

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

**Etec TEREZA APARECIDA CARDOSO NUNES DE OLIVEIRA
ENSINO MÉDIO ARTICULADO AO TÉCNICO EM ELETRÔNICA**

Nomes

Guilbert Martins de Sousa

Guilherme dos Anjos Andrade Marim

João Vitor Lucas da Silva

Leandro de Sena Miranda Ferreira

Pedro Barbosa Vieira Nadigi

Rebeca de Souza Amorim

**IOTFY: PROJETO VERSÁTIL DE AUTOMAÇÃO ATRAVÉS DE
PLACAS PCB**

São Paulo – SP

2025

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

**Etec TEREZA APARECIDA CARDOSO NUNES DE OLIVEIRA
ENSINO MÉDIO ARTICULADO AO TÉCNICO EM ELETRÔNICA**

Guilbert Martins de Sousa

Guilherme dos Anjos Andrade Marim

João Vitor Lucas da Silva

Leandro de Sena Miranda Ferreira

Pedro Barbosa Vieira Nadigi

Rebeca de Souza Amorim

**IOTFY: PROJETO VERSÁTIL DE AUTOMAÇÃO ATRAVÉS DE
PLACAS PCB**

Projeto apresentado como requisito do componente curricular de Desenvolvimento de Trabalho de Conclusão de Curso Ensino Médio articulado ao Técnico em Eletrônica sob a orientação das Profa Me. Adriana Cristina Ruescas e Daniele Vasquez Quiero

São Paulo – SP

2025

Guilbert Martins de Sousa
Guilherme dos Anjos Andrade Marim
João Vitor Lucas da Silva
Leandro de Sena Miranda Ferreira
Pedro Barbosa Vieira Nadigi
Rebeca de Souza Amorim

Projeto apresentado como requisito do componente curricular de Desenvolvimento de Trabalho de Conclusão de Curso Ensino Médio articulado ao Técnico em Eletrônica sob a orientação das Profa Me. Adriana Cristina Ruescas e Daniele Vasquez Quiero

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Prof. _____

Assinatura _____

Dedicamos este trabalho aos nossos pais e familiares, aos colegas, e aos professores.

AGRADECIMENTOS

Ao longa da vida e de nossa jornada acadêmica, nos deparamos com diversos desafios que só são superados devido ao apoio de algumas pessoas. Agradecemos aos professores da ETEC Tereza Nunes, em especial as nossas orientadoras, Professora Danieli e Adriana que contribuíram com nosso desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal. Também abriram suas portas para conhecimento do espaço e compartilharam conosco todo seu vasto conhecimento sobre eletrônica e automação. As nossas famílias e amigos que nos apoiaram em todas as dificuldades até esse momento.

E em especial, ao professor Douglas de Souza Rodrigues, pelo apoio no projeto e ajuda em dificuldades encontradas durante o processo.

RESUMO

Com o avanço da Internet das Coisas (IoT) e o aumento das demandas por controle ambiental em diferentes setores, torna-se essencial o desenvolvimento de soluções capazes de realizar monitoramento eficiente e adaptável de ambientes. O projeto IOTFY propõe uma placa eletrônica baseada no microcontrolador ESP32, projetada para realizar o monitoramento em tempo real de variáveis ambientais, como temperatura e umidade, por meio de sensores de precisão e controle automatizado de equipamentos. O projeto teve origem na necessidade apresentada por uma empresa parceira, cujos componentes apresentavam falhas frequentes devido à ausência de um sistema de controle climático. A partir dessa demanda, foi idealizada uma solução embarcada que unisse tecnologia, simplicidade e personalização, permitindo monitoramento autônomo e acionamento de dispositivos por meio de conectividade via Wi-Fi. A versatilidade da placa IOTFY ONE é um dos principais diferenciais do projeto, possibilitando sua aplicação em múltiplos cenários – desde ambientes industriais, passando por estufas agrícolas, até residências e laboratórios. Seu design modular, compacto e adaptável facilita a substituição ou adição de sensores e atuadores, conforme a necessidade do usuário.

Palavras-chave: IoT, Internet das coisas, Internet of Thing, Automação, Indústria.

ABSTRACT

With the advancement of the Internet of Things (IoT) and the increasing demands for environmental control in different sectors, the development of solutions capable of performing efficient and adaptable environmental monitoring becomes essential. The IOTFY project proposes an electronic board based on the ESP32 microcontroller, designed to perform real-time monitoring of environmental variables, such as temperature and humidity, through precision sensors and automated equipment control. The project originated from a need presented by a partner company, whose components frequently failed due to the absence of a climate control system. From this demand, an embedded solution was conceived that combined technology, simplicity, and customization, allowing autonomous monitoring and activation of devices through Wi-Fi connectivity. The versatility of the IOTFY ONE board is one of the project's main differentiators, enabling its application in multiple scenarios – from industrial environments and agricultural greenhouses to homes and laboratories. Its modular, compact, and adaptable design facilitates the replacement or addition of sensors and actuators, according to the user's needs.

Keywords: IoT, Internet of Things, Automation, Industry.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de projeto	24
Tabela 2 – Materiais Utilizados e custos	25
Tabela 3 – Custo de componentes	40
Tabela 4 – Custo de mão de obra	41
Tabela 5 – Gasto total e preço de venda	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dispositivos conectados pela Internet das Coisas	16
Figura 2 - Diagrama de Blocos das principais áreas das aplicações com Internet das Coisas.	17
Figura 3 - Pinagem ESP-WROOM-32 Node MCU.	19
Figura 4 - Sensor de Umidade DTH11	21
Figura 5 - Topologia MQTT	22
Figura 6 - Diagrama de Blocos	27
Figura 7- Design 3D da placa IOTFY ONE no software circuit maker	29
Figura 8 - Procedimento de Soldagem dos Componentes na Placa de Teste	30
Figura 9 - Encaixe dos componentes e distribuição interna do quadro de testes	31
Figura 10 - Print da etapa do gerenciador de placas	32
Figura 11 - Tela de comando do aplicativo ESP RainMaker.	33
Figura 12 - Quadro elétrico montado para os testes do sistema IOTFY ONE.	37
Figura 13 - Interior do quadro durante os testes	38
Figura 14 - Monitoramento do sensor via aplicativo ESP RainMaker	38
Figura 15 - Equipe IOTFY presente na feira tecnológica de 2025 Etec Tereza Nunes	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 O Problema	12
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 Delimitação do Estudo	14
1.4 Relevância do Estudo	14
1.5 Organização do Trabalho	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 Internet das Coisas (IoT)	16
2.2 Automação Residencial	17
2.3 Componentes do Projeto	18
2.3.1 Microcontrolador ESP32	18
2.3.2 Transistor BD139	19
2.3.3 Amplificador Operacional LM358	19
2.3.4 Diodo 1N4007	19
2.3.5 Transistor BC547	20
2.3.6 Relé	20
2.3.7 LED 0805 SMD	20
2.3.8 Resistores da Série E24	20
2.3.9 Sensor de Temperatura e Umidade DHT11	21
2.4 Protocolo de Comunicação	21
2.4.1 MQTT	22
3 DESENVOLVIMENTO	23
3.1 Levantamento de Variáveis a Serem Monitoradas e Controladas	23
3.1.1 Tabela – Cronograma de Projeto	24
3.2 Hardware	24
3.2.1 Materiais Utilizados	25
3.2.2 Diagrama de blocos do circuito	27
3.2.3 Circuito	27
3.2.4 Projeto da Placa IOTFY ONE	28
3.2.4.1 Dimencionamento	29
3.2.4.2 Desenvolvimento do Quadro de Testes	30
3.3 Software	31
3.3.1 Programas Utilizados	31

3.3.2 Configuração do Arduino IDE e Integração com ESP32.....	31
3.4 Aplicativo ESP RainMaker.....	32
3.4.1 Programação Utilizada para Integração com o Sistema.....	34
3.5 Estudos de Casos.....	35
Situação 1 – Indústria de Alimentos.....	35
Situação 2 – Indústria Química.....	35
Situação 3 – Indústria de Manufatura.....	35
4 RESULTADOS	36
4.1 Análise de Desempenho da Placa IOTFY ONE	36
4.2 Procedimentos da simulação	37
4.3 Resultados da simulação	38
5 RESULTADOS	40
5.1 Projeto final	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia embarcada e da Internet das Coisas (IoT), uma infinidade de microcontroladores têm surgido no mercado, oferecendo soluções cada vez mais poderosas e acessíveis para diversos tipos de projetos. Entre esses avanços destaca-se o ESP32, um microcontrolador desenvolvido pela Espressif Systems, que se tornou uma das opções mais completas e versáteis disponíveis atualmente. Com a automação, o usuário possui total controle dos sistemas de acordo com seus hábitos, necessidades e preferências. Sistemas como sensores de fumaça, fechaduras eletrônicas, cortinas, climatização, iluminação e temporizadores, são alguns exemplos de recursos que podem ser automatizados nas residências. (ATZORI; IERA; MORABITO 2010) A chamada 4ª Revolução Industrial modificou totalmente o relacionamento diário das pessoas com as novas tecnologias de monitoramento, através da integração de dispositivos físicos conectados a uma rede para troca de informações, sendo essa infraestrutura de conexões denominada de Internet das Coisas, do inglês, Internet of Things (IoT) (ROSA, SOUZA e SILVA, 2020; SANTOS et al., 2018).

