

**CRISTIAN FERNANDES SENA**  
**DAYANE GABRIELA SANTOS CORDEIRO**  
**GUILHERME MARCOS PEREIRA GONÇALVES**  
**LUCAS HENRIQUE OLIVEIRA PRATA LIMA**

**POCKET FIREMAN**  
**TRABALHO TEÓRICO PRÁTICO**

**BELO HORIZONTE**

**2023**

**CRISTIAN FERNANDES SENA**  
**DAYANE GABRIELA SANTOS CORDEIRO**  
**GUILHERME MARCOS PEREIRA GONÇALVES**  
**LUCAS HENRIQUE OLIVEIRA PRATA LIMA**

**POCKET FIREMAN**  
**TRABALHO TEÓRICO PRÁTICO**

Trabalho apresentado na disciplina de Internet das Coisas II do Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como parte dos requisitos da disciplina.

Orientador: Prof. Mario Guimaraes Buratto

Belo Horizonte

2023

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um relatório sobre o desenvolvimento de um dispositivo de uso pessoal, que será capaz de alertar sobre incêndios, independentemente das limitações do ambiente e do funcionário, fazendo correlação com todos os assuntos tratados em sala de aula na matéria de Internet das Coisas II no ano de 2023 2º Semestre. Será discorrido neste trabalho sobre a problemática tratada, benefícios do dispositivo e detalhamentos na parte de hardware e software desenvolvidos pelo grupo.

**Palavras-chaves:** incêndios. dispositivo. cliente. servidor.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cronograma para realização do Projeto. . . . .	5
Figura 2 – Primeira montagem do projeto. . . . .	7
Figura 3 – Segunda versão do Transmissor - Frente. . . . .	8
Figura 4 – Segunda versão do Transmissor - Atrás. . . . .	8
Figura 5 – Segunda versão do Receptor - Visão Superior. . . . .	9
Figura 6 – Segunda versão do Receptor - Visão Inferior. . . . .	9
Figura 7 – Bateria de alimentação do Receptor. . . . .	10
Figura 8 – Esquemático Elétrico do Receptor. . . . .	10
Figura 9 – Esquemático Elétrico do Transmissor Otimizado para Montagem. . . . .	11
Figura 10 – Esquemático Elétrico do Transmissor. . . . .	11
Figura 11 – Imagem final do Projeto. . . . .	12

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>BENEFÍCIOS . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO HARDWARE . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE . . . . .</b>	<b>13</b>
4.0.1	<b>Pocket Fireman Receptor . . . . .</b>	<b>13</b>
4.0.2	<b>Pocket Fireman Transmissor . . . . .</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>FUTURAS MELHORIAS . . . . .</b>	<b>17</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>18</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>19</b>

# 1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA

No contexto atual, o avanço tecnológico tem proporcionado o desenvolvimento de dispositivos inteligentes capazes de aprimorar a segurança e bem-estar dos indivíduos. Dentro desse cenário, a Internet das Coisas (IoT) emerge como um campo promissor, integrando objetos do cotidiano à rede global, permitindo comunicação e troca de informações de forma interconectada. Este trabalho se propõe a explorar a aplicação da IoT na criação de um dispositivo de uso pessoal, focalizando sua utilidade na detecção precoce de incêndios, independentemente das complexidades do ambiente e das condições do usuário.

A crescente preocupação com eventos catastróficos, como incêndios, motiva a busca por soluções inovadoras que possam mitigar danos e salvar vidas. Nesse contexto, este trabalho explorará, aspectos técnicos da implementação do dispositivo, proporcionando a abordagem dos temas de segurança e os desafios associados aos dispositivos IoT. Além disso, será abordada a correlação entre os temas discutidos em sala de aula e a aplicação prática no desenvolvimento deste dispositivo de detecção de incêndios, proporcionando uma visão ampla e aplicada dos conceitos aprendidos durante o curso.

O projeto é composto por duas partes: um transmissor e um receptor. O transmissor contém os sensores necessários para a detecção de incêndios, enquanto o receptor contém os atuadores necessários para informar sobre a ocorrência de um incêndio. O receptor possui uma bateria recarregável e foi projetado para uso pessoal. A rede é capaz de suportar diversos receptores interligados ao mesmo transmissor. Toda a comunicação é sem fio, via Wi-Fi, sob o protocolo MQTT.

Ao finalizar este estudo, espera-se não apenas apresentar um protótipo funcional, mas também contribuir para a compreensão de como a Internet das Coisas II pode ser efetivamente aplicada na resolução de problemas do mundo real, destacando seu potencial transformador na segurança e qualidade de vida dos indivíduos.

