



Dispositivo de Monitoramento de Quadro de Distribuição

Lucas Renato Dias

Nicolas Brito de Araujo

Vitória Fernanda Porto de Carvalho

Vittor Salvador de Oliveira

Resumo:

Este trabalho de conclusão de curso apresenta um Dispositivo de Monitoramento de Quadro de Distribuição, desenvolvido com um ESP32, um sensor DHT22 para medições de temperatura e umidade, e um sensor MQ-9 para detecção de gases. O objetivo principal consiste em proporcionar uma solução que permita o acompanhamento em tempo real das condições ambientais, garantindo segurança e eficiência energética. A metodologia utilizada abrange a configuração do ESP32, a integração dos sensores e a implementação de um bot no Telegram, que facilita a comunicação entre a máquina e o usuário, enviando alertas e dados continuamente. Os resultados obtidos indicam que o dispositivo opera com precisão, permitindo ao usuário responder rapidamente a alterações nas condições monitoradas. As discussões abordam a relevância do monitoramento contínuo para a prevenção de riscos e a otimização do desempenho do quadro de distribuição. Por fim, as considerações finais destacam a eficácia da solução proposta e sugerem melhorias futuras, como a inclusão de mais sensores e a expansão do dispositivo para outras aplicações industriais.

Palavras-chave: monitoramento; ESP32; quadro de distribuição.

I. INTRODUÇÃO

Técnico em Eletrônica, Etec Philadelpho Gouvêa Netto – lucasrenatodias@hotmail.com

Técnico em Eletrônica, Etec Philadelpho Gouvêa Netto – salvadorvittor4@gmail.com

Técnico em Eletrônica, Etec Philadelpho Gouvêa Netto – vitoriafernandaporto2006@gmail.com

Técnico em Eletrônica, Etec Philadelpho Gouvêa Netto – brito2.nicolas@hotmail.com

Um dispositivo de monitoramento para quadro de distribuição é uma solução tecnológica que permite o acompanhamento em tempo real das condições elétricas e operacionais de um quadro de distribuição, incluindo o monitoramento de temperatura, umidade e gases inflamáveis. O alvo desse dispositivo é melhorar a segurança, a eficiência e a confiabilidade da distribuição elétrica, permitindo a detecção precoce de falhas ou anomalias.

Justificativa

Diversos casos de incêndios são reportados diariamente no Brasil, em vários desses casos eles ocorrem por mal dimensionamento da rede elétrica das residências e empresas podendo ocasionar em casos graves, pois o método de controle para incêndios é causado por falha na rede elétrica para incêndios convencionais. Um quadro de distribuição antigo ou mal dimensionado pode causar sobrecarga, aumentando o risco de incêndios e danos aos equipamentos elétricos. Além disso, disjuntores defeituosos podem não atuar corretamente em casos de falhas elétricas.

Figura 1: Quadro de distribuição que pegou fogo



Fonte: <https://globoplay.globo.com/v/12394883/>, 2024

Se tivesse o nosso dispositivo de monitoramento esse incêndio na aula poderia ter sido evitado e contido, não colocando em risco a vida dos alunos e do professor presentes na sala na hora do incêndio.

Objetivo geral

Implementar um dispositivo de monitoramento de gases inflamáveis, temperatura e umidade para diminuir e evitar incêndios e sobrecargas de rede elétricas nas casas e edifícios.

Objetivos específicos

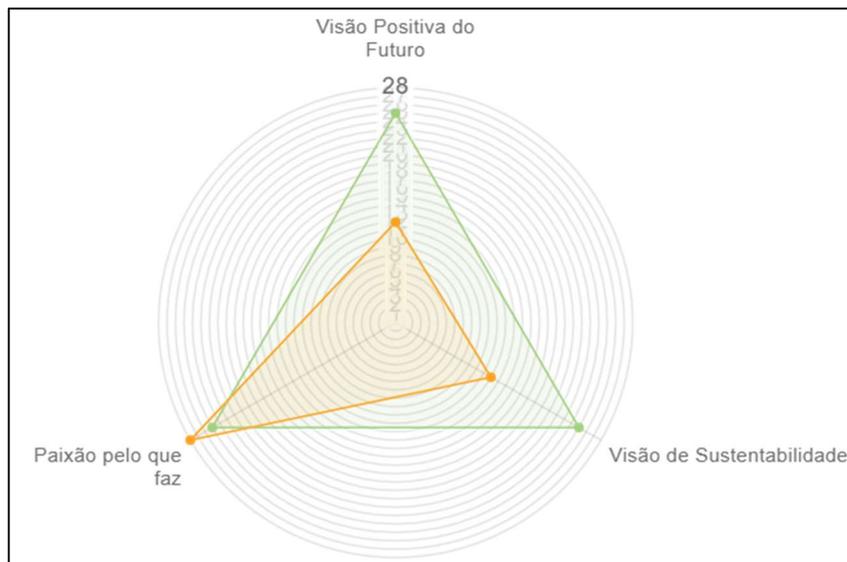
Monitorar gases e temperatura com o componente: MQ-9 e umidade e temperatura com o DHT22, depois recolher esses dados com o ESP32 e enviar uma notificação para o usuário via Telegram utilizando um bot.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Desenvolvimento pessoal e profissional

