificar a possibilidade de integrar o sistema a algum assistente virtual;
- Adicionar um sensor de corrente no sistema das luminárias para verificação do *status* atual das lâmpadas, para que o aplicativo receba essa informação e se atualize, pois no momento o aplicativo não reconhece se o sistema está ligado ou desligado;
- Ampliar o projeto para os demais cômodos da residência, visto que o aplicativo já está preparado para essa aplicação;
- Implementar outros dispositivos e sensores inteligentes à residência.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. J. et al. **Assistentes Virtuais Inteligentes: Conceitos e Estratégias: Um guia prático e teórico sobre como criar experiências e recordações encantadoras para os clientes da sua empresa.** Rio de Janeiro: BRASPORT Livros e Multimídia Ltda, 2013. 183 p.
- AMARAL, R. D. C. do; FILHO, A. C. de P. **A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia.** 2015.
- ARDUINO. **Arduino Uno Rev3.** Disponível em: <<https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- AUTODESK. **AutoCAD: software CAD 2D e 3D usado por milhões para desenhar, projetar e automatizar projetos em qualquer lugar, a qualquer momento.** Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>>. Acesso em: 25 jun. 2022.
- AUTOMAÇÃO. **Dicionário Dicio,** 03 out. 2009. Disponível em <<https://www.dicio.com.br/automacao/>>. Acesso em 26 jun. 2022.
- AUTOMATIZAÇÃO. **Dicionário Michaelis online,** 16 mar. 2017. Disponível em <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/automatiza%C3%A7%C3%A3o/>>. Acesso em 26 jun. 2022.
- CHEN, Y.-K. *Challenges and opportunities of internet of things.* In: **17th Asia and South Pacific design automation conference.** IEEE, 2012. p. 383-388.
- CIRCUIT DIGEST. **How Does MQ-2 Flammable Gas and Smoke Sensor Work with Arduino?.** Disponível em: <<https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interfacing-mq2-gas-sensor-with-arduino>>. Acesso em: 06 de julho de 2022.
- FERREIRA A. B. H. **Mini Aurélio: o dicionário da língua portuguesa.** Curitiba: Positivo, 2010.
- FILIPEFLOP. **Imagens dos componentes.** Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/>>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- FILIPEFLOP. **Sensor de Gas MQ-2 Inflamável e Fumaça.** Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-gas-mq-2-inflamavel-e-fumaca/>>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- FRANÇA, A. L.; CAMPOS V. A. **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL APLICADA PARA IDOSOS E PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS.** 2019. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade Doctum de Juiz de Fora, Campinas, 2019.

IDC BRASIL. **Automação residencial cresceu 21% em 2021: veja tendências para os próximos anos.** Disponível em: <<https://blog.positivocasainteligente.com.br/automacao-residencial-crescimento-2021-tendencia/#:~:text=De%20acordo%20com%20um%20estudo,aproximadamente%20291%20milh%C3%B5es%20de%20d%C3%B3lares.>>. Acesso em: 06 de julho de 2022.

JUNIOR, S. L. S.; SILVA, R. A. **Automação e instrumentação industrial com arduino: teoria e projetos.** 1. ed. São Paulo: Érica, 2015. 296 p.

JUNIOR, S. L. S.; SILVA, R. A. **Automação e instrumentação industrial com arduino: teoria e projetos.** 1. ed. São Paulo: Érica, 2015. 296 p.

JUNIOR, S. L. S.; SILVA, R. A. **Domótica: automação residencial e casas inteligentes com Arduino e ESP8266.** 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2019. 296 p.

KOYANAGI, F. **Introdução ao ESP32.** Disponível em: <<https://www.fernandok.com/2018/03/esp32-detalhesinternos-e-pinagem.html/>>. Acesso em: 29 de junho de 2022.

LEROY MERLIN. **Módulo de Interruptor Paralelo 10A PIAL Plus PIAL Legrand.** Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/modulo-de-interruptor-paralelo-10a-pial-plus-pial-legrand_85898071>. Acesso em: 06 de julho de 2022.