Fase	Semanas	Início	Atividade
Idealização	Semana 1	04/ago	Etapa de decisão e construção da ideia do projeto;
	Semana 2	11/ago	
	Semana 3	18/ago	
Apresentação	Semana 4	25/ago	Apresentação inicial do projeto;
Orçamento	Semana 6	01/set	Compra de equipamentos e dispositivos;
Sprint 1	Semana 7	08/set	Desenvolvimento do Dispositivo de Alerta;
	Semana 8	15/set	
	Semana 9	22/set	
	Semana 10	29/set	
Testes	Semana 11	06/out	Testes dos itens desenvolvidos nas semanas 7, 8, 9 e 10;
Sprint 2	Semana 12	13/out	Desenvolvimento do Sistema de Controle Central e Apuração de Dados Estatísticos;
	Semana 13	20/out	
	Semana 14	27/out	
Testes	Semana 15	03/nov	Testes dos itens desenvolvidos nas semanas 12, 13 e 14;
Sprint 3	Semana 16	10/nov	Montagem do Hardware definitivo;
Testes	Semana 17	17/nov	Testes dos itens desenvolvidos nas semanas 16;
Sprint 4	Semana 18	24/nov	Ajustes e testes finais;
Apresentação	Semana 19	01/dez	Apresentação final do projeto.

Figura 1 – Cronograma para realização do Projeto.

## 2 BENEFÍCIOS

### - **Quebra as Barreiras de Limitação Visual e Sonora:**

O dispositivo proposto vai além das limitações tradicionais de alerta, superando as barreiras impostas por condições visuais e sonoras desfavoráveis. Ao incorporar sensores avançados, sensores de gás e sensores de temperatura, o dispositivo pode detectar sinais de incêndio mesmo em ambientes de baixa visibilidade ou quando os alertas sonoros convencionais podem ser obscurecidos por ruídos do ambiente, como no caso das indústrias. Dessa forma, a capacidade do dispositivo de "ver" e "ouvir" além das limitações humanas contribui para uma detecção mais eficaz e precoce de incêndios.

### - **Permite o Alerta Rápido e Evita Dúvidas em Situações de Emergência:**

A rapidez na detecção de incêndios é crucial para a segurança das pessoas e a preservação de bens. O dispositivo é projetado para oferecer alertas instantâneos diante da detecção de sinais de incêndio, reduzindo significativamente o tempo de resposta em situações emergenciais. Essa prontidão na comunicação de alertas não apenas possibilita a evacuação precoce de locais afetados, mas também minimiza a probabilidade de dúvidas ou hesitações, permitindo uma resposta mais eficaz por parte dos usuários e equipes de emergência.

### - **Trabalha Muito Bem com Sistemas Redundantes:**

A implementação de sistemas redundantes é essencial para garantir a confiabilidade operacional em situações críticas. O dispositivo é projetado para integrar-se de maneira eficaz a sistemas redundantes, garantindo uma detecção consistente e confiável permitindo englobar processos e projetos já existentes em fábricas. Essa abordagem fortalece a confiabilidade do dispositivo, assegurando que ele desempenhe seu papel vital mesmo em condições adversas ou falhas pontuais.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO HARDWARE

Os materiais utilizados para todo o projeto, incluindo parte do transmissor, parte do receptor e bateria, é dado pela seguinte lista de materiais:

- ESP32
- Ponte H
- Motor de Vibração
- Sensor de Gás - Inflamável e Fumaça
- Sensor de Temperatura
- Leds
- Push Button
- Resistores
- Bateria de Lítio
- Modulo regulador de tensão DC

Na Figura 2 podemos observar a primeira montagem do projeto, essa primeira montagem tinha como objetivo testar as funcionalidades do projeto, sendo assim, não havia uma preocupação com o o quesito de espaçamento e distribuição dos componentes.

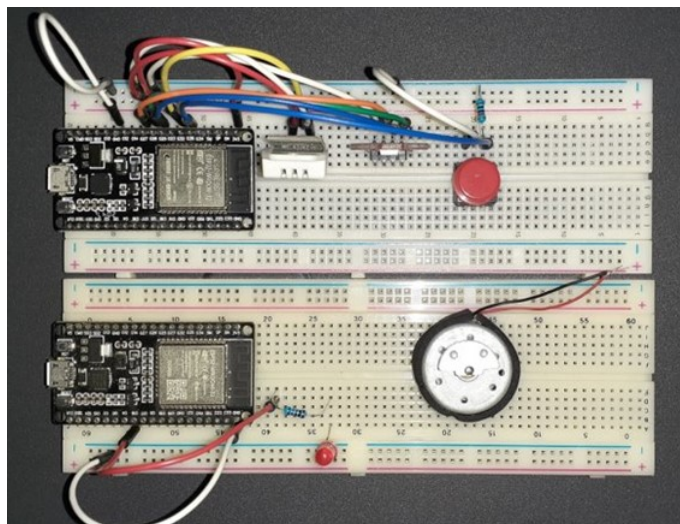


Figura 2 – Primeira montagem do projeto.