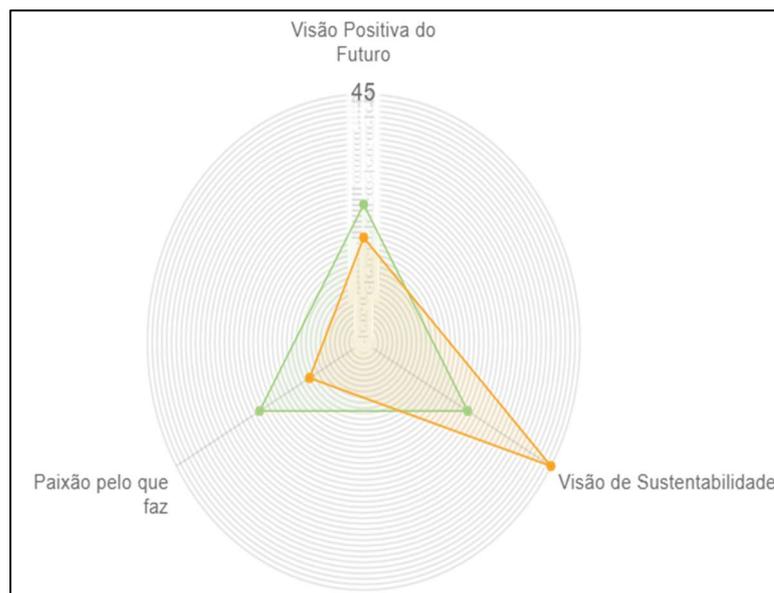
O gráfico mostra que Lucas tem uma grande paixão pelo que faz, mas deixa a desejar em visão de sustentabilidade e visão positiva do futuro e precisa melhorar esses pontos.

Figura 2: Resultado da autoavaliação de Lucas Renato Dias



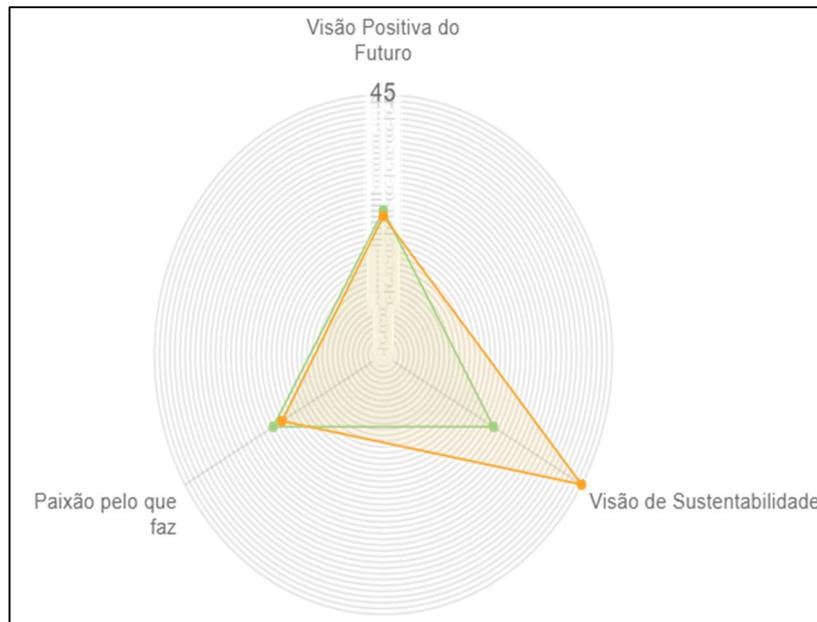
O gráfico mostra a visão avançada de sustentabilidade e potencial visão positiva do futuro, mas pouca paixão pelo que faz de Nicolas.

Figura 3: Resultado da autoavaliação de Nicolas Brito de Araujo



Vittor Salvador tem uma ótima visão positiva do futuro, Paixão pelo que faz mas o que se destaca é sua visão de sustentabilidade.

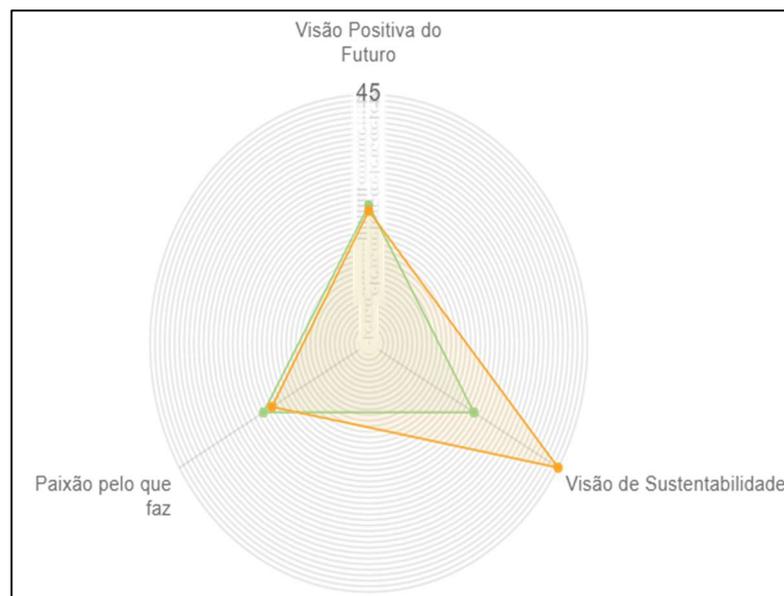
Figura 4: Resultado da autoavaliação de Vittor Salvador de Oliveira



Fonte: eZAPe!, 2024

Vitória também se mostra ter muita visão positiva do futuro e paixão pelo que faz apesar de seu forte também ser a visão de sustentabilidade.