O ESP32 é uma evolução do famoso ESP8266, trazendo uma série de recursos adicionais que o tornam ideal para aplicações em IoT. Um de seus principais diferenciais é a conectividade integrada: ele possui Wi-Fi e Bluetooth nativos, eliminando a necessidade de módulos externos, como ocorre com o Arduino Uno, que requer componentes adicionais como o módulo Wi-Fi ESP8266 ou o módulo Bluetooth HC-05. Equipado com um processador dual-core de 32 bits rodando a 240 MHz, o ESP32 oferece um desempenho significativamente superior aos microcontroladores tradicionais de 8 bits, como o Arduino Uno, que opera a apenas 16 MHz. Essa capacidade de processamento o torna ideal para aplicações mais exigentes, como automação residencial, sistemas de monitoramento em tempo real, reconhecimento de voz, visão computacional e muito mais.

Além de sua performance, o ESP32 também se destaca pela flexibilidade na programação. Ele pode ser programado em C/C++, MicroPython, Lua, JavaScript, entre outras linguagens, permitindo ao desenvolvedor escolher a que mais se adapta ao seu projeto.

Um dos campos onde o ESP32 mais brilha é na automação residencial, conforme observado por José et al. (2012), a automação residencial, inicialmente associada a status e modernidade. Com relés, é possível controlar dispositivos elétricos como lâmpadas, ventiladores, eletrodomésticos e até sistemas de irrigação automatizados, tudo isso de forma remota, por meio da internet. As vantagens dos sistemas autônomos, como: eficiência energética, custos e precisão, possibilitada por desenvolvimento dos equipamentos e sistemas da automação, também trouxe muitos benefícios para o setor doméstico, surgindo o conceito de domótica, que visa beneficiar ambientes residenciais através da sua automatização (BOLZANI, 2004). A combinação do ESP32 com relés abre portas para a criação de casas inteligentes totalmente personalizadas, onde comandos podem ser enviados via aplicativo, navegador web ou assistentes virtuais.

Mesmo com tantos recursos, o ESP32 mantém um excelente custo-benefício, sendo uma solução acessível e altamente eficiente. Seu preço competitivo, aliado às funcionalidades avançadas, faz com que seja uma das melhores opções para quem deseja iniciar ou expandir projetos de IoT.

Entre as inúmeras possibilidades de aplicação do ESP32, podemos citar: despertadores inteligentes, sensores de fumaça, câmeras de segurança, sistemas de rastreamento de bens, monitores de saúde, entre outros. Com sua conectividade integrada e capacidade de controle por relé, o ESP32 torna-se um pilar essencial para o desenvolvimento de soluções modernas, eficientes e inteligentes.

1.1 O PROBLEMA

A empresa parceira estava enfrentando um problema relacionado às condições do ambiente onde determinados componentes eletrônicos estavam sendo utilizados. Devido ao calor, à umidade e à falta de ventilação adequada, esses componentes tendiam a perder vida útil. Como consequência, a empresa passou a ter gastos maiores com manutenção e substituição desses componentes. A principal causa desse problema foi a ausência de um sistema automatizado para controle da temperatura e do ambiente. Como seria feito para solucionar este problema?

1.2 OBJETIVOS

O principal objetivo do projeto é melhorar as condições do ambiente onde os componentes eletrônicos estão instalados, por meio de um sistema automatizado de controle de temperatura e ventilação. Com isso, pretende-se proteger os equipamentos, aumentar sua durabilidade e reduzir os custos com manutenção.

Além disso, o projeto também tem como objetivo o desenvolvimento de placas eletrônicas versáteis, que não se limitem apenas a essa situação específica, mas que possam ser adaptadas para diferentes demandas, como sistemas de automação residencial, monitoramento ambiental, controle de equipamentos industriais, entre outros. Dessa forma, o projeto não apenas resolve um problema atual, mas também abre caminho para futuras aplicações em diversas áreas.

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma placa eletrônica baseada no microcontrolador ESP32, com foco no monitoramento e controle de ambientes em geral, utilizando recursos de automação e Internet das Coisas (IoT) ou Bluetooth. O sistema busca garantir condições adequadas para o funcionamento de equipamentos eletrônicos, prevenindo falhas e desgastes, além de oferecer uma solução versátil, que possa ser adaptada a diferentes tipos de ambientes e aplicações futuras.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Pretende-se implementar sensores capazes de medir variáveis como temperatura, umidade e, se necessário, a qualidade do ar, a fim de coletar dados relevantes sobre o ambiente monitorado.
- Desenvolvimento de um sistema automatizado de controle de ventilação ou climatização, que atuará sempre que os valores estiverem fora dos limites adequados.
- Integrar o sistema à Internet das Coisas (IoT), permitindo o acesso remoto às informações e ao controle do ambiente por meio de conexões Wi-Fi ou Bluetooth.
- Criação de uma interface simples e intuitiva, que permita ao usuário visualizar os dados e interagir com o sistema de forma prática.
- Busca garantir que a solução desenvolvida seja versátil, permitindo sua adaptação a diferentes contextos, como ambientes industriais, comerciais,

residenciais ou agrícolas, e validar seu funcionamento em situações reais, identificando possíveis melhorias para versões futuras.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O propósito do projeto é a versatilidade, com que haja a produção de diferentes tipos de placas dependendo da demanda dos nossos clientes. Nosso estudo tende a abranger desde setores industriais, e residenciais, tendo como foco automatizar ambientes.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A escolha desse tema justifica-se pela relevância e importância do mesmo. Em um contexto onde a tecnologia está evoluindo, torna-se viável compreender a internet das coisas (IOT). O estudo atual, busca explorar e contribuir para a indústria, em busca de maior versatilidade, eficiência e praticidade dentro do mercado de trabalho.

O trabalho também possui importância acadêmica, ao possibilitar aplicações práticas dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado em quatro capítulos principais, além dos elementos pós-textuais.

No Capítulo 1, apresenta-se a introdução do projeto, contendo a contextualização do problema, a justificativa, os objetivos geral e específicos e a importância da proposta desenvolvida para aplicações em automação residencial e industrial.

O Capítulo 2 corresponde à revisão da literatura, abordando os conceitos essenciais para o entendimento do projeto, incluindo Internet das Coisas (IoT), sistemas embarcados, comunicação sem fio, automação e os principais componentes eletrônicos utilizados, como o microcontrolador ESP32 e sensores ambientais.

O Capítulo 3 refere-se ao desenvolvimento do projeto, detalhando a concepção do sistema, a arquitetura de hardware, o funcionamento da placa IOTFY ONE, as etapas de implementação, programação, testes de bancada e validação dos circuitos e funcionalidades.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos, analisando o desempenho da solução em diferentes condições de uso, verificando a eficiência da placa, o comportamento dos sensores, a resposta do sistema via ESP RainMaker e a estabilidade do controle remoto via aplicativo.

Ao final, são apresentados os elementos pós-textuais, como referências, anexos, apêndices, orçamento e cronograma, que complementam a compreensão do projeto e comprovam sua execução.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura, tem como objetivo fornecer uma base teórica necessária sobre protocolos de comunicação, tecnologia e componentes que envolvem o funcionamento da automação e monitoramento de sistemas, com o uso da esp32. Este capítulo irá abordar o histórico e os avanços do IOT(internet das coisas) e a automação residencial. Serão apresentados os principais componentes eletrônicos envolvidos, os protocolos de comunicações, além das vantagens e oportunidades que surgem com a implementação de automação de monitoramento.

2.1 INTERNET DAS COISAS (IOT)

A internet das coisas, é um conceito fundamental quando o assunto é automação residencial, ela tem transformado a maneira como interagimos com o ambiente e a tecnologia. A IoT é um modelo de rede em que objetos físicos são interconectados, permitindo que troquem dados entre si e com sistemas de controle (ROSA, SOUZA e SILVA, 2020). As aplicações da IOT não se resume mais somente a ambientes industriais, atualmente, a internet das coisas está presente em ambientes domésticos, criando a possibilidade de ambientes inteligentes e monitoramento de forma simples. A implementação de microcontroladores nos dias de hoje nos mostra uma solução mais acessível, eficiente e de alto desempenho.

Figura 1 - Dispositivos conectados pela Internet das Coisas.