Nas Figuras 3 e 4 podemos observar mais detalhadamente a segunda versão da parte do transmissor do projeto, nela foi acrescentado o sensor de fumaça.



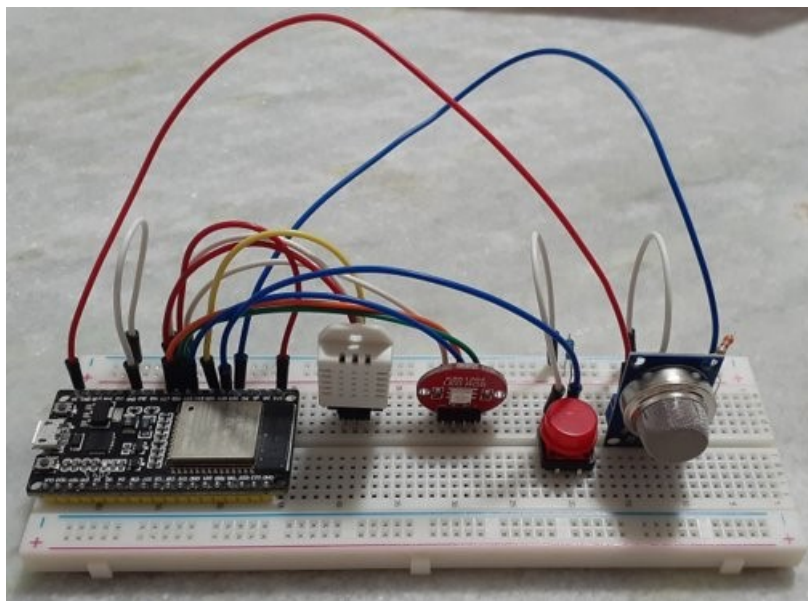


Figura 3 – Segunda versão do Transmissor - Frente.

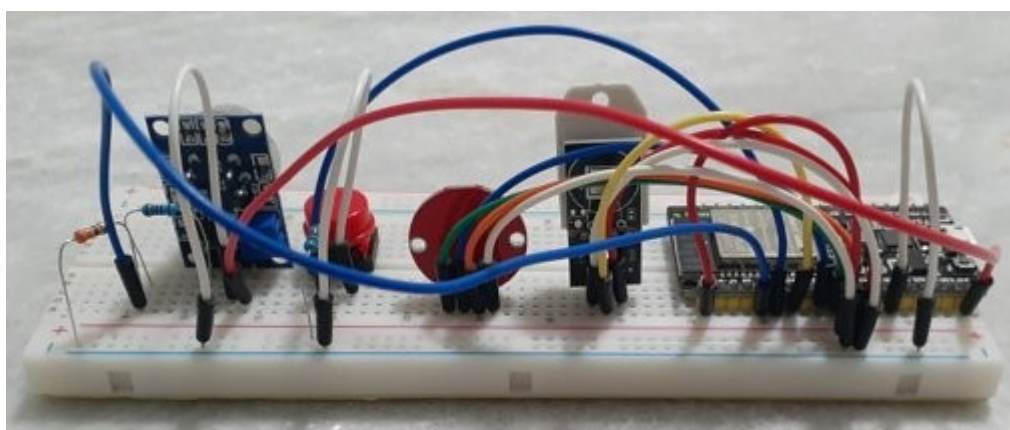


Figura 4 – Segunda versão do Transmissor - Atrás.

Nas Figuras 5 e 6 podemos observar mais detalhadamente a segunda versão da parte do receptor do projeto, ela já foi montada na placa perfurada.

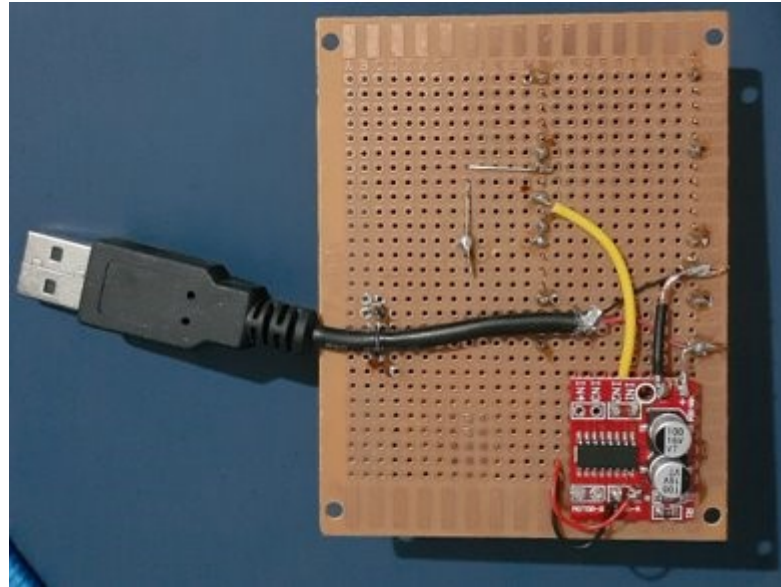


Figura 5 – Segunda versão do Receptor - Visão Superior.