Figura 5: Resultado da autoavaliação de Vitória Fernanda Porto de Carvalho

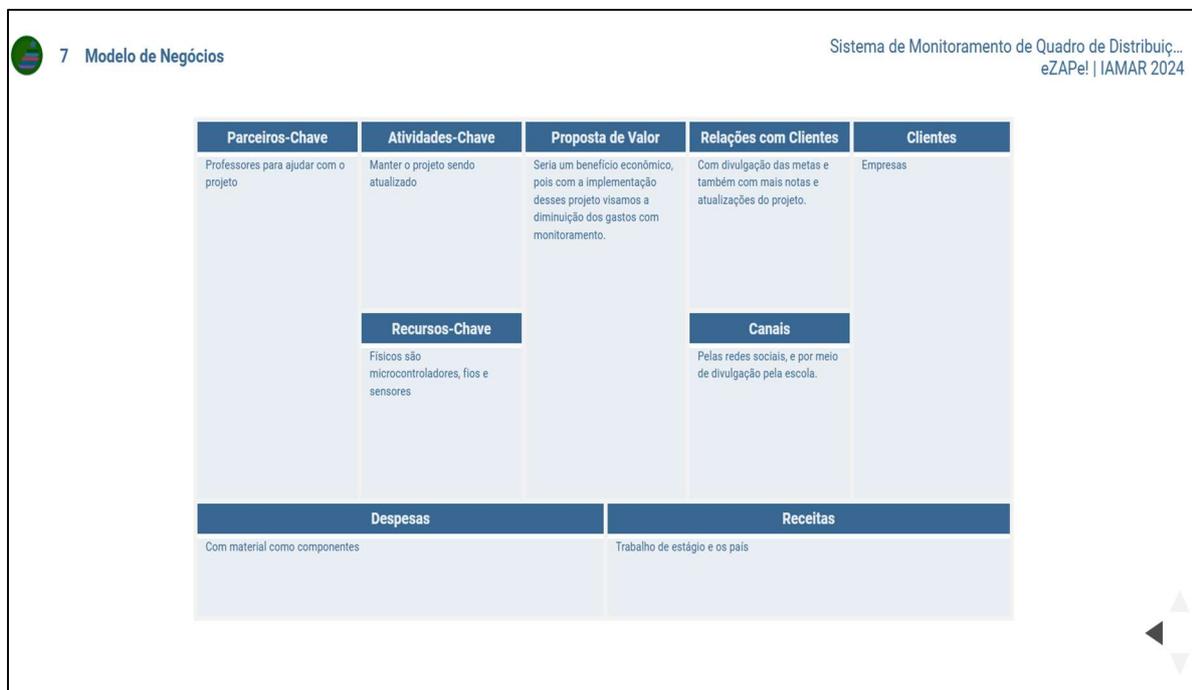


Fonte: eZAPe!, 2024

2. Empreendedorismo

O produto é um dispositivo de monitoramento, que busca oferecer um benefício econômico ao reduzir custos de monitoramento por meio de sensores, microcontroladores e outros componentes tecnológicos. O projeto conta com o apoio de professores como parceiros-chave e utiliza canais como redes sociais e divulgação em escolas para manter contato com os clientes, que são principalmente empresas. O modelo enfatiza a importância de manter o projeto atualizado como uma atividade central, enquanto suas despesas se concentram em materiais necessários para o funcionamento, e as receitas são provenientes de trabalhos de estágio.

Figura 6: Imagem do Modelo de Negócios eZAPe!



Fonte: eZAPe!, 2024

3. Metodologia do projeto

Inicialmente, foram realizadas pesquisas sobre o eZAPe!. Em seguida, cada integrante realizou uma investigação individual sobre tópicos relacionados ao tema do trabalho. Ao final de cada aula destinada ao desenvolvimento do TCC, o grupo reunia-se para idealizar a estrutura do projeto. Após a conclusão de aproximadamente 80% da parte teórica, foi definida a divisão de tarefas: dois integrantes ficaram responsáveis pela programação e montagem, enquanto os outros dois se dedicaram à documentação. Ao término de cada etapa do desenvolvimento, eram realizadas reuniões para promover a interação entre os membros e garantir o alinhamento sobre o progresso das atividades.

4. Fundamentação teórica

História dos disjuntores: A primeira menção de um dispositivo que interrompesse a corrente por causa de algum problema tem mais de 100 anos e foi feita em uma patente de Thomas Edison, inventor da lâmpada incandescente. Naquela época, Edison precisava de uma forma de proteger o sistema de iluminação que vendia para as grandes cidades. Para isso, ele propôs um dispositivo que protegesse a rede contra eventuais curtos-circuitos e sobrecargas, e deu o nome de fusível. O fusível é um dispositivo de segurança usado para fazer a proteção contra sobrecorrente, curto-circuito e sobrecarga. Ele é composto por um tubo com uma liga metálica dentro, normalmente de chumbo, que no momento de uma sobrecarga aquece e se rompe, evitando curtos-circuitos. Quando ocorre esse aquecimento, a liga metálica que está dentro do fusível se funde, causando a interrupção do fornecimento de energia no circuito. Para funcionar novamente, é necessário que o fusível seja substituído, gerando mão de obra desnecessária, custos e interrupções.

4.1. Principais componentes elétricos:

O microcontrolador selecionado foi o ESP32, que possui um chip de 32 bits compatível com Wi-Fi e em alguns modelos Bluetooth, atendendo a uma vasta variedade de usos. Ele possui um custo reduzido e baixo consumo energético, desenvolvido pela Espressif. Isso faz dele adequado para aparelhos portáteis e com bateria duradoura. O apoio ao desenvolvimento é sólido, incluindo ferramentas como o Arduino IDE, ESP-IDF e outras bibliotecas, tornando a utilização mais fácil tanto para desenvolvedores novatos quanto para os mais experientes.

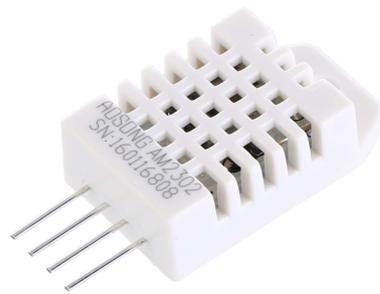
Figura 7: ESP32



Fonte: Google Imagens, 2024

Sensores: O DHT22, um sensor digital de temperatura e umidade, é muito utilizado em projetos de eletrônica e Internet das Coisas (IoT). A Aosong Electronics desenvolveu este instrumento para medir a temperatura do ambiente (entre -40°C e 80°C) e a umidade relativa (entre 0% e 100%) de maneira precisa e de fácil acesso. O DHT22, com apenas um conector de comunicação, transmite informações em formato digital, simplificando a sua integração com microcontroladores, como o ESP32.