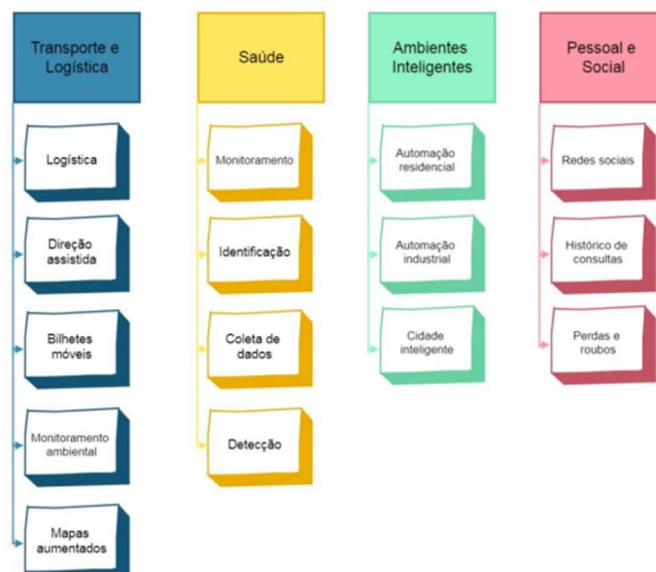
Fonte: Alecrim (2016).

No contexto residencial, isso se traduz em sistemas como controle de iluminação, climatização, segurança e consumo de energia, todos acessíveis remotamente por meio de aplicativos ou assistentes virtuais.

2.2 Automação Residencial

A automação residencial, também conhecida como *domótica*, consiste na aplicação de tecnologias para tornar casas mais inteligentes, confortáveis, seguras e eficientes. Através da automação, é possível controlar diversos dispositivos – como lâmpadas, eletrodomésticos, fechaduras e sistemas de ventilação – com base em programações pré-definidas ou interações em tempo real por meio de smartphones e outros dispositivos conectados.

Figura 2 - Diagrama de Blocos das principais áreas das aplicações com Internet das Coisas.



Fonte: Atzori, Iera e Morabito (2010).

Conforme José et al. (2012), a automação residencial deixou de ser apenas uma tendência de luxo para se tornar uma solução prática, acessível e funcional, principalmente com a popularização de microcontroladores de baixo custo como o ESP32. Já Bolzani (2004) destaca que a automação pode trazer benefícios como economia de energia, segurança, praticidade e valorização do imóvel.

Com o avanço da IoT, os sistemas de automação passaram a contar com sensores que monitoram variáveis como temperatura, umidade, luminosidade e qualidade do ar, reagindo automaticamente a essas condições por meio de atuadores como ventiladores, cortinas motorizadas e aquecedores.

2.3 Componentes do Projeto

O projeto utiliza diversos componentes eletrônicos que, integrados, garantem um sistema funcional e seguro. Entre eles, destacam-se semicondutores para chaveamento e proteção, resistores para estabilização, LEDs como indicadores visuais, relés para acionamento de cargas e amplificadores operacionais para tratamento de sinais, assegurando o desempenho adequado do circuito.

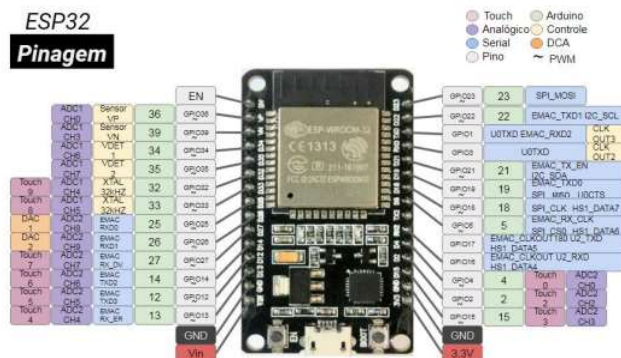
2.3.1 Microcontrolador ESP32

O ESP32 é um microcontrolador de 32 bits desenvolvido pela Espressif Systems, amplamente utilizado em aplicações de IoT e automação. Ele se destaca por seu conjunto robusto de funcionalidades, incluindo conectividade Wi-Fi e Bluetooth integradas, suporte a múltiplas interfaces digitais (GPIO, I2C, SPI, UART, PWM, entre outras), e processamento dual-core com clock de até 240 MHz.

Comparado a plataformas como o Arduino Uno, o ESP32 oferece maior poder de processamento, maior capacidade de memória e conectividade nativa, dispensando a necessidade de módulos externos adicionais. Isso o torna uma escolha ideal para projetos que exigem desempenho e conectividade, como sistemas de monitoramento ambiental e controle de dispositivos em tempo real.

Além disso, sua compatibilidade com diversas linguagens de programação, como C++, MicroPython e Lua, facilita o desenvolvimento de soluções flexíveis e adaptáveis a diferentes contextos.

Figura 3: Pinagem ESP-WROOM-32 Node MCU.



(Fonte: <https://www.curtocircuito.com.br/blog/Categoria%20IoT/conhecendo-esp32>).

2.3.2 Transistor BD139

O BD139 é um transistor bipolar de junção (BJT) do tipo NPN, utilizado em aplicações de potência moderada, como acionamento de motores, controle de relés e circuitos amplificadores. Ele suporta correntes até 1,5 A, tensões de coletor até 80 V e potências de dissipação até 12,5 W com dissipador apropriado.

Segundo Boylestad e Nashelsky (2014), “os transistores BJT de média potência, como o BD139, são largamente aplicados no acionamento de cargas indutivas, onde a robustez e a capacidade de dissipação térmica são essenciais” (BOYLESTAD; NASHELSKY, 2014).

2.3.3 Amplificador Operacional LM358

O LM358 é um amplificador operacional de baixa potência, ideal para aplicações que exigem baixo consumo e operação com fonte simples, como em sistemas embarcados. Pode ser usado como comparador, seguidor de tensão ou amplificador de sinais de sensores.

De acordo com Franco (2002), “os amplificadores operacionais integrados, como o LM358, são essenciais para o condicionamento de sinais analógicos, dada sua alta impedância de entrada e fácil configuração em várias topologias” (FRANCO, 2002).

2.3.4 Diodo 1N4007

O 1N4007 é um diodo retificador de silício, utilizado para proteção contra surtos de tensão, retificação de corrente alternada e proteção de cargas indutivas, como bobinas de relés e motores.

Segundo Malvino e Bates (2017), "os diodos de uso geral como o 1N4007 são largamente utilizados em fontes de alimentação e circuitos de proteção contra corrente reversa" (MALVINO; BATES, 2017).

2.3.5 Transistor BC547

O BC547 é um transistor NPN de baixa potência, muito empregado no ensino de eletrônica básica e em projetos de acionamento de cargas pequenas, como LEDs e pequenos relés.

De acordo com BASTOS (2018), "transistores bipolares como o BC547 são componentes chave em circuitos de comutação e amplificação de pequenos sinais" (BASTOS, 2018).

2.3.6 Relé

O relé é um componente eletromecânico usado para controlar cargas de maior potência a partir de sinais de baixa tensão, como aqueles fornecidos por microcontroladores. O relé proporciona isolamento elétrico entre o circuito de controle e a carga.

Chapman (2002) descreve: "os relés são componentes fundamentais para sistemas de controle e automação, permitindo o acionamento de cargas elevadas com segurança" (CHAPMAN, 2002).

2.3.7 LED 0805 SMD

O LED (Light Emitting Diode) verde encapsulado no padrão 0805 é comumente utilizado como indicador visual em placas de circuito impresso de alta densidade. O encapsulamento SMD (Surface Mount Device) facilita a miniaturização de projetos.

De acordo com Kasap (2017), "os LEDs são dispositivos semicondutores de ampla aplicação, devido à sua eficiência, longa vida útil e reduzido consumo energético" (KASAP, 2017).

2.3.8 Resistores

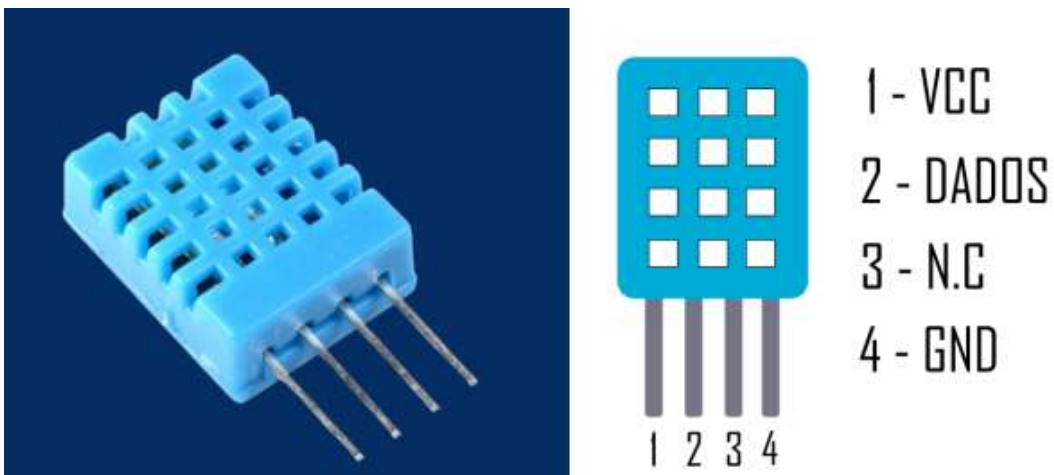
Os resistores são elementos passivos fundamentais, utilizados para limitar correntes, dividir tensões e polarizar circuitos. Os valores mencionados são padrões da série E24, adequados para diversas funções, como pull-up, pull-down, e ajustes de corrente em LEDs.