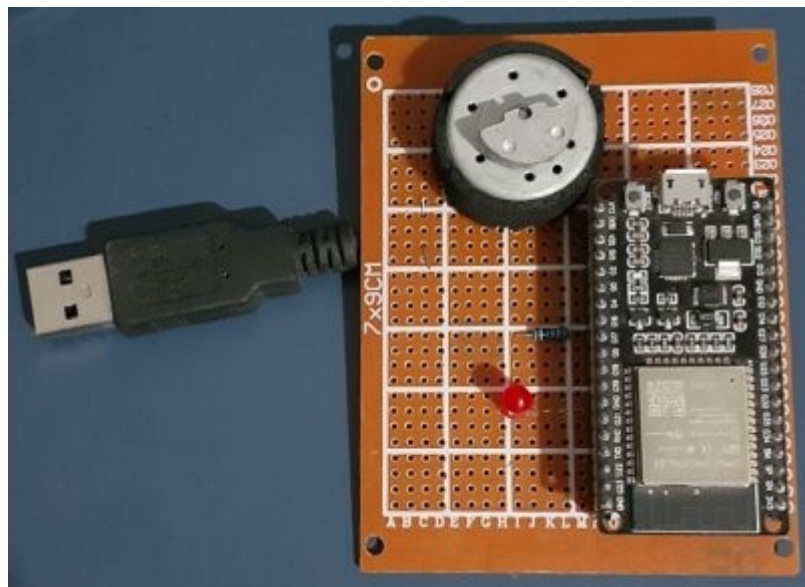


Figura 6 – Segunda versão do Receptor - Visão Inferior.

Nas Figura 7 podemos observar a versão da bateria que alimentará o circuito Receptor do projeto. A bateria escolhida foi do modelo 18650 que é um tipo de bateria recarregável de íon de lítio que recebe seu nome de suas dimensões físicas: 18 mm de diâmetro e 65 mm de comprimento. Comumente utilizada em uma variedade de dispositivos eletrônicos, como notebooks, a bateria 18650 é apreciada por sua capacidade de armazenamento de energia e eficiência. Sua popularidade deve-se, em parte, à sua alta densidade de energia e ao formato cilíndrico que facilita a integração em diferentes designs. Além disso, a natureza recarregável da bateria 18650 a torna uma escolha sustentável, permitindo o uso prolongado antes da necessidade de substituição. Essas características fazem da bateria 18650 uma opção versátil e confiável para nosso projeto.



Figura 7 – Bateria de alimentação do Receptor.

Em uma terceira versão do projeto foi feita a montagem da parte do transmissor em uma placa perfurada, toda esquemática do projeto foi elaborada utilizando o EasyEDA. EasyEDA é um conjunto de ferramentas EDA baseado na web que permite aos engenheiros de hardware projetar, simular, compartilhar - publicamente e privadamente - e discutir esquemas, simulações e placas de circuito impresso. Foi utilizado este software tentando fazer o melhor aproveitamento da placa perfurada e distribuição dos componentes, diminuindo o tamanho do projeto e o deixando agradavelmente para uso e manutenção.