Figura 8: Sensor DHT22



Fonte: Google Imagens, 2024

O MQ-9 foi outro sensor que empregamos. O MQ-9 é um sensor de gás de alta sensibilidade, desenvolvido para identificar a presença de gases como monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), gás natural (LPG) e outros gases com potencial inflamabilidade. O MQ-9, criado pela Figaro Engineering, é frequentemente usado em sistemas de controle de qualidade do ar, dispositivos de proteção contra vazamentos de gás e em contextos de segurança industrial.

Figura 9: MQ-9 Sensor



Fonte: Google Imagens, 2024

Buzzer: O Buzzer, um módulo eletrônico, é usado em sistemas embarcados e projetos de automação. É frequentemente usado para indicar acontecimentos ou circunstâncias específicas, como alarmes, notificações e alertas em aparelhos como termômetros digitais, sistemas de segurança, controles remotos, robôs, entre outros. O Buzzer tem 2 modos que podem ser classificados: ativo ou passivo. O que utilizamos no nosso buzzer é como passivo. O Buzzer ativo emite um som automaticamente quando é alimentado com energia. Diferentemente do buzzer ativo, o buzzer passivo não produz som por conta própria. Para produzir o som, necessita de um sinal externo de controle, comumente representado por uma onda de pulso. O som produzido pode ser ajustado em frequência e duração, possibilitando a produção de sons mais elaborados, como alertas sonoros e melodias. Normalmente, são usados pinos digitais para ativar o ruído. Os módulos Buzzer são de fácil integração com microcontroladores como ESP32, sua simplicidade, baixo custo e a capacidade de gerar alertas sonoros tornam o módulo Buzzer popular em projetos de prototipagem e em sistemas de segurança e automação.

Figura 10: Módulo Buzzer



Fonte: Google Imagens, 2024

Quadro de Distribuição: É um dispositivo crucial em sistemas elétricos, encarregado de concentrar, dispersar e preservar a eletricidade que é distribuída pelos vários circuitos de uma instalação. Ele obtém energia de uma fonte, como a rede elétrica ou um gerador, e a distribui para diversas áreas ou aparelhos de uma casa, indústria ou edifício comercial. O quadro consiste em uma estrutura que contém equipamentos de proteção e controle, tais como disjuntores, fusíveis, interruptores e relés. Esses elementos são responsáveis por proteger os circuitos contra sobrecargas e curtos-circuitos, além de facilitar a separação e o controle dos circuitos, o que simplifica a manutenção e aumenta a segurança. Cada circuito preservado por um disjuntor tem a capacidade de ser

desligado de maneira autônoma, auxiliando em emergências ou quando for preciso fazer manutenções.

Figura 11: Quadro de Distribuição



Fonte: Google Imagens, 2024

Sistema de combate a Incêndios no Brasil

O sistema de combate a incêndios no Brasil consiste em medidas governamentais destinadas a proteger vidas humanas, o meio ambiente e espaços públicos. Com o avanço tecnológico, o Brasil desenvolveu e implementou diversos métodos eficazes para a prevenção e combate a incêndios. Entre essas medidas destacam-se a conscientização e educação da população, a elaboração de legislações e Normas Técnicas rigorosas.

5. Dados das pesquisas

Elaboração do Protótipo

1. Definição do Objetivo:

O protótipo foi desenvolvido para monitorar o quadro de distribuição. O dispositivo deve medir a temperatura, a umidade e a presença de gases (como CO e CH₄), além de emitir um alarme sonoro se os valores excederem limites pré-definidos. As informações seriam enviadas para um bot no Telegram para monitoramento remoto.

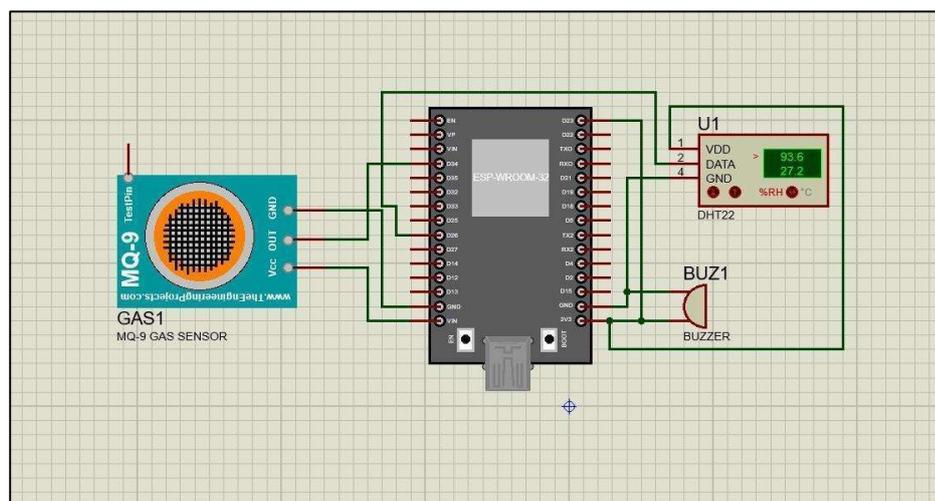
2. Escolha dos Componentes:

Microcontrolador: ESP32, escolhido por sua conectividade Wi-Fi e capacidade de processamento. Sensor DHT22: para medir temperatura e umidade. Sensor MQ-9: para detectar gases, especialmente monóxido de carbono (CO) e metano (CH₄). Buzzer: para emitir alarmes sonoros. Fonte de Alimentação: fonte de 5V para alimentar o ESP32 e os sensores.