Segundo Scherz e Monk (2016), “os resistores desempenham papel crítico na definição dos parâmetros de operação de praticamente todos os circuitos eletrônicos” (SCHERZ; MONK, 2016).

2.3.9 Sensor de Temperatura e Umidade DHT11

O DHT11 é um sensor de Temperatura e Umidade que faz medidas de temperatura de 0 a 50°C e 20% a 90% de umidade.

Figura 4: Sensor de Umidade DHT11



Fonte: (ENGEASIER. *IoT com ESP32 – Módulo 4 – Aula 5*. [Material didático]. 2025.).

Para a testes com o sensor de umidade e temperatura DHT11, foi montado um circuito com objetivo de identificar a temperatura e umidade e a partir deste acionar um led para sinalizar temperaturas elevadas, como forma de teste.

2.4 Protocolo de Comunicação

A comunicação entre dispositivos é um dos pilares fundamentais da Internet das Coisas (IoT), permitindo que sensores, atuadores e controladores troquem informações de forma eficiente, segura e em tempo real. Em sistemas de automação residencial, como o desenvolvido neste projeto, o protocolo de comunicação define como os dados são enviados, recebidos, interpretados e atualizados, garantindo o

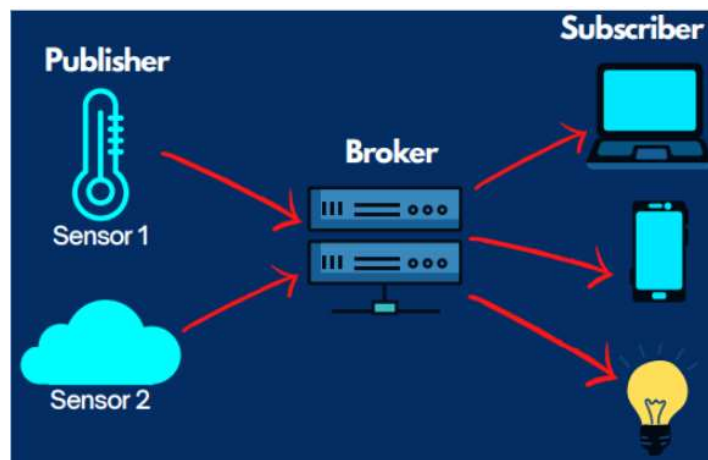
funcionamento integrado entre o hardware físico e a plataforma de gerenciamento utilizada, neste caso o ESP RainMaker.

Por meio desses protocolos, o dispositivo é capaz de publicar medições, receber comandos do usuário, enviar relatórios de status e interagir com serviços em nuvem. A escolha do protocolo adequado impacta diretamente o desempenho, o consumo de energia, a estabilidade da conexão e a confiabilidade do sistema. Entre os protocolos mais utilizados em IoT, destaca-se o MQTT, que foi adotado pelo ESP RainMaker por sua leveza, robustez e capacidade de operar em redes instáveis — características essenciais em ambientes residenciais.

2.4.1 MQTT

De acordo com EngEasier (2025), com o avanço da Internet das Coisas, diversos protocolos de comunicação foram sendo criados, entre eles o MQTT, que foi desenvolvido pela IBM. Por ser um protocolo simples, leve e seguro de ser aplicado, o MQTT se tornou um dos principais. Ele foi desenvolvido em 1999 para monitorar sensores em oleodutos de petróleo através de satélites. O MQTT foi liberado ao público de forma gratuita em 2010. O material ainda explica que o MQTT significa *Message Queue Telemetry Transport*, ou, em português, Transporte de Filas de Mensagem de Telemetria. Trata-se de um protocolo de comunicação baseado no TCP/IP, sendo muito útil no desenvolvimento de projetos de comunicação M2M (Máquina - Máquina).

Figura 5: Topologia MQTT



Fonte: (ENGEASIER, 2025).

Sua forma de comunicação é do tipo Publicação e Assinatura, onde há três elementos principais: Broker, Publisher e Subscriber. O Broker é o servidor que faz a

intermediação entre a geração e a publicação dos dados; o Publisher é o dispositivo IoT que gera e envia as informações; e o Subscriber é quem assina o serviço disponibilizado pelo Publisher, recebendo as informações acessando o Broker e podendo executar ações a partir delas (ENGEASIER, 2025).

3 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste projeto envolveu a construção completa da solução IOTFY ONE, desde a definição dos requisitos até a implementação prática do hardware e do software embarcado. Nesta etapa, são apresentados o processo de criação do sistema, a lógica utilizada na programação, os componentes empregados e a integração entre o ESP32, os sensores, atuadores e o serviço ESP RainMaker.

Além disso, descrevem-se os testes realizados, as avaliações funcionais e as decisões técnicas que garantiram que o sistema operasse de forma confiável, segura e adequada ao objetivo proposto: automatizar ambientes por meio de controle inteligente via Wi-Fi.

3.1 Levantamento de variáveis a serem monitoradas e controladas

Antes da implementação prática do sistema, foi necessário identificar quais parâmetros deveriam ser acompanhados e quais ações o dispositivo deveria executar automaticamente. Esse levantamento assegura que o projeto atenda às necessidades reais do usuário e que o sistema seja capaz de interpretar o ambiente e atuar de maneira eficiente.

No caso da IOTFY ONE, as principais variáveis monitoradas incluem temperatura ambiente e estado de conexão com a rede. Já as variáveis controladas estão relacionadas à ativação e desativação de cargas conectadas, como lâmpadas ou dispositivos elétricos, por meio dos três canais de saída presentes na placa. Esse mapeamento inicial foi essencial para definir a lógica de programação, o tipo de sensores utilizados e a forma como o ESP RainMaker se integraria ao sistema.

3.1.1. Tabela 1 - Cronograma de projeto

Planejador de Projetos

ATIVIDADE	INÍCIO DO PLANO
Identificação de problemas	17/04
Coleta de dados	27/04
Dimensionamento de projeto	07/05
Criação do design da placa pcb	17/05
Simulações de desempenho em software	27/05
Encomenda da placa	06/06
Encomenda de componentes	16/06
Montagem e solda da placa	26/06
Testes e reparos	06/07
Ajustes (Revisão A)	16/07
Simulações de desempenho	30/07
Encomenda da Placa iotfy one revisada	13/08
Cálculo e dimensionamento do quadro elétrico	27/08
Encomenda de Componentes do quadro	10/09
Montagem do quadro elétrico	24/09
Testes e identificação de segurança do painel	08/10

Fonte: Autoria própria (2025).

3.2 Hardware

O desenvolvimento do hardware foi realizado com base nas necessidades identificadas para o controle e monitoramento ambiental. A placa foi projetada para suportar sensores como: temperatura e umidade, atuadores como: ventilação e conexão com a internet via ESP32.

Foram utilizados transistores para chaveamento de cargas, relés para acionamento de dispositivos de maior potência e amplificadores operacionais para tratamento de sinais analógicos. O circuito foi testado inicialmente através de análises e cálculos do circuito, após validação funcional, transferido para uma placa de circuito impresso (PCB) desenvolvida no software Circuit Maker.

3.2.1. Materiais Utilizados

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados os componentes de Hardware contemplados na Tabela 2 a seguir. Na relação informada são contempladas as quantidades, bem como os valores dos componentes encontrados no mercado.

Tabela 2: Materiais Utilizados e custos

Relação dos componentes utilizados para o desenvolvimento do projeto, com a quantidade, quantidade de circuitos, quantidade de componentes por circuito, descrição de componentes, quantidade adquirida em kit promocionais, preço apenas do componente e sua quantidade necessária em relação a placa, e total de custos da placa, valor de venda da placa sendo esse valor de produção + 115%.