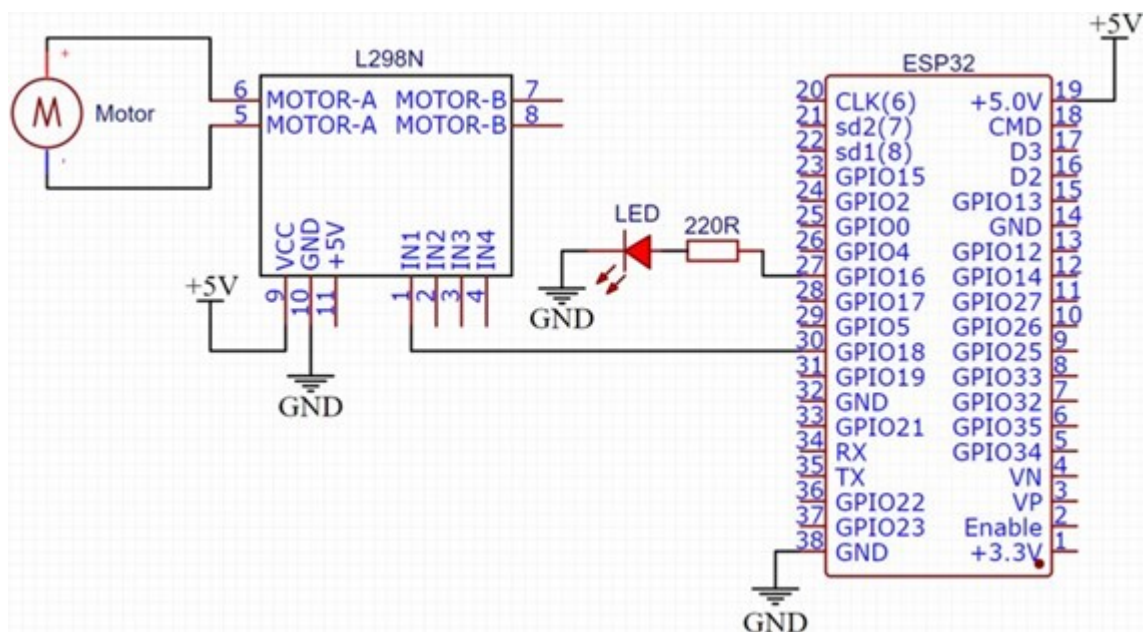


Figura 8 – Esquemático Elétrico do Receptor.



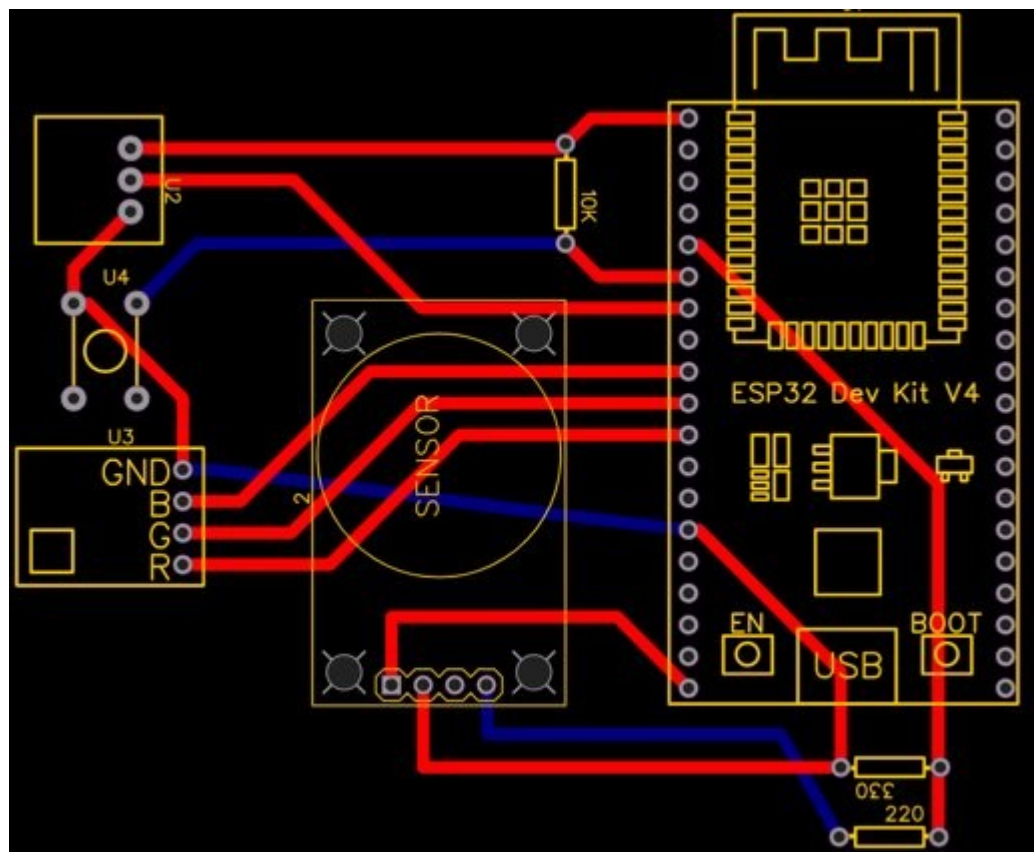


Figura 9 – Esquemático Elétrico do Transmissor Otimizado para Montagem.