MARTÍN J. C. *Instalaciones domoticas.* Editex, 2010.

MAUÉS, M. P. **Um olhar sobre os assistentes virtuais personificados e a voz como interface.** 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MERCADO LIVRE. **Módulo Relé 8 Canais 5v Arduino Pic Raspberry Esp32.** Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1692696364-modulo-rele-8-canais-5v-arduino-pic-raspberry-esp32-_JM?quantity=1>. Acesso em: 06 de julho de 2022.

MONK, S. **Internet das Coisas: Uma Introdução com o Photon.** 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 187 p.

MONK, S. **Programação com arduino: começando com sketches.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017. 173 p. ISBN 978-85-8260-447-2.

MUKHOPADHYAY, S. C.; SURYADEVARA, N. K. *Internet of things: Challenges and opportunities.* **Internet of Things**, p. 1-17, 2014.

MY ALARM CENTER. *The History of Home Automation.* Disponível em: <<https://www.myalarmcenter.com/blog/the-history-of-home-automation/>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

NETO, M. P. **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.** 2009. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade São Francisco, Campinas, 2009.

NEW VOICE. **Automação residencial vai atingir US\$ 163 bi até 2028.** Disponível em: <<https://newvoice.ai/2022/01/21/automacao-residencial-vai-atingir-us-163-bi-ate-2028/>>. Acesso em: 06 de julho de 2022.

OLIVEIRA, T. C. de; LIMA, E. C. S. **UMA APLICAÇÃO WEB PARA MONITORAMENTO E ALERTA DE ALTAS TEMPERATURAS, GAS GLP E FUMAÇA DE UMA RESIDÊNCIA**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 1964–1979, 2022. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5490>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

PACETE, G. P. **Mais de 40% das empresas brasileiras planejam investir em IoT**. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/05/mais-de-40-das-empresas-brasileiras-planejam-investir-em-iot/>>. Acesso em: 06 de julho de 2022.

PERES, H. E. N. et al. Sistema de Controle e Monitoramento em Tempo Real de Gases para Uso Doméstico com Tecnologia Antivazamento. **RISTI**, Porto, n. 44, p. 84-99, dez. 2021. Disponível em: <http://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952021000400084&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 30 jun. 2022.

POSITIVO. **A história da automação residencial: cinco décadas de evolução**. Disponível em: <<https://blog.positivocasainteligente.com.br/historia-automacao-residencial/>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

PUREZA, J. do C. **DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: ALERTAS PARA CRIANÇAS SURDAS**. 2017. 144 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design de Produto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

ROSE, K. et al. *The internet of things: An overview*. **The internet society (ISOC)**, v. 80, p. 1-50, 2015.

ROVERI, M. R. **Automação Residencial**. 2012. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Redes de Computadores) – Faculdade Politec, Santa Bárbara d'Oeste, 2012.

SÁ, M. dos S. de. **DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO BASEADO EM IOT (INTERNET OF THINGS) PARA DETECÇÃO E PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS EM AMBIENTES RESIDENCIAIS**. 2022. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Eletrônica) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2022.

SANTIAGO, A. Z. F. S. et al. Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento e Controle Climático de Data Center Baseado em *Internet* das Coisas. In: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO CEARÁ, MARANHÃO, PIAUÍ (ERCEMAPI), 7., 2019, São Luís. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 246-253.

SILVA, D. S. da, **Desenvolvimento e implementação de um sistema de supervisão e controle residencial**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVERIO-FERNÁNDEZ, M. et al. *What is a smart device? - a conceptualisation within the paradigm of the internet of things*. *Visualization in Engineering*, p. 1-10, 2018.

SMART KITS. **ESP32 – Modelos mais populares**. Disponível em: <<https://blog.smartkits.com.br/esp32-modelos-mais-populares/>>. Acesso em: 06 de julho de 2022.

SOMFY. *A Quick History of Home Automation*. Disponível em: <<https://www.somfy.com.au/discover-somfy/blog/post/a-quick-history-of-home-automation>>. Acesso em: 11 jun. 2022.