3. Montagem do Protótipo

Diagrama de Circuito:

Figura 12: Diagrama do Circuito



Fonte: Proteus 8 Professional, 2024

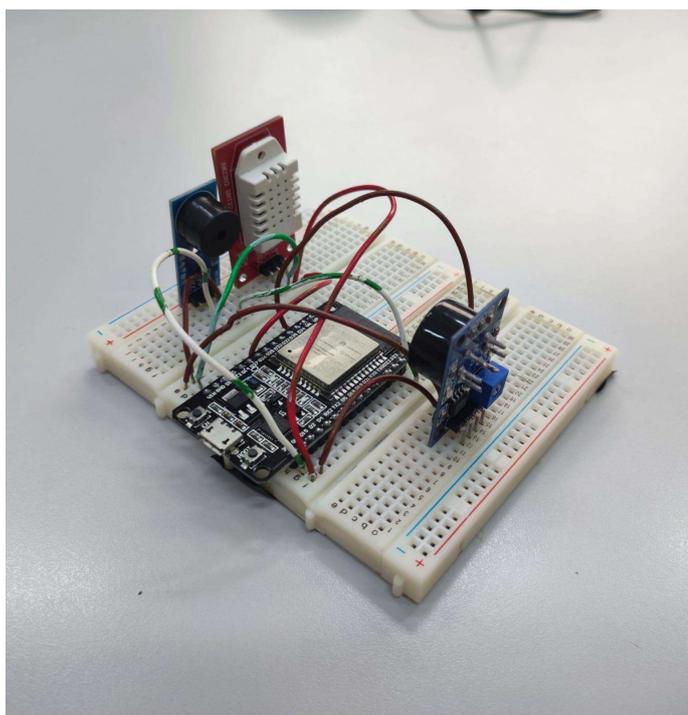
O MQ-9 é ligado por 3 pinos ao ESP32 o GND (Terra) está ligado no GND da placa, o OUT que é para mandar informações está ligado no pino D34 da placa e o VCC que é a alimentação está ligado no Vin da placa.

O DHT22 é igual ao MQ-9 com algumas diferenças em nomenclatura apenas. O GND está ligado no pino GND da placa, e o VDD que é a alimentação do DHT22 está ligado no pino 3V3 que é um pino de alimentação, a saída DATA do DHT22 está ligado ao pino D26 da placa.

Buzzer tem apenas 2 pinos, um positivo (Vcc) e outro negativo (GND). O pino positivo está ligado no mesmo pino da placa que o DHT22 que é o 3V3. E o pino negativo no mesmo GND que o DHT22 também.

Montagem Física: Os componentes foram organizados em uma placa de prototipagem (protoboard). O ESP32 foi centralizado na protoboard, com os sensores e o buzzer próximos e os Jumpers foram utilizados para realizar as conexões conforme o diagrama.

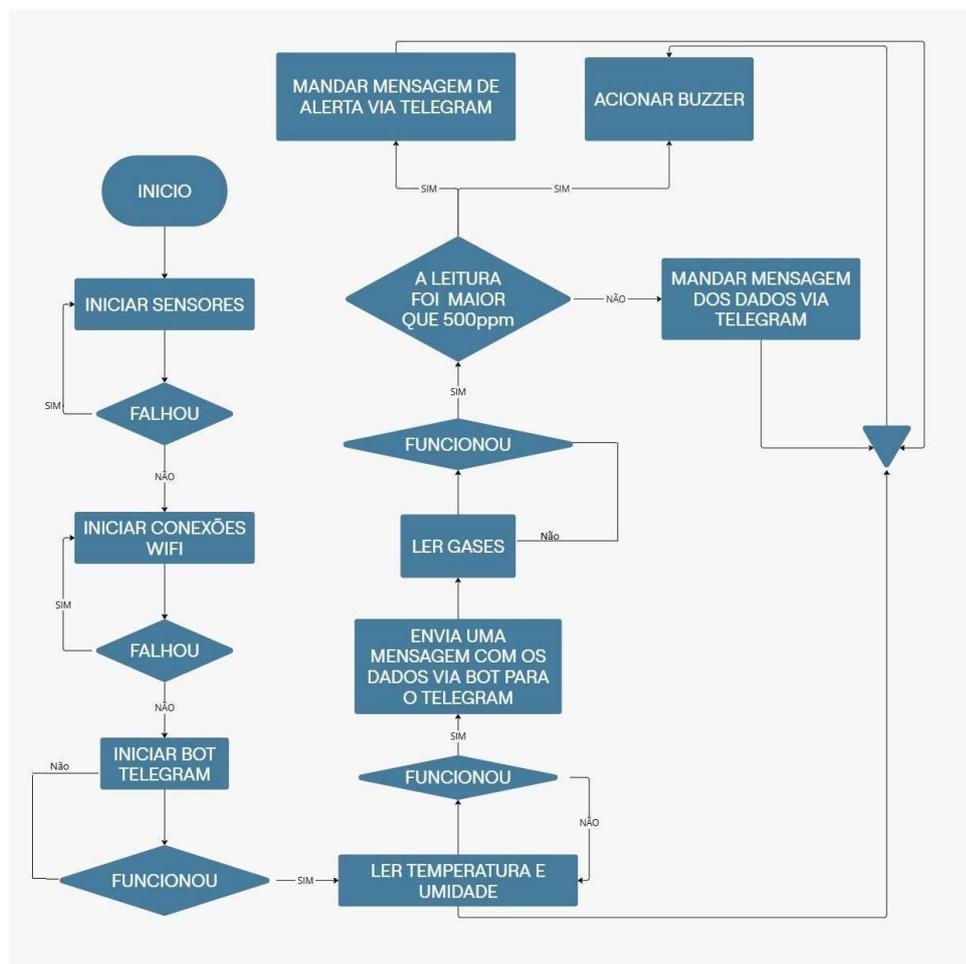
Figura 13: Foto da montagem física



Fonte: De própria autoria, 2024

Programação: O código foi escrito em C++ usando a IDE do Arduino.

Figura 14: Fluxograma da Programação



Fonte: [Miro.com](https://miro.com), 2024

Testes

Teste Funcional:

O dispositivo foi alimentado, e os sensores foram testados individualmente. As leituras de temperatura e umidade do DHT22 foram verificadas em condições variadas, utilizando um isqueiro para simular o aquecimento próximo ao sensor.