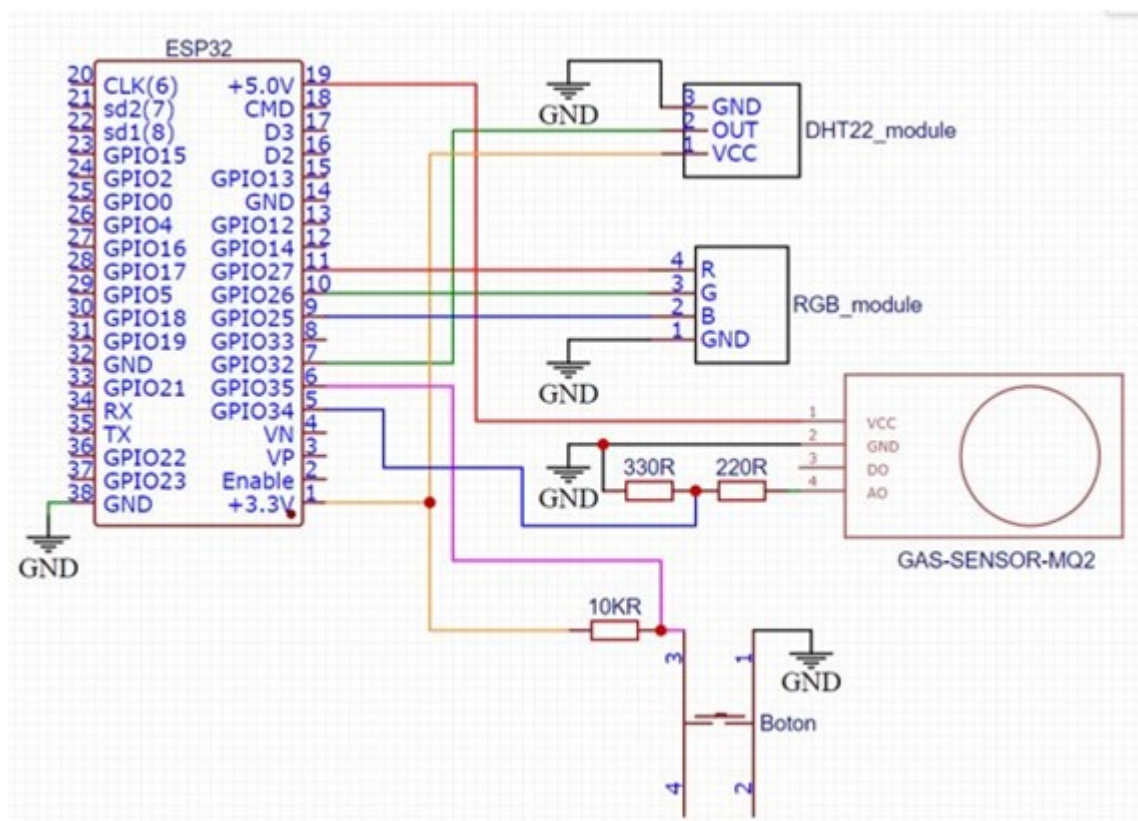


Figura 10 – Esquemático Elétrico do Transmissor.

Na Figura 10, podemos observar como foi projetada a ligação do botão de emergência. Observe que a variação de sinal no mesmo pino em que o botão está conectado (GPIO35) provocará um resultado equivalente ao acionamento do botão. Desta forma, é possível receber um sinal de alerta de um sistema de detecção já existente, garantindo assim uma camada de integração e redundância ao sistema.

Na Figura 11, é apresentado o estado final do projeto. Acima, temos o transmissor, e abaixo, o receptor conectado à bateria.

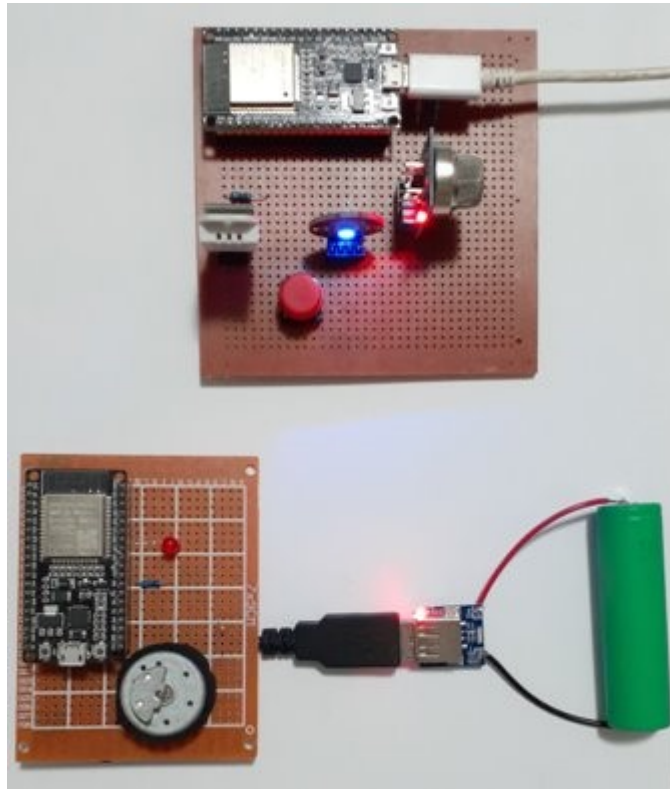


Figura 11 – Imagem final do Projeto.