SOUZA, M. A. C. de; SOARES, A. M. de S. **Aplicações do software AutoCAD em engenharia**. 8º Congresso de extensão universitária da UNESP, p. 1-4, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/142431>>.

SOUZA, T. L. **Dispositivos inteligentes: o uso do RFID em bibliotecas**. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão da Informação e do Conhecimento) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

TEZA V. R. **Alguns Aspectos Sobre a Automação Residencial - Domótica**. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

TÓFOLI, R. J. **CASA INTELIGENTE – SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**. 2014. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA, Assis, 2014.

USINAINFO. **CONVERSOR AC DC 5VDC 700MA / MINI FONTE 5V - ENTRADA 85 A 265VAC**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/mini-fonte-pci/conversor-ac-dc-5vdc-700ma-mini-fonte-5v-entrada-85-a-265vac-5877.html>>. Acesso em: 24 ago. 2022.

USINAINFO. **INTERRUPTOR PARALELO NO CONTROLE DE LÂMPADA COM ARDUINO E RELÉ**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/blog/interruptor-paralelo-no-controle-de-lampada-com-arduino/>>. Acesso em: 06 de julho de 2022.

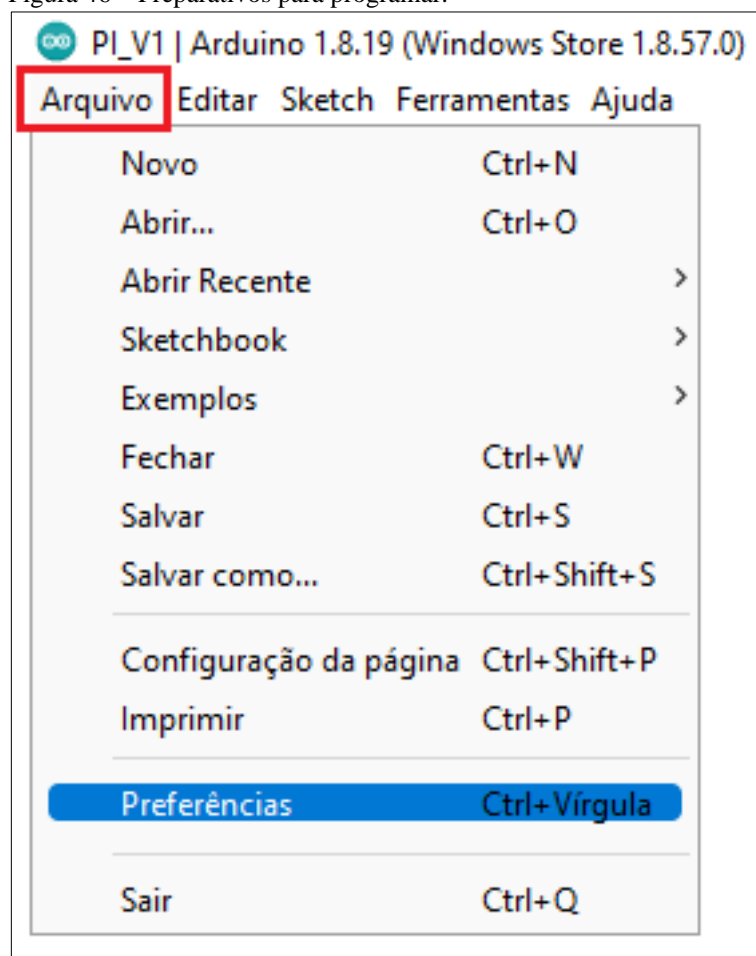
USINAINFO. **SENSOR DE GÁS ARDUINO MQ-2 PARA GASES INFLAMÁVEIS E FUMAÇA**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/blog/sensor-de-gas-arduino-mq-2-para-gases-inflamaveis-e-fumaca/>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

APÊNDICE A – Como configurar o ESP32 no Arduino IDE

O primeiro passo é baixar o *software* Arduino IDE através do site <https://www.arduino.cc/en/software>, selecionando a versão de acordo com o sistema operacional do computador a ser utilizado. Após o *download*, o próximo passo é instalar e abrir o *software*.