Quant	Presente em quantos Circuitos	Quant por placa	Componente
1	4	4	Amplificador operacional - LM358
1	1	1	Amplificador operacional - LM358AN
1	4	4	Resistor SMD 0805 - 10k ohms
1	1	1	Resistor SMD 0805 - 165 ohms
2	4	8	Resistor SMD 0805 - 1k ohms
1	3	3	Resistor SMD 0805 - 4.7k ohms
1	4	4	Resistor SMD 0805 - 470 ohms
1	4	4	Resistor SMD 0805 - 5.1k ohms
1	3	3	Barra de pinos femea PTH (sensores)
1	3	3	Barra de pinos macho PTH (sensores)
1	2	2	Conector terminal de 2 vias (5.08mm) da fonte
1	2	2	Conector terminal de 3 vias (euro)
1	4	4	Diodo - 1N4007
1	1	1	ESP32 WROOM 32D Dev Board
1	1	1	Led verde (0805)
1	4	4	Led vermelho (0805)
1	1	1	Placa PCB
1	4	4	Relé SPDT 5V - 5A DC / 10A AC

1	4	4	Soquete LM358
1	1	1	Soquete LM358AN
1	4	4	Transistor NPN - BC547
1	4	4	Transistor NPN - BD139
1	4	4	Transistor optoacoplador - OPT0817

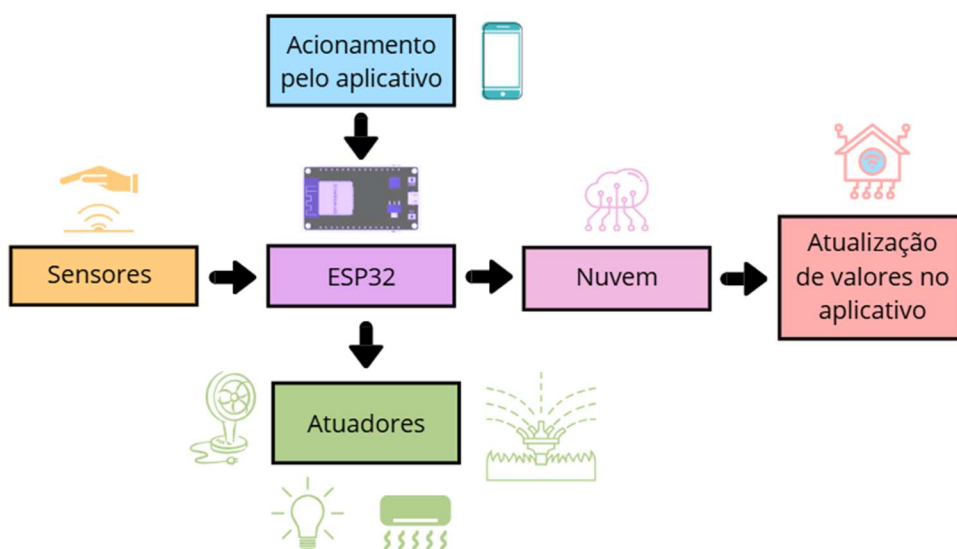
Fonte: Autoria própria (2025)

Para determinar quais componentes seriam utilizados no protótipo, diferentes sensores e microcontroladores foram testados para garantir uma melhor proposta de produto.

3.2.2. Diagrama de blocos do circuito

Diagrama de blocos mostrado na Figura 6. A primeira etapa consistiu na identificação da variável de temperatura e umidade, e atuação dos controladores climáticos.

Figura 6 - Diagrama de Blocos



Fonte: Autoria própria (2025)

Em seguida, as informações captadas foram processadas e enviadas via Wi-Fi

pelo ESP32, posteriormente foram recebidas pelo sistema e apresentados diretamente no software, que permite o acionamento de atuadores e visualização de dados por meio da internet.

3.2.3. Circuito

O circuito foi desenvolvido utilizando o software Circuit Maker. Ele é composto pelo microcontrolador ESP32, responsável pelo processamento e comunicação dos dados, conectado aos sensores de temperatura e umidade DHT11, além de relés para o acionamento de dispositivos externos. Transistores BD139 e BC547 foram utilizados para o controle de corrente e chaveamento de cargas. O sistema conta também com LEDs indicadores para a sinalização do funcionamento dos sensores e do envio de dados via Wi-Fi. O circuito foi projetado para operar com alimentação de 5 V, regulada por fonte estabilizada. Os componentes utilizados foram a ESP32, um LED, Resistor de 220Ω, Protoboard, Sensor DHT11 (ou DHT22), Push button, Resistores de 1kΩ e 10kΩ, Jumpers Macho/Macho. Utilizamos da biblioteca do sensor DHT11 na IDE do Arduino. "DHT sensor library" da Adafruit

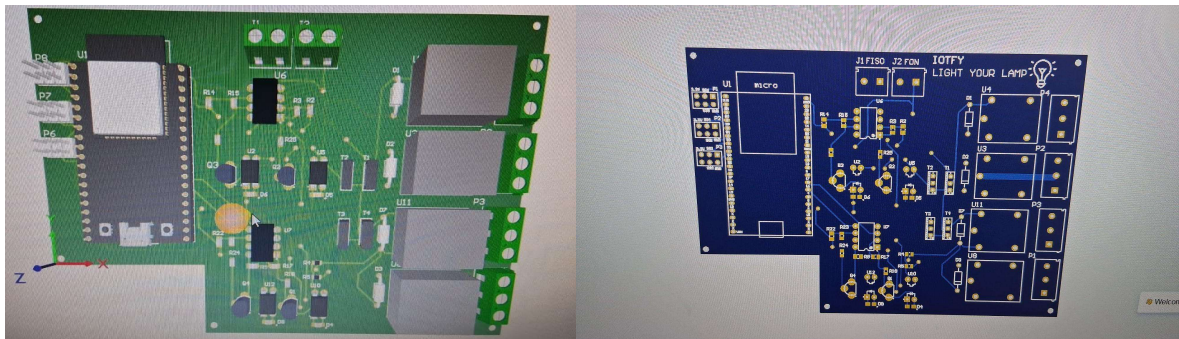
Conectamos o LED ao pino 5, o push button vamos ligar ao pino 15 com um pino dele indo direto para o 3,3V e no outro nós ligamos um Resistor de 1kΩ para o GND. Entre o pino e o resistor, nós mandamos para o pino 15. Utilizamos a seguinte ligação para o sensor DHT11 seu primeiro pino foi ligado em 3,3V, o segundo ao pino 4 da ESP32 e com um resistor de 10kΩ direto nos 3,3V, o 3 não conectamos a nada e o 4 ligamos ao GND.

3.2.4 Projeto da Placa IOTFY ONE

O desenvolvimento do circuito foi realizado no software CircuitMaker, uma plataforma de design eletrônico que facilita a criação de esquemas e placas de circuito impresso (PCI). Esse software permite visualizar o projeto tanto em 2D quanto em 3D, oferecendo uma representação precisa da disposição dos componentes antes da fabricação. Entre os principais benefícios do CircuitMaker estão a interface intuitiva, ferramentas de roteamento eficientes e a possibilidade de organizar as trilhas e componentes de forma clara e segura. No processo de design da placa, o software auxiliou na separação correta entre a área lógica responsável pela leitura de sensores

e comunicação e a área de potência responsável pela alimentação e acionamento de cargas. Essa divisão foi fundamental para evitar interferências elétricas e garantir maior estabilidade ao sistema. Além disso, o CircuitMaker possibilitou ajustar o tamanho da placa, simular posicionamento, melhorar a organização dos componentes e prever pontos de fixação, facilitando tanto o encaixe em quadros elétricos quanto futuras manutenções. A combinação dessas ferramentas resultou em uma placa compacta, organizada e funcional, com um layout que prioriza segurança, praticidade e eficiência.

Figura 7 – Design 3D da placa IOTFY ONE no software circuit maker



Fonte: Autoria própria (2025).

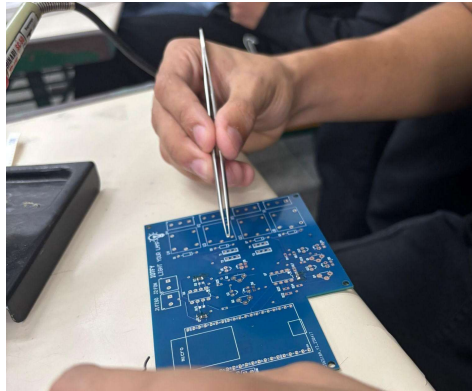
A placa foi projetada visando compacidade, simplicidade e facilidade de manutenção. O layout prioriza a separação entre a parte de controle lógico e a parte de potência, garantindo maior segurança e desempenho elétrico.

3.2.4.1 Dimencionamento

O dimensionamento dos componentes foi realizado conforme a necessidade do circuito e considerando a tensão de entrada disponível. A fonte de alimentação foi desenvolvida utilizando um divisor de tensão composto por resistores, responsável por reduzir a tensão de entrada para um nível adequado aos componentes eletrônicos do sistema. Os valores desses resistores foram escolhidos de forma a garantir uma alimentação estável, segura e compatível com o consumo da placa.