## 4 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

### 4.0.1 Pocket Fireman Receptor

Na parte do receptor há duas partes de interesse a serem analisadas, a parte que trata a mensagem recebida, analisando qual o grau de severidade do incêndio, como pode ser observado no código abaixo.

---

```

1  //Obtem a string do payload recebido
2  for (int i = 0; i < length; i++){
3      char c = (char)payload[i];
4      msg += c;
5  }
6
7  Serial.print("Chegou a seguinte string via MQTT: ");
8  Serial.println(msg);
9
10 //Toma acao dependendo da string recebida:
11 if (msg.equals("L")){
12     controleVibracao(1);
13     Serial.println("Vibracao nivel 1 (L) ativada");
14 }else if (msg.equals("M")){
15     controleVibracao(2);
16     Serial.println("Vibracao nivel 2 (M) ativada");
17 }else if (msg.equals("H")){
18     controleVibracao(3);
19     Serial.println("Vibracao nivel 3 (H) ativada");
20 }
```

---

Após definido o nível de severidade do incêndio, o Receptor inicia o acionamento da vibração para sinalizar sobre o incêndio, chamando a função `controleVibracao()`. Abaixo podemos observar o exemplo de parte do controle da vibração para o nível mais baixo de severidade.

---

```

1  void controleVibracao(int severidade){
2  if(severidade == 1){
3      MQTT.publish(Estado_Vibracao, "Severidade = 1 (L)"); //Publica o estado da
        vibracao
4      MQTT.publish(Estado_Vibracao, macAddress.c_str()); //Publica o MAC do ESP
5      Serial.println("Enviado MQTT: Severidade = 1 (L)");
6
7      startTime = millis(); // Registra o tempo inicial
```

---

```
8
9   while (millis() - startTime < tempoAtivacao) { // Vibra o motor e pisca o
      LED pelo tempo escolhido em tempoAtivacao
10     digitalWrite(LRed, HIGH);
11     digitalWrite(PonteH, HIGH);
12     delay(1000);
13     digitalWrite(LRed, LOW);
14     digitalWrite(PonteH, LOW);
15     delay(1000);
16   }
17
18   ...
19
20 }
```

---

#### 4.0.2 Pocket Fireman Transmissor

Na parte do transmissor podemos resumi-lo em duas partes de interesse. A primeira se trata da leitura da temperatura através do sensor DHT22 e através dele é publicado os níveis de severidade de incêndio.

---

```
1   /*
2   Descricao: Faz as leituras dos dados do sensor DHT22, verifica seu
      funcionamento e imprime no monitor serial
3   */
4   void controleDHT(){
5     temp = dht.readTemperature();           // Leitura de Temperatura
6
7     //Verifica se o sensor DHT22 esta respondendo
8     if (isnan(temp)) {
9       Serial.println(F("Falha no sensor DHT"));
10      controleLED(3);                       // LED Vermelho
11      return;
12    }
13
14    //Imprime os valores no monitor serial
15    Serial.print(temp);
16    Serial.println("C ");
17  }
18
19  /*
20  Descricao: Efetua a leitura de temperatura e fumaca e faz as atuacoes
```

```

    necessarias
21  */
22  void controleDeIncendio(){
23      if(temp >= 42.0 && temp <= 65.0){
24          controleLED(2);                // LED azul
25          MQTT.publish(Controle_Incendio, "L");    // Publica o estado da vibracao
26          Serial.println("Enviado MQTT: L");
27
28      }else if(temp > 65.0 && temp <= 75.0){
29          controleLED(2);                // LED azul
30          MQTT.publish(Controle_Incendio, "M");    // Publica o estado da vibracao
31          Serial.println("Enviado MQTT: M");
32
33      }else if(temp > 75.0 || fumaca >= 600){
34          controleLED(2);                // LED azul
35          MQTT.publish(Controle_Incendio, "H");    // Publica o estado da vibracao
36          Serial.println("Enviado MQTT: H");
37
38      }else{
39          controleLED(1);                // LED verde
40      }
41  }

```

---

Parte da publicação informa também qual a cor dos leds, para a simulação visual dos alertas.