Depois de aberto, deve-se clicar na aba arquivo e clicar em preferências, também podendo ser utilizado o atalho Ctrl + Vírgula, conforme mostrado na Figura 46.

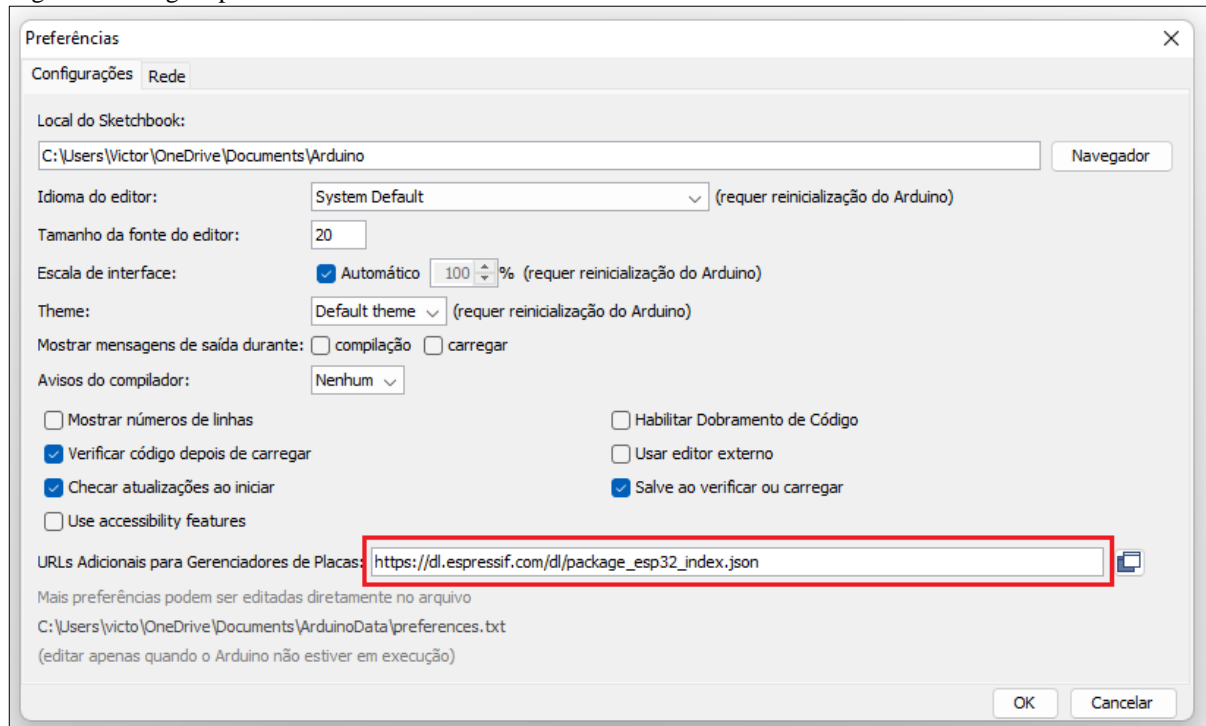
Figura 46 – Preparativos para programar.



Fonte: Autor (2022).

Após clicar em preferências, será aberta a janela da Figura 47, onde deve-se colar o *link* “https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json” no campo destacado em vermelho e depois clicar em “OK”.