Para o MQ-9 foram feitos testes de simulação de um ambiente com fumaça e alta temperatura. A calibração do sensor de gás para uma maior credibilidade e confiabilidade das medições deve ser feita por laboratórios acreditados pela CGCRE (Coordenação Geral de Acreditação), pois assim teremos a segurança de que todos os critérios de segurança foram seguidos.

Teste do Buzzer:

Condições de teste foram simuladas onde os valores de temperatura, umidade ou concentração de gases superaram os limites. O buzzer foi ativado conforme esperado, emitindo um som de alarme.

Integração com o Telegram:

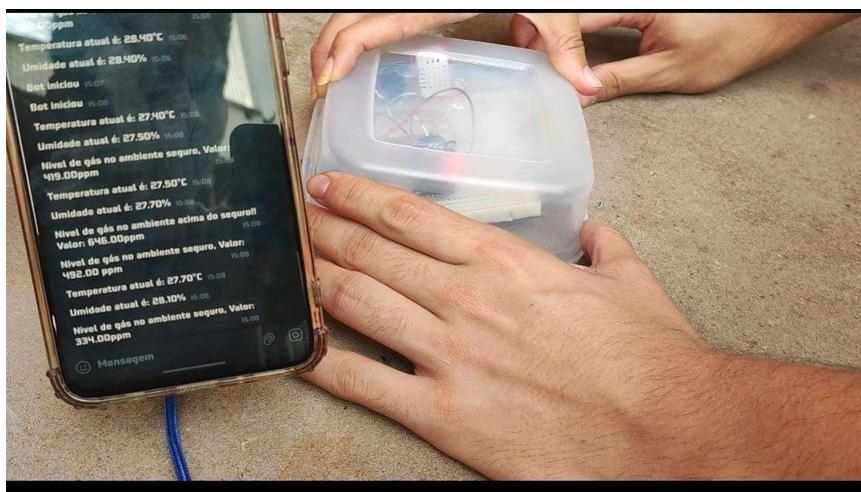
O bot do Telegram foi configurado, e testes foram realizados para enviar mensagens com os dados dos sensores.

As mensagens foram enviadas automaticamente quando os valores excedem os limites estabelecidos.

6. Avaliação Final:

O dispositivo foi colocado em um ambiente fechado simulando um incêndio interno. Foram realizados testes de longo prazo para monitorar a consistência e a precisão das leituras. O protótipo se mostrou eficaz no monitoramento das condições e no envio de alertas em tempo real.

Figura 15: Teste do dispositivo com a queima de papel



Fonte: De própria autoria, 2024

Foram realizados testes de longo prazo para monitorar a consistência e a precisão das leituras. O protótipo se mostrou eficaz no monitoramento das condições e no envio de alertas em tempo real.

Conclusão

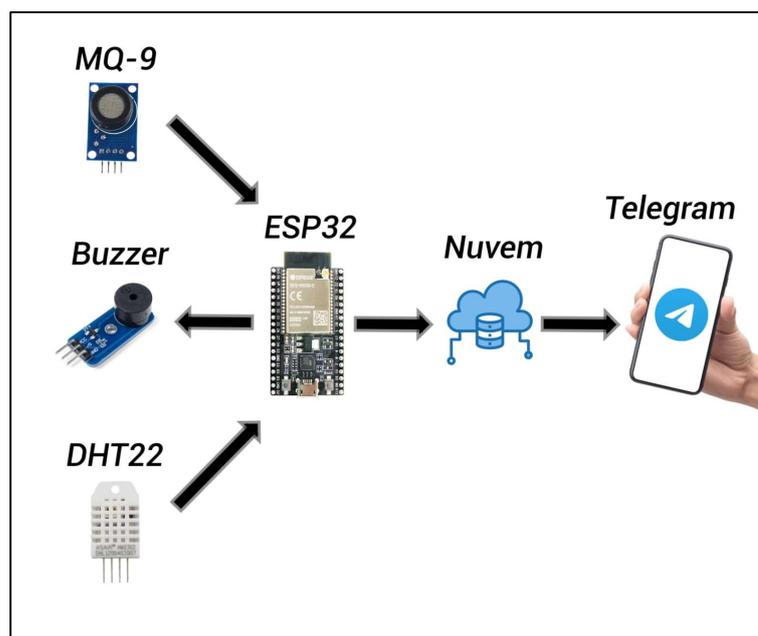
Os testes demonstraram que o dispositivo funciona adequadamente, permitindo monitoramento remoto e emissão de alarmes em condições críticas. À medida que simulamos, obtivemos um tempo de resposta rápido do dispositivo de monitoramento para o Telegram foi de superar nossas expectativas

7. Protótipo, montagem e testes

O protótipo inicial do projeto visa tornar nossas teorias em prática de uma forma que ficasse fácil de compreender o fluxo de informações que o dispositivo capta para o que ele envia.