---

```

1      /*
2      Descricao: Controla a cor do LED RGB atraves do numero informado
3      Parametros: Um valor inteiro
4      */
5      void controleLED(int cor){
6          if(cor == 1){                    // LED Verde
7              digitalWrite(LGreen, HIGH);
8              digitalWrite(LBlue, LOW);
9              digitalWrite(LRed, LOW);
10         }else if(cor == 2){              // LED azul
11             digitalWrite(LGreen, LOW);
12             digitalWrite(LBlue, HIGH);
13             digitalWrite(LRed, LOW);
14         }else{                           // LED Vermelho
15             digitalWrite(LGreen, LOW);
16             digitalWrite(LBlue, LOW);

```



```
17     digitalWrite(LRed, HIGH);
18 }
19 }
```

---

A segunda parte de interesse do transmissor se trata da função Task1code(). É uma função que roda no segundo núcleo do ESP, sendo um paralelismo real (em nível de hardware), essa parte é responsável por cuidar do acionamento do botão de emergência.

---

```
1     /*
2     Descricao: Procedimento paralelo que verifica o estado do botao de
3     emergencia.
4     */
5     void Task1code( void * pvParameters ){
6         Serial.print("Task1 running on core ");
7         Serial.println(xPortGetCoreID());
8
9         for(;;){
10             //Quando o botao de emergencia e acionado
11             if(digitalRead(botao) == 0){
12                 MQTT.publish(Controle_Incendio, "H");    // Publica o estado da vibracao
13                 Serial.println("Enviado MQTT: H (por presscionamento do botao)");
14                 controleLED(2);                          // LED azul
15                 delay(5000);
16             }
17             delay(50);
18         }
19     }
```

---

O código completo do projeto, incluindo o transmissor e o receptor, pode ser acessado em <https://github.com/CristianSenal7/Pocket-Fireman-ESP32>. Futuras atualizações e melhorias no projeto serão publicadas no mesmo repositório em questão.

## 5 FUTURAS MELHORIAS

### - Desenvolvimento de uma Case sob medida para as duas placas desenvolvidas:

A criação de uma case específica para abrigar as duas placas desenvolvidas proporcionará não apenas proteção física, mas também otimização do espaço e integração eficiente dos componentes. Essa abordagem sob medida garantirá que o dispositivo seja compacto, leve e ergonomicamente adaptado ao uso pessoal. Além disso, a case personalizada pode facilitar a instalação e manutenção do dispositivo, tornando-o mais acessível para os usuários finais e permitindo uma integração mais harmoniosa em diferentes ambientes.

### - Substituição da bateria cilíndrica por uma retangular e mais fina para economia de espaço:

A troca da bateria cilíndrica por uma retangular e mais fina representa uma otimização significativa do espaço interno do dispositivo. Essa mudança não apenas reduz o volume ocupado pela fonte de energia, mas também oferece a possibilidade de um design mais elegante. Além da economia de espaço, a nova bateria pode ser escolhida com base em critérios como capacidade de armazenamento de energia, eficiência e vida útil, proporcionando uma melhoria adicional no desempenho e na autonomia do dispositivo. Essa otimização energética é fundamental para dispositivos de uso pessoal que dependem de baterias para operar de maneira autônoma e eficiente.

### - Desenvolvimento de uma PCB compacta para impressão:

O desenvolvimento de uma PCB (Placa de Circuito Impresso) está estreitamente associado ao uso de uma case que abrigará os componentes. Ao integrarmos o projeto à PCB, não apenas otimizamos o tamanho do dispositivo, mas também proporcionamos uma experiência mais agradável do ponto de vista ergonômico. A interconexão entre a PCB e a case não apenas reduz as dimensões gerais do dispositivo, mas também contribui para uma estética mais harmoniosa e uma usabilidade mais intuitiva, atendendo às expectativas de conforto e eficiência do usuário. Essa integração sinérgica não só responde às exigências técnicas, mas também promove uma solução mais completa e atraente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos conhecimentos adquiridos em sala de aula com o projeto prático de Internet das Coisas II com a proposta de desenvolvimento do dispositivo pessoal para detecção de incêndios, revela não apenas a possibilidade de aplicar os conceitos aprendidos em sala de aula, mas também a capacidade transformadora dessa tecnologia na segurança e qualidade de vida dos indivíduos e empresas.

Ao quebrar as barreiras de limitação visual e sonora, o dispositivo transcende as restrições humanas, proporcionando uma detecção eficaz de incêndios em condições desafiadoras. A rapidez nos alertas, aliada à eliminação de dúvidas em situações de emergência, destaca a importância vital deste dispositivo como um instrumento de resposta imediata e eficiente diante de eventos críticos.

A integração harmoniosa do dispositivo com sistemas redundantes representa um salto significativo na confiabilidade operacional, assegurando sua eficácia mesmo em circunstâncias adversas. Uma das possíveis melhorias futuras pode ser no desenvolvimento de uma case sob medida, que não apenas protege os componentes, mas também facilita a