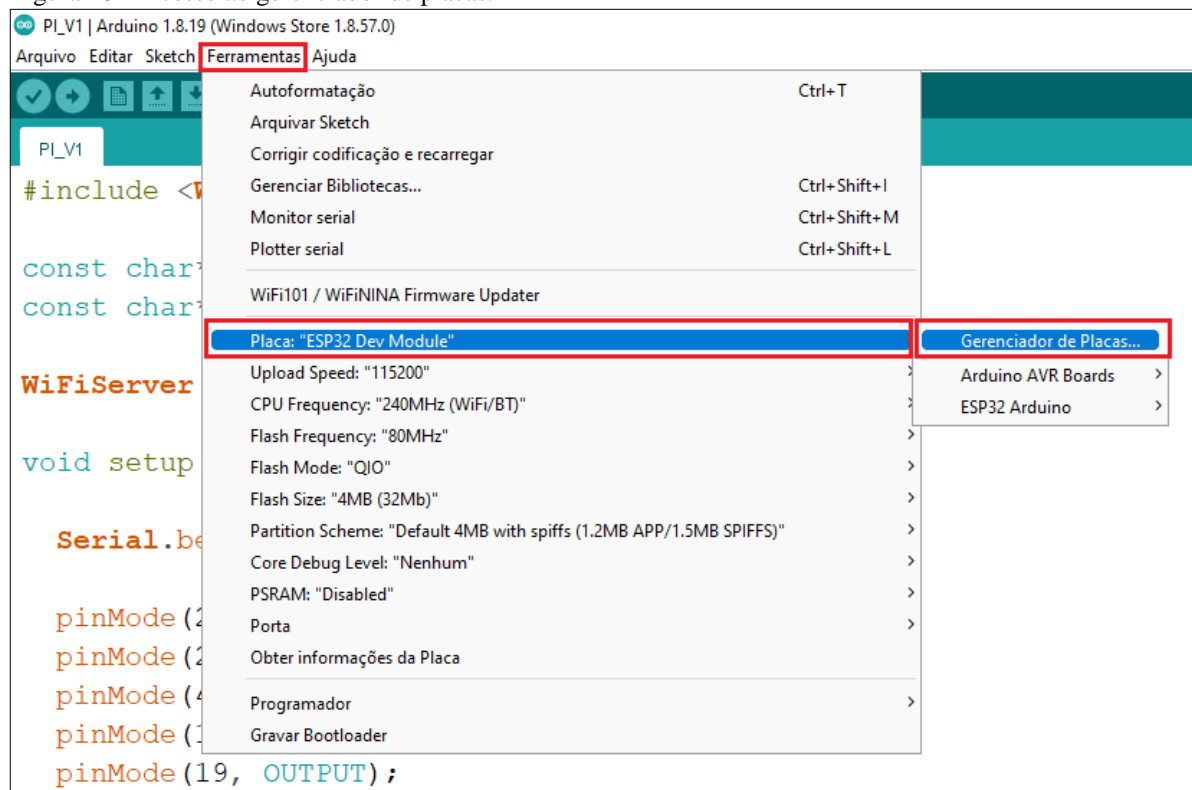
Figura 47 – Página preferências.



Fonte: Autor (2022).

Feito isso, devemos seguir para o próximo passo, que é abrir o gerenciador de placas, clicando nos locais destacados em vermelho na Figura 48.