Além disso, durante a etapa de montagem, foi seguido o procedimento de solda ilustrado na Figura 8, garantindo boa conexão elétrica e evitando falhas por curto ou solda fria.

Figura 8 – Procedimento de Soldagem dos Componentes na Placa de Teste



Fonte: Autoria própria (2025).

Demais componentes, como transistores, capacitores e conectores, foram selecionados conforme a corrente de operação e a função de cada parte do circuito, assegurando o bom funcionamento e proteção do conjunto.

3.2.4.2 Desenvolvimento do Quadro de Testes

Para validar o funcionamento da placa IOTFY ONE em condições próximas às de operação real, foi desenvolvido um quadro de testes específico para a simulação do sistema. O objetivo principal desse quadro foi criar um ambiente seguro, organizado e funcional, permitindo analisar o comportamento elétrico da placa, a resposta dos sensores e o desempenho do acionamento de cargas reais.

A estrutura do quadro foi montada com espaço suficiente para acomodar os dispositivos de proteção, alimentação e distribuição necessários aos ensaios. Na parte superior foram instalados os disjuntores e o dispositivo DR, responsáveis por garantir segurança elétrica durante toda a fase de testes.

Na lateral direita do quadro foi fixado o suporte destinado à placa IOTFY ONE, utilizando um trilho DIN que facilitou o encaixe e assegurou acesso conveniente aos terminais de entrada e saída. Essa organização pode ser observada na Figura 9, que ilustra o encaixe e a disposição dos componentes no interior do quadro de testes.

Figura 9 – Encaixe dos componentes e distribuição interna do quadro de testes



Fonte: Autoria própria (2025).

A parte inferior do painel recebeu as tomadas de teste e a fonte utilizada para simular condições reais de carga, permitindo avaliar o desempenho do relé sob acionamentos contínuos. Além disso, foi adicionado um módulo auxiliar conectado como carga simulada, possibilitando testar o sistema com diferentes níveis de demanda.

Ao término da montagem, toda a fiação foi organizada de forma a garantir segurança, clareza visual e facilidade de acesso para os testes posteriores. O desenvolvimento desse quadro de testes permitiu criar um ambiente controlado que representou de maneira fiel a aplicação prática do sistema, oferecendo suporte essencial para a validação completa do protótipo.

3.3 Software

O software embarcado foi desenvolvido na plataforma Arduino IDE, utilizando a linguagem C/C++.

O código principal é responsável pela leitura dos sensores (Ex: DHT11), tratamento dos dados de temperatura e umidade, envio das informações ao servidor MQTT e acionamento dos relés conforme os limites definidos.

O sistema realiza leituras periódicas e toma decisões automáticas, além de permitir o controle manual via aplicativo.

3.3.1. Programas Utilizados

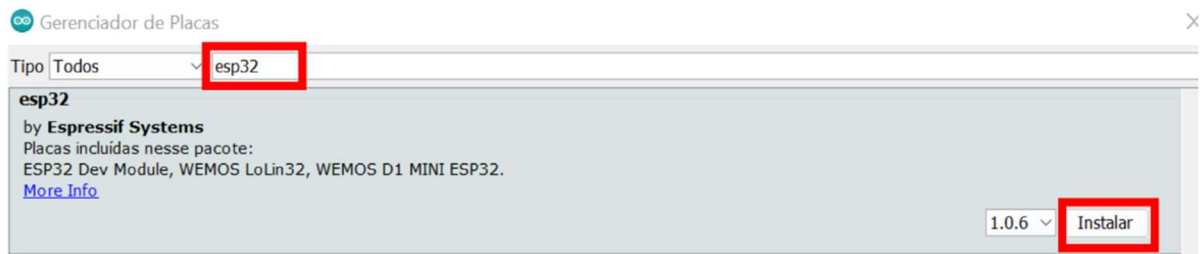
Além dos materiais voltados para o protótipo, foram utilizados alguns

Softwares para programação e visualização, como o Arduino IDE, Circuit Maker Para as análises e testes foram utilizadas ferramentas de prototipagem prática.

3.3.2. Configuração do software Arduino IDE, para integração da placa ESP32

Para programação do componente ESP32, são necessárias algumas configurações na plataforma do Arduino IDE (a versão utilizada para o projeto foi a Arduino IDE 2.3). Ao baixar o software gratuitamente em “<https://www.arduino.cc/en/software>” e abrir no menu “Arquivo >> Preferências” e no campo de URLs preenchê-lo com a especificação do ESP32: “https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json”.

Figura 10 - Print da etapa do gerenciador de placas.



Fonte: Autoria própria (2025)

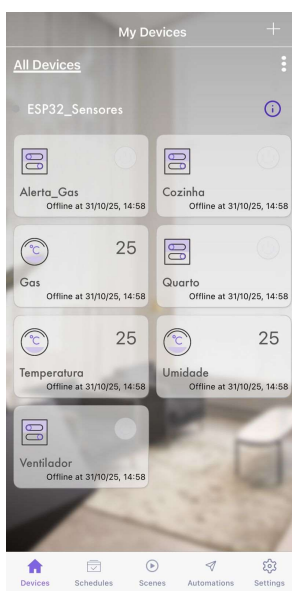
Em seguida, no menu “Ferramentas >> Placa >> Gerenciador de Placas” o campo de busca deve ser preenchido com “esp32” e o botão “Instalar” deverá ser selecionado para que a placa possa ser identificada e utilizada pelo programa, conforme indicado na Figura 10. Assim, a placa denominada “ESP32 Dev Module” foi selecionada e utilizada para esse projeto.

Na programação do projeto algumas bibliotecas disponíveis pelo Arduino foram utilizadas, sendo as principais delas: WiFi, PubSubClient, ESP RainMaker e DHT. A biblioteca WiFi é responsável pela conexão do ESP32 à rede sem fio, permitindo comunicação com a internet e troca de dados com servidores externos. A biblioteca PubSubClient é usada para comunicação via MQTT, permitindo que o dispositivo publique e receba mensagens em tópicos específicos, algo essencial em projetos IoT que utilizam brokers MQTT. A biblioteca ESP RainMaker (RMaker) é utilizada para integrar o dispositivo diretamente à plataforma da Espressif, facilitando o controle remoto, provisionamento via Bluetooth, atualizações OTA e visualização de sensores no aplicativo. Por fim, a biblioteca DHT é responsável pela leitura de sensores de temperatura e umidade, como o DHT11 e DHT22, permitindo que essas informações sejam medidas e enviadas ao sistema.

3.4 Aplicativo ESP RainMaker

Para permitir a visualização dos dados em tempo real e o controle remoto do sistema, foi utilizado o aplicativo oficial ESP RainMaker, fornecido pela Espressif. Esse aplicativo atua como a interface final entre o usuário e o dispositivo conectado, exibindo as variáveis monitoradas pelo ESP32 e permitindo o acionamento dos atuadores de maneira simples e segura. Por meio dele, o usuário pode acompanhar o funcionamento do sistema, visualizar informações como temperatura e estado dos dispositivos, além de atuar diretamente sobre os comandos enviados ao microcontrolador. O uso do ESP RainMaker eliminou a necessidade de desenvolver um aplicativo próprio, já que a plataforma oferece uma estrutura completa que integra hardware, firmware e interface de controle. A solução também disponibiliza comunicação segura, provisionamento via BLE, sincronização com a nuvem e atualização instantânea dos parâmetros configurados no dispositivo. Dessa forma, o sistema pôde ser configurado para enviar dados ao aplicativo, receber comandos do usuário e operar de forma remota sem depender de servidores externos, utilizando apenas a infraestrutura disponibilizada pela Espressif.

Figura 11 – Tela de comando do aplicativo ESP RainMaker.



Fonte: Autoria própria (2025)

A interface apresentada no aplicativo ESP RainMaker exibe todos os dispositivos configurados no projeto, organizados dentro do grupo “ESP32_Sensores”. Cada card na tela representa um sensor ou atuador integrado ao sistema, permitindo ao usuário visualizar seu estado atual e interagir diretamente com eles. No exemplo exibido, é possível observar elementos como Alerta_Gas, Cozinha, Quarto, Ventilador, além dos sensores de Temperatura, Umidade e Gás, todos mostrados com seus respectivos valores ou estados de operação.

A plataforma indica também o status de conexão de cada dispositivo, apresentando a mensagem “*Offline at 31/10/25, 14:58*” para informar o último momento em que o módulo se comunicou com a nuvem. Essa funcionalidade é importante para diagnóstico e acompanhamento, permitindo que o usuário identifique rapidamente se o sistema está ativo ou se ocorreu alguma perda de conexão.