7.1. Visão Geral

Figura 16 – Visão geral do dispositivo de monitoramento

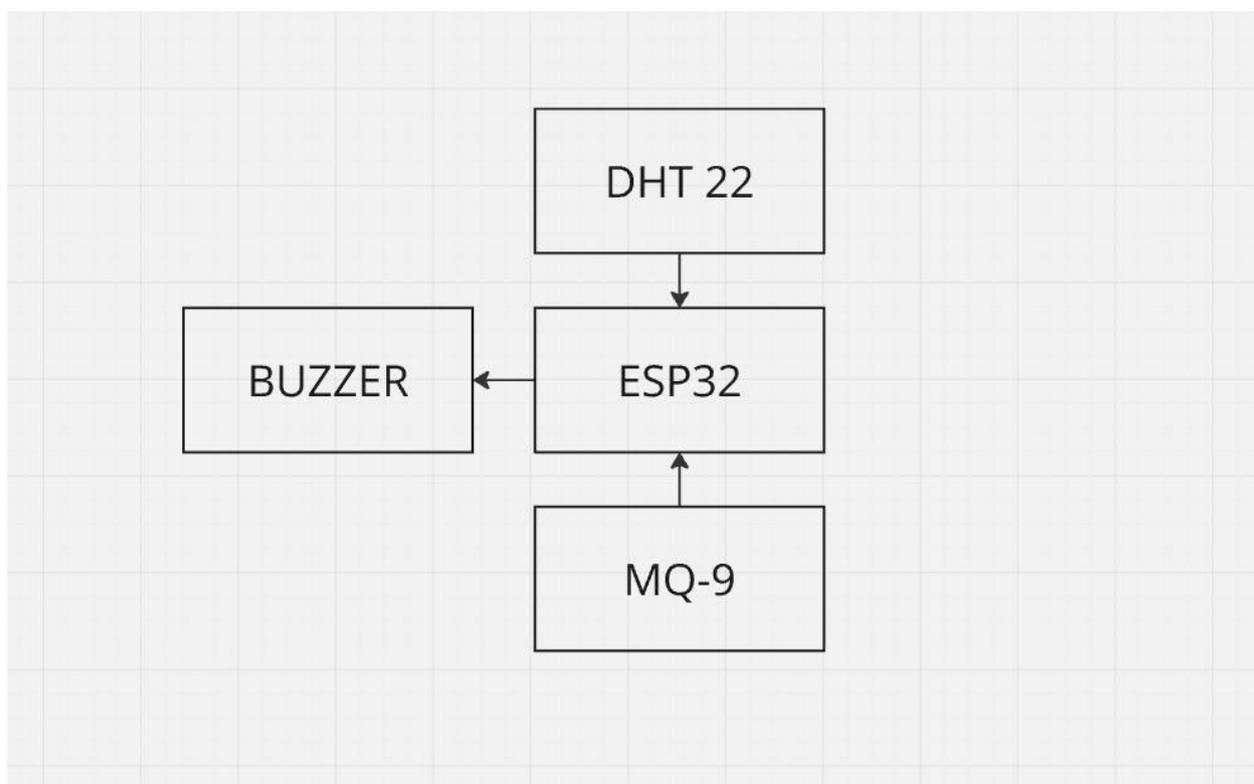


Fonte: De própria autoria, 2024

Diagrama de Blocos

O diagrama de blocos é um instrumento visual utilizado para ilustrar de maneira simplificada e abstrata o funcionamento ou a estrutura de sistemas, processos ou aparelhos. Ele emprega blocos interconectados para detalhar os componentes principais ou fases de um sistema, além das conexões entre eles. Este tipo de diagrama se destaca pela simplicidade visual, o que simplifica a comunicação e a compreensão. O nosso diagrama de blocos (explicar)

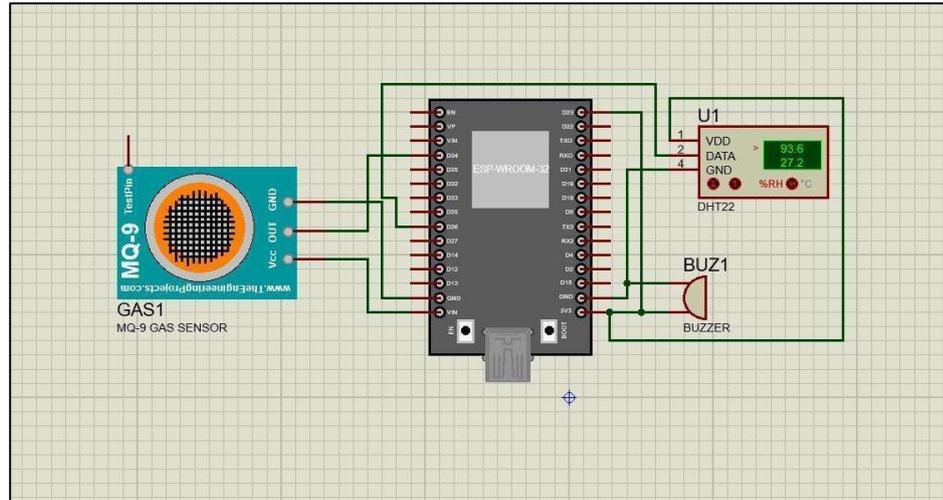
Figura 17 – Desenho das conexões do circuito de monitoramento



Fonte: De própria autoria, 2024

Desenho do circuito eletrônico

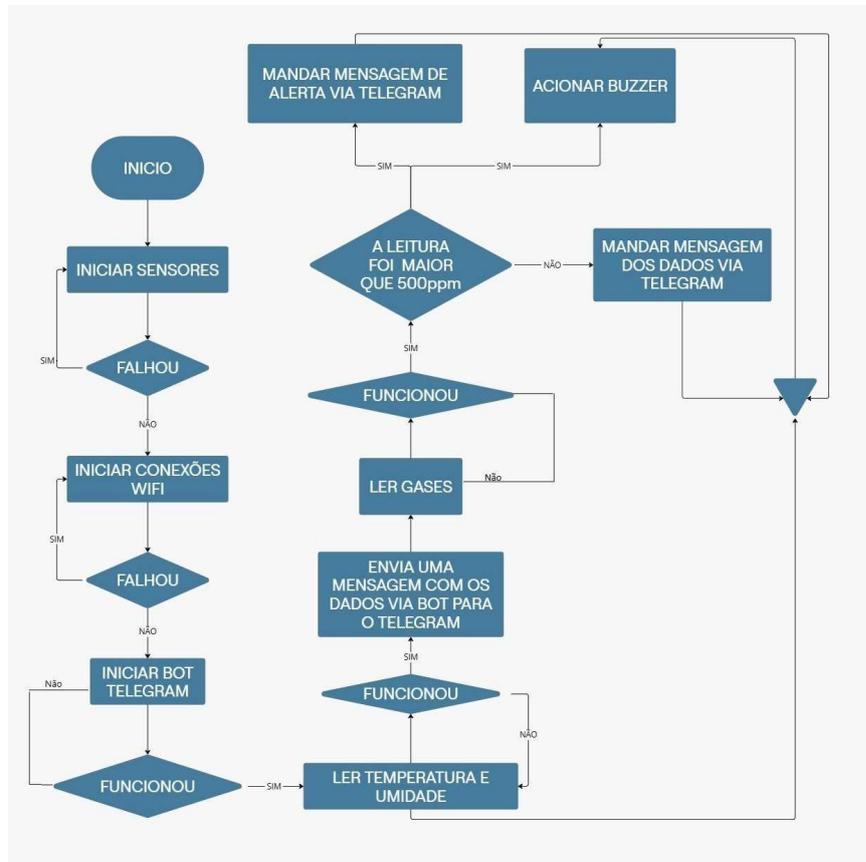
Figura 18 – Desenho do esquema elétrico do dispositivo de monitoramento.