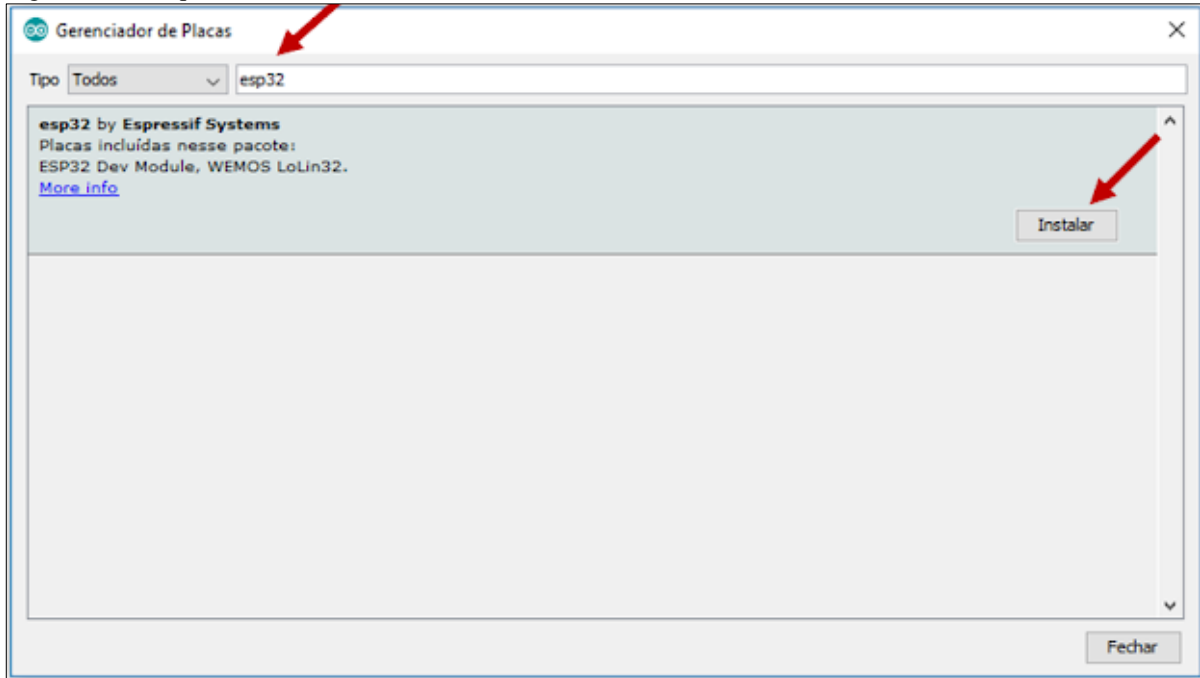
Figura 48 – Acesso ao gerenciador de placas.



Fonte: Autor (2022).

Depois é necessário digitar “ESP32” na caixa de pesquisa destacada em vermelho na Figura 49 e depois clicar em “Instalar”, para que seja adicionada a placa do ESP32 ao Arduino IDE.

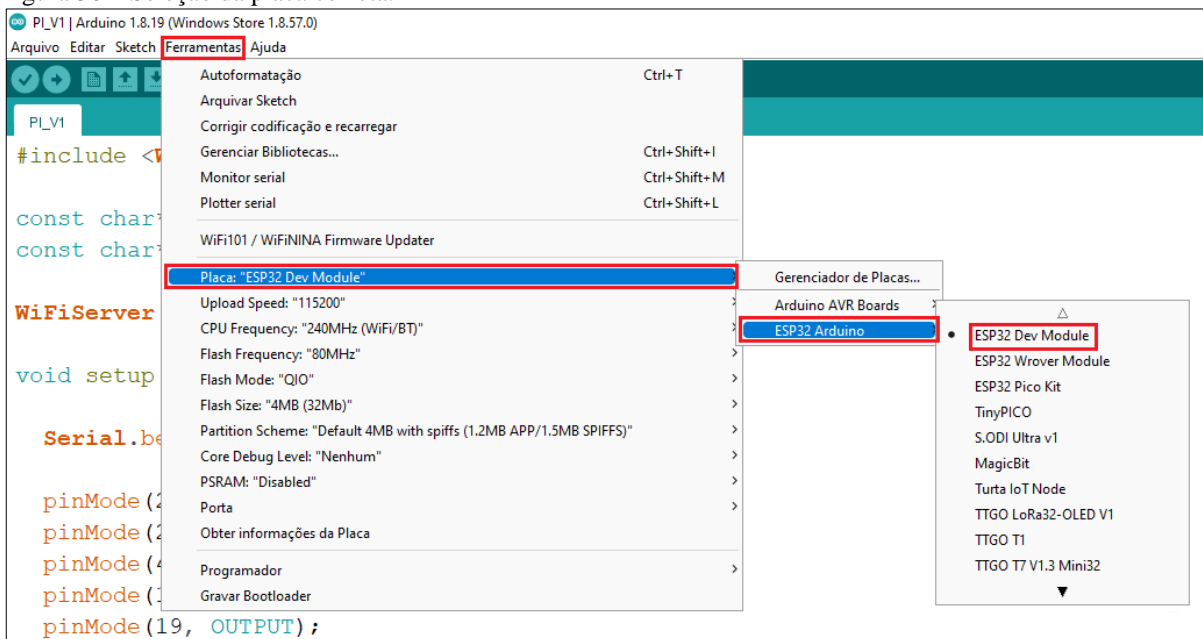
Figura 49 – Pesquisa da biblioteca do ESP32.