Além disso, o layout prioriza simplicidade e usabilidade: cada card possui ícones identificando o tipo de dispositivo, fontes legíveis, valores destacados e controles intuitivos, como botões de ligar/desligar para atuadores. Na parte inferior, o aplicativo oferece acesso rápido a funções adicionais, como Devices, Schedules, Scenes, Automations e Settings, possibilitando automações personalizadas, criação de rotinas e ajustes avançados do sistema.

Essa interface reforça a proposta do projeto de disponibilizar um controle simples, claro e funcional, permitindo ao usuário acompanhar em tempo real todas as variáveis monitoradas e atuar diretamente sobre o sistema sempre que necessário.

3.4.1 Programação utilizada para integração do aplicativo com o sistema

A programação utilizada tem como objetivo integrar o ESP32 ao aplicativo ESP RainMaker, permitindo o controle remoto de três dispositivos (SALA, COZINHA e QUARTO) e o monitoramento de temperatura por meio de um sensor DHT11. O código é estruturado para tomar decisões automáticas dependendo das ações do usuário, do aplicativo e do estado do sistema. Logo no início, são configurados os pinos dos LEDs/reles e o sensor de temperatura, além de criados os dispositivos virtuais que aparecerão no aplicativo. Cada um desses dispositivos possui uma função de callback, responsável por reagir quando o usuário liga ou desliga algo no app. Quando um botão é acionado no aplicativo, o código verifica qual dispositivo foi alterado e muda o estado do pino correspondente, além de atualizar o estado no

próprio aplicativo. O sistema também utiliza o modo de provisionamento via BLE, que permite que o ESP32 receba as credenciais de Wi-Fi diretamente pelo aplicativo. Durante esse processo, o código decide quando o provisionamento começou e quando o ESP finalmente conseguiu se conectar à rede. Outra parte importante é o botão físico no pino GPIO_0, que possui três funções diferentes dependendo do tempo em que é pressionado. Caso seja pressionado por menos de 3 segundos, o ESP alterna o estado do dispositivo da "SALA". Se for mantido entre 3 e 10 segundos, o código realiza apenas o reset do Wi-Fi. Se ultrapassar 10 segundos, é acionado o reset total de fábrica, apagando todas as configurações anteriores. Além disso, a cada 3 segundos o código verifica se o ESP32 está conectado ao Wi-Fi. Se estiver, ele faz a leitura da temperatura pelo DHT11 e envia esse valor para o aplicativo. Caso o Wi-Fi não esteja conectado, o envio é simplesmente ignorado até que a conexão seja restabelecida. Em resumo, o programa toma decisões baseadas em três fatores principais: comandos do aplicativo, tempo de pressionamento do botão físico e estado da conexão Wi-Fi. Com isso, garante-se a integração entre hardware e aplicativo de maneira estável, intuitiva e segura.

3.5 Estudos de casos de utilização da placa iotfy one

- **Situação 1 – Indústria de alimentos:**

A fábrica de laticínios “LactoTech” precisa manter a câmara fria a uma temperatura entre 2°C e 5°C para preservar os produtos. O sensor de temperatura conectado ao ESP32 monitora continuamente o ambiente. Pelo aplicativo IOTFY, o gerente recebe alertas quando a temperatura se aproxima de 5°C. Ele ativa remotamente o sistema de resfriamento via relé, garantindo que os produtos não estraguem. Todos os dados ficam registrados no aplicativo para auditoria e histórico.

- **Situação 2 – Indústria química:**

Na empresa “Quimix S.A.”, é essencial manter a umidade do laboratório controlada para evitar reações perigosas. Sensores DHT11 monitoram o nível de umidade. Quando a umidade ultrapassa 60%, o aplicativo IOTFY envia um alerta e permite ao supervisor acionar o sistema de ventilação e desumidificação remotamente, garantindo segurança operacional. O ESP32 processa os dados e confirma via ESP RainMaker que os relés foram acionados corretamente.

- **Situação 3 – Indústria de manufatura:**

Na fábrica de eletrônicos “Eletronix”, o processo de soldagem requer monitoramento constante da temperatura das máquinas. Os sensores conectados ao ESP32 enviam dados em tempo real ao aplicativo IOTFY. Quando uma máquina ultrapassa a temperatura ideal, o aplicativo dispara um alerta e permite desligar automaticamente o equipamento ou reduzir sua potência via relé. Isso evita danos aos componentes e garante eficiência energética.

4 MÉTODO

Esta etapa apresenta a validação prática do sistema desenvolvido, abrangendo todos os testes realizados após a montagem da placa, programação do ESP32 via plataforma ESP RainMaker e integração com os sensores e atuadores do projeto. O objetivo destes testes foi confirmar se cada parte do conjunto: alimentação, comunicação sem fio, resposta dos dispositivos, estabilidade do circuito e funcionamento do aplicativo, opera conforme previsto no planejamento inicial.

Os resultados descritos a seguir demonstram o desempenho real do protótipo em condições próximas às de uso final. São apresentados os comportamentos observados durante os testes elétricos, testes funcionais do controle pelo aplicativo, análise de estabilidade e tempo de resposta, além das correções implementadas ao longo do processo. Esses dados permitem avaliar a eficiência do sistema, identificar eventuais limitações e comprovar a viabilidade técnica do projeto como solução aplicável em ambiente industrial.

4.1 LOCAL ESCOLHIDO PARA A SIMULAÇÃO

A simulação do sistema IOTFY ONE foi realizada em um quadro elétrico montado exclusivamente para testes, permitindo avaliar o desempenho do circuito em condições próximas às de aplicação real. O quadro possui espaço para acomodar dispositivos de proteção, distribuição e controle, além de oferecer organização e segurança durante os ensaios.

No interior da estrutura foram instalados disjuntores, DRs, barramentos, módulos de proteção e o suporte que abriga a placa IOTFY ONE, posicionada na lateral direita e fixada em trilho DIN. Essa configuração facilitou a passagem dos cabos e o acesso aos terminais de alimentação, sensores e atuadores.

O uso do quadro possibilitou reproduzir um ambiente semelhante ao de instalações reais de automação, permitindo testar comportamento elétrico, comunicação e acionamentos.

Figura 12 – Quadro elétrico montado para os testes do sistema IOTFY ONE.



Fonte: Aatoria própria (2025)

4.2 PROCEDIMENTOS DA SIMULAÇÃO

A simulação seguiu passos organizados para garantir precisão e segurança. Inicialmente, o quadro foi energizado pelos disjuntores superiores, alimentando a placa IOTFY ONE a partir do barramento interno. Em seguida, verificou-se a tensão de entrada para confirmar que o divisor resistivo estava dentro dos limites adequados para o ESP32 e para os demais componentes.

Com o sistema energizado, o sensor de temperatura e umidade iniciou o envio contínuo de dados, sincronizados com o aplicativo do ESP RainMaker. Durante essa etapa, foram aplicadas variações térmicas controladas para verificar a precisão das leituras e a estabilidade da comunicação.

Além dos testes principais, foram conectados uma fita LED no painel para iluminação interna do quadro e um ventilador, que serviu como carga adicional para avaliar o comportamento do relé e do acionamento via aplicativo. Ambos os dispositivos permitiram testar o sistema com cargas diferentes, verificando o tempo de resposta do relé, o efeito na alimentação e o comportamento da placa sob acionamentos sucessivos.

Posteriormente, diversos ciclos de acionamento foram realizados utilizando tanto a carga simulada do módulo inferior quanto os dispositivos instalados no painel. Todos os comandos foram monitorados visual e eletricamente para confirmar a estabilidade do sistema.

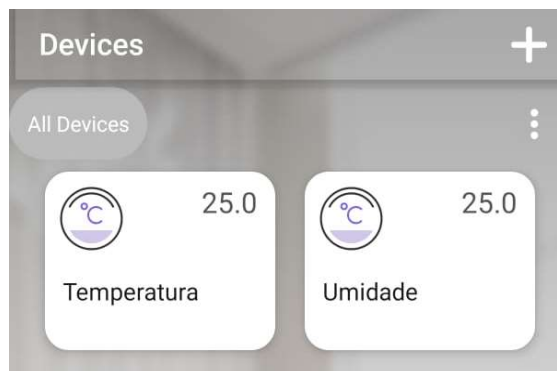
Por fim, foram avaliados o aquecimento dos componentes, o comportamento da comunicação Wi-Fi com o quadro fechado e a organização geral da fiação.

Figura 13 – Interior do quadro durante os testes



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 14 – Monitoramento do sensor via aplicativo ESP RainMaker



Fonte: Autoria própria (2025)

4.3 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Os testes realizados no quadro elétrico demonstraram que o protótipo IOTFY ONE apresentou desempenho estável tanto na leitura de sensores quanto no acionamento de diferentes tipos de carga. As leituras de temperatura e umidade permaneceram consistentes ao longo de toda a simulação, com atualização contínua e sincronizada no aplicativo ESP RainMaker. Mesmo com o quadro fechado, a comunicação Wi-Fi manteve-se estável, indicando boa capacidade de transmissão em ambiente parcialmente blindado.