Fonte: De própria autoria, 2024

Fluxograma de operação do seu protótipo e da lógica de programação.

Figura 19 – Fluxograma da lógica de programação



Fonte: De própria autoria, 2024

8. Resultados e discussões

Estes resultados foram gerados a partir da nossa teoria sobre como funcionaria, utilizando como base a temperatura ambiente e a temperatura do início de um incêndio. Para uma implementação comercial ainda precisa passar por mais testes críticos, inclusive conectando a um quadro de distribuição que poderia gerar algum tipo de problema. Infelizmente por questões de segurança não conseguimos realizar tais testes.

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do Dispositivo de Monitoramento do Quadro de Distribuição atendeu aos objetivos de segurança e eficiência. A justificativa inicial, que destacava a importância do monitoramento elétrico, foi confirmada pelo resultado, enviando as informações para o usuário se provando útil e funcional. No aspecto produto/mercado, por utilizarmos equipamentos mais custo-benefício, no ponto de vista eletrônico os componentes utilizados tornaram o projeto mais acessível, e prático de ser realizado, mas dando margem para que ele evolua futuramente com novas tecnologias. Para implementações futuras, a principal seria de adicionar em conjunto ao dispositivo já existente um que fará o acionamento e desligamento automático da rede elétrica do quadro. Ao analisar os casos de uso podemos tirar conclusões de que este projeto contribui positivamente tanto para o meio de monitoramento quanto para o mercado. Em resumo, este trabalho atingiu os objetivos que delimitamos, e também contribuiu para melhorar nossos conhecimentos da área e de como um dispositivo de monitoramento deve funcionar.

Abstract:**Distribution Board Monitoring System****Summary:**

This course conclusion work presents a distribution board monitoring system, developed with an ESP32, a DHT22 sensor for temperature and humidity measurements, and an MQ-9 sensor for gas detection. The main objective is to provide a solution that allows real-time monitoring of environmental conditions, ensuring safety and energy efficiency. The methodology used covers the configuration of the ESP32, the integration of sensors and the implementation of a bot on Telegram, which facilitates communication between the machine and the user, sending alerts and data continuously. The results obtained indicate that the system operates with precision, allowing the user to respond quickly to changes in monitored conditions. The discussions address the relevance of continuous monitoring for risk prevention and optimization of distribution board performance. Finally, the final considerations highlight the effectiveness of the proposed solution and suggest future improvements, such as the inclusion of more sensors and the expansion of the system to other industrial applications.

Keywords: monitoring, ESP32, distribution board

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOSONG ELECTRONICS CO. DHT22 DATASHEET. **SparkFun**. Disponível em: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2024.

ARDUINO. DOCUMENTAÇÃO – REFERÊNCIA. **Arduino.cc**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/en/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DO CEARÁ. A prevenção contra incêndios no Brasil. **Governo do Estado do Ceará**. 2023. Disponível em: <https://www.bombeiros.ce.gov.br/2023/07/15/a-prevencao-contraincendios-no-brasil/>. Acesso em: 14 nov. 2024.

ESPRESSIF. ESP32 DATASHEET. **Espressif**. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.

FOLHA BV. Loja no Cinturão Verde tem princípio de incêndio em quadro de energia; veja vídeo. **Folha BV**. 2023. Disponível em: <https://www.folhabv.com.br/policia/loja-no-cinturao-verde-tem-principio-de-incendio-em-quadro-de-energia-veja-video/>. Acesso em: 14 nov. 2024.

HANWEI ELECTRONICS CO. MQ-9 DATASHEET. **Electronicos Caldas**. Disponível em: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MQ-9_Hanwei.pdf. Acesso em: 19 jun. 2024.

INSTITUTO SPRINKLER BRASIL. NOTÍCIA – REFERÊNCIA. **Instituto Sprinkler Brasil**. Disponível em: <https://sprinklerbrasil.org.br/imprensa/principio-de-incendio-atinge-upa-e-pacientes-sao-transferidos-na-pb/>. Acesso em: 29 ago. 2024.

MUNDODAELETRICA. HISTÓRIA DOS DISJUNTORES - Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/conheca-a-historia-dos-disjuntores/> Acesso em: 26/11/2024

RIOMAFRAMIX. Vazamento em botijão de gás causa princípio de incêndio e assusta moradores. **Riomaframix**. 2023. Disponível em: <https://www.riomaframix.com.br/policial/vazamento-em-botijao-de-gas-causa-principio-de-incendio-e-assusta-moradores/>. Acesso em: 14 nov. 2024.

SIEMENS. Quadro de distribuição: o que é, como funciona e como instalar. **Siemens Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.siemens.com/br/pt/empresa/stories/energia/quadro-de-distribuicao-o-que-e-como-funciona-e-como-instalar.html>. Acesso em: 14 nov. 2024.