Fonte: Autor (2022).

Logo após basta selecionar a placa correta do ESP32 utilizado, que nesse caso é a ESP32 Dev Module, seguindo os destaques em vermelho da Figura 50.

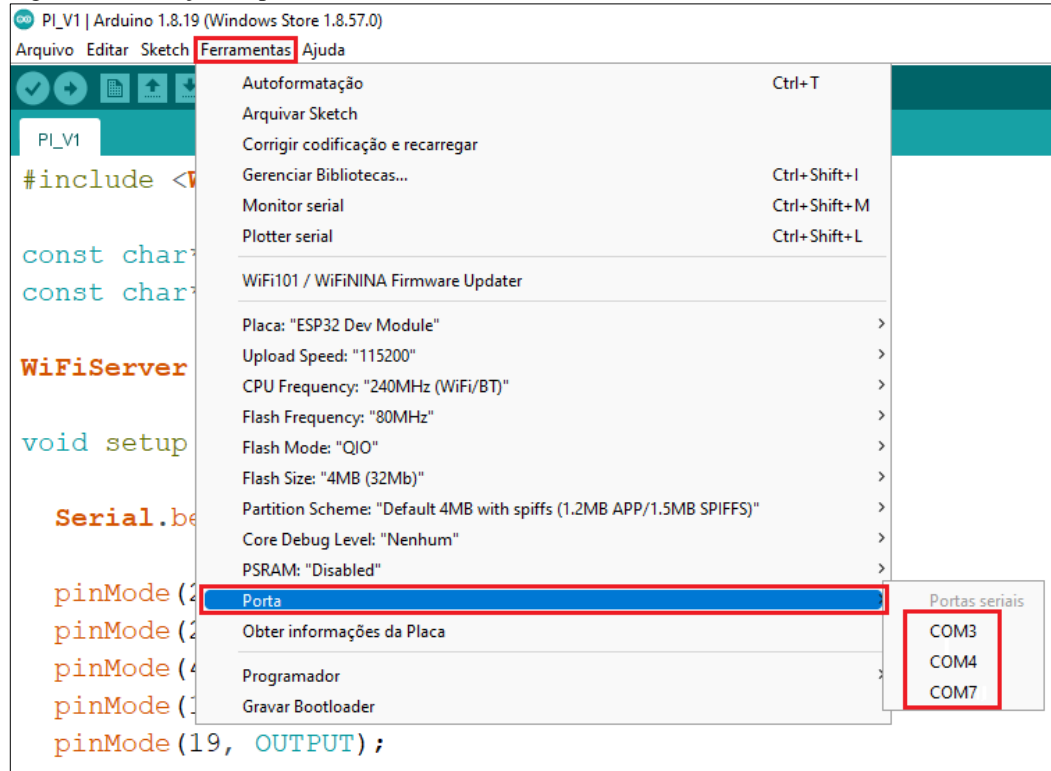
Figura 50 – Seleção da placa correta.



Fonte: Autor (2022).

Por fim, basta verificar se a Porta COM do Arduino está conseguindo se comunicar com o ESP32. Para selecionar a porta correta, é necessário clicar nos locais destacados em vermelho na Figura 51.