Nos testes de acionamento, o relé respondeu corretamente a todos os comandos enviados pelo aplicativo, com tempo médio de resposta inferior a dois segundos. As cargas utilizadas — incluindo a fita LED instalada no painel para iluminação interna e o ventilador utilizado como carga adicional — funcionará sem interrupções ou quedas de tensão perceptíveis. A fita LED permitiu avaliar o comportamento do sistema com uma carga de baixo consumo, enquanto o ventilador possibilitou testar a resposta do relé com uma carga indutiva leve. Em ambos os casos, o acionamento ocorreu de forma precisa, sem travamentos ou acionamentos incorretos.

O acionamento repetitivo não resultou em aquecimento excessivo no relé nem nos componentes da placa. A alimentação baseada no divisor resistivo manteve-se estável o suficiente para garantir o funcionamento do protótipo, apresentando apenas pequenas oscilações durante o acionamento das cargas — comportamento esperado desse tipo de fonte e que não comprometeu o desempenho geral do sistema.

A organização da placa no interior do quadro contribuiu para a boa performance observada. A separação física entre a área lógica e a área de potência evitou interferências perceptíveis, garantindo leituras limpas e acionamentos confiáveis. Como um todo, a simulação demonstrou que o sistema está funcional, seguro e compatível com aplicações reais de automação simples, validando a viabilidade do protótipo IOTFY ONE.

5 RESULTADOS

5.1 Projeto final

Como resultado, foi desenvolvido dois componentes: a placa iotfy One, e o painel de testes. A placa iotfy One, resultou de forma tal qual era esperado, no qual ela se comunica com o aplicativo esp rainmaker, e assim consegue executar a sua função de automatizar e também dar controle ao usuario para diretamente exercer funções.

5.2 ORÇAMENTO

Tabela 3 – Custo de componentes

Quant	Presente em quantos Circuitos	Quant por placa	Componente	Quant comp no kit	Preço pago em kit etc	Preço dos componentes total na placa	Total da placa x 115%
1	4	4	Amplificador operacional - LM358	5	R\$ 11,95	R\$ 9,56	R\$ 138,21
1	1	1	Amplificador operacional - LM358AN	5	R\$ 11,95	R\$ 2,39	Total da placa + 115%
1	4	4	Resistor SMD 0805 - 10k ohms	100	R\$ 10,69	R\$ 0,43	R\$ 258,39
1	1	1	Resistor SMD 0805 - 165 ohms	20	R\$ 11,99	R\$ 0,60	Total da placa x 50%
2	4	8	Resistor SMD 0805 - 1k ohms	100	R\$ 10,78	R\$ 0,11	R\$ 180,27
1	3	3	Resistor SMD 0805 - 4.7k ohms	100	R\$ 10,99	R\$ 0,33	Gasto de produção
1	4	4	Resistor SMD 0805 - 470 ohms	20	R\$ 15,00	R\$ 3,00	R\$ 120,18
1	4	4	Resistor SMD 0805 - 5.1k ohms	100	R\$ 11,17	R\$ 0,45	
1	3	3	Barra de pinos fema PTH (sensores)	20	R\$ 24,90	R\$ 3,74	
1	3	3	Barra de pinos macho PTH (sensores)	10	R\$ 29,90	R\$ 8,97	
1	2	2	Conector terminal de 2 vias (5.08mm) da fonte	50	R\$ 39,90	R\$ 1,60	
1	2	2	Conector terminal de 3 vias (euro)	10	R\$ 19,90	R\$ 3,98	
1	4	4	Diodo - 1N4007	50	R\$ 22,90	R\$ 1,83	

1	1	1	ESP32 WROOM 32D Dev Board	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
1	1	1	Led verde (0805)	50	R\$ 14,90	R\$ 0,30
1	4	4	Led vermelho (0805)	50	R\$ 14,90	R\$ 1,19
1	1	1	Placa PCB	5	R\$ 116,65	R\$ 23,33
1	4	4	Relé SPDT 5V - 5A DC / 10A AC	10	R\$ 11,51	R\$ 4,60
1	4	4	Soquete LM358	30	R\$ 11,95	R\$ 1,59
1	1	1	Soquete LM358AN	30	R\$ 11,95	R\$ 0,40
1	4	4	Transistor NPN - BC547	50	R\$ 24,90	R\$ 1,99
1	4	4	Transistor NPN - BD139	10	R\$ 11,00	R\$ 4,40
1	4	4	Transistor optoacoplador - OPT0817	20	R\$ 27,00	R\$ 5,40

Tabela 4 – Custo de mão de obra

Custo mão de obra				
Quant em horas por dia	Quantidade de dias	Quant em horas	Custo hora - tec eletronico	Total mão de obra
6	20	120	R\$ 8,34	R\$ 1.000,80

Tabela 5 – Gasto total e preço de venda

Orçamento	
Gasto total	Preço de venda
R\$ 1.120,98	R\$ 1.289,13

Figura 15 – Equipe IOTFY presente na feira tecnológica de 2025 Etec Tereza Nunes



Fonte: Autoria própria (2025)

REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson. *Internet das Coisas: considerações acerca de consequências*. 2016. [S.l.: s.n.].

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010.

BASTOS, L. F. *Introdução aos transistores bipolares: teoria e prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BOLZANI, Caio Augustus Moraes. *Residenciais Inteligentes*. São Paulo, SP: Livraria de Física, 2004.

BOLZANI, L. A. *Domótica: Automação residencial e predial*. São Paulo: Editora Érica, 2004.

BOYLESTAD, Robert; NASHELSKY, Louis. *Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

CASTRO, A. S. *Automação residencial centralizada utilizando ESP32 em conjunto com FPGA e comunicação wi-fi*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24379>. Acesso em: 25 abr. 2025.

CHAPMAN, Stephen J. *Fundamentos de máquinas elétricas*. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

CRUZ, Talita. *Automação Residencial: Entenda Como Usar e Encantar o Cliente!* Viva Decora, 2022. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

CURTO CIRCUITO. Conhecendo ESP32 – NodeMCU ESP-WROOM-32. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.curtocircuito.com.br/blog/Categoria%20IoT/conhecendo-esp32>

DAMACENO, D.; FUNG, C. W. H.; SARTORI, R. V. Central de automação residencial de baixo custo com ESP32. *Caderno Progressus*, 2021. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/progressus/article/view/2689>. Acesso em: 25 abr. 2025.

ENGEASIER. *IoT com ESP32 – Módulo 4 – Aula 1*. 2025. Material didático exclusivo do curso.

ENGEASIER. *IoT com ESP32 – Módulo 4 – Aula 5*. 2025. Material didático exclusivo do curso.

ESPRESSIF SYSTEMS. *ESP32 Series Datasheet*. 2022.

FRANCO, Sergio. *Design com amplificadores operacionais e circuitos integrados analógicos*. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

JOSÉ, A. F.; SILVA, R. S.; SOUZA, A. S. *Automação residencial: Conceitos e aplicações*. São Paulo: Editora Blucher, 2012.

JOSÉ, M.; GIACOMELLI, W.; LUIZ, V.; FONTES, M. Domótica via Web ao alcance da classe média baixa. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. *Anais...* Palmas, TO: CONNEPI, 2012. p. 21-26. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/2995>. Acesso em: 25 set. 2022.

KASAP, Safa O. *Optoeletrônica e fotônica: princípios e práticas*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

MALVINO, Albert Paul; BATES, David. *Eletrônica: princípios e aplicações*. 8. ed. São Paulo: AMGH, 2017.

MARTINS, G. A. *Automação supervisória IOT para telemetria de temperatura de água industrial utilizando ESP32*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/c70c842e-4dd8-481>. Acesso em: 25 abr. 2025.

OGATA, K. *Engenharia de Controle Moderno*. 4. ed. [S.l.]: Prentice-Hall, 2003.

ROSA, A. R.; SOUZA, F. S.; SILVA, D. A. *Internet das Coisas: Conceitos, tecnologias e aplicações*. São Paulo: Editora LTC, 2020.

ROSA, C.; SOUZA, P.; SILVA, J. *Inovação em saúde e internet das coisas (IoT): Um panorama do desenvolvimento científico e tecnológico*. 2020. Acesso em: 25 abr. 2025.

SANTOS, D. F.; ALMEIDA, R. S.; PEREIRA, L. M. *Internet das Coisas: Fundamentos e aplicações*. São Paulo: Editora Pearson, 2018.

SANTOS, J. W.; LARA JUNIOR, R. C.; IVANQUI, J. *Sistema de automatização residencial de baixo custo controlado pelo microcontrolador ESP32 e monitorado via smartphone*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16960>. Acesso em: 25 abr. 2025.

SCHERZ, Paul; MONK, Simon. *Eletrônica prática para inventores*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.