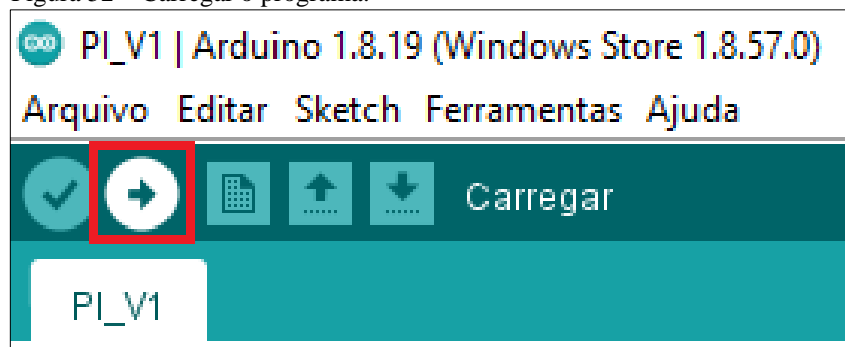
Figura 51 – Seleção da porta COM correta.



Fonte: Autor (2022).

A partir desses passos o ESP32 estará configurado e pronto para receber a programação via transferência de dados. Para enviar o programa para o ESP32 é necessário clicar no botão “carregar” (Figura 52) e caso não tenha nenhum problema de compilação, o programa será enviado. O código da programação do ESP para as luminárias está exposto no APÊNDICE B – Lógica da programação do ESP32 das luminárias e para o sensor no APÊNDICE C – Lógica da programação do ESP do sensor de gás e fumaça.

Figura 52 – Carregar o programa.



Fonte: Autor (2022).

APÊNDICE B – Lógica da programação do ESP32 das luminárias

```

#include <WiFi.h>
const char* ssid = "ssid";
const char* password = "password";

WiFiServer server(80);

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(23, OUTPUT);
  Serial.println();
  Serial.print("Conectando-se a ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");}
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi conectada.");
  Serial.println("Endereço de IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  server.begin();
}

void loop(){
  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    Serial.println("Não foi possível conectar");
    WiFi.reconnect();
    delay(10000);}
  WiFiClient client = server.available();
  if (client) {
    Serial.println("New Client.");
    String currentLine = "";
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) {
        char c = client.read();
        Serial.write(c);
        if (c == '\n') {
          if (currentLine.length() == 0) {
            client.println("HTTP/1.1 200 OK");
            client.println("Content-type:text/html");
            client.println();
            break;}
          else {
            currentLine = "";}
        } else if (c != '\r') {
          currentLine += c; }
        if (currentLine.endsWith("GET /01")) {
          digitalWrite(23, HIGH);}
        if (currentLine.endsWith("GET /02")) {
          digitalWrite(23, LOW);}
      }
    }
    client.stop();
    Serial.println("Client Disconnected.");
  }
}

```

APÊNDICE C – Lógica da programação do ESP do sensor de gás e fumaça

```

#include <WiFi.h>
const char* ssid = "ssid";
const char* password = "password";

WiFiServer server(80);
int Gas_analog = 34;
void setup(){
  Serial.begin(115200);
  pinMode(34, INPUT);
  Serial.println();
  Serial.print("Conectando-se a ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    delay(500);
    Serial.print(".");}
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi conectada.");
  Serial.println("Endereço de IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  server.begin();}

void loop(){
  int gassensorAnalog = analogRead(Gas_analog);
  Serial.print("Gas Sensor: ");
  Serial.print(gassensorAnalog);
  Serial.print("\t");
  delay(1000);
  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED){
    Serial.println("Não foi possível conectar");
    WiFi.reconnect();
    delay(1000);}
  WiFiClient client = server.available();
  if (client) {
    Serial.println("New Client.");
    String currentLine = "";
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) {
        char c = client.read();
        Serial.write(c);
        if (c == '\n') {
          if (currentLine.length() == 0) {
            break;
          } else {
            currentLine = "";}
        } else if (c != '\r') {
          currentLine += c;}
        if (currentLine.endsWith("GET /1")) {
          client.println("HTTP/1.1 200 OK");
          client.println("Content-type:text/html");
          client.println();
          client.print(gassensorAnalog);
          client.println("*/</h1></center>*/");}
        }
      }
    client.stop();
    Serial.println("Client Disconnected."); }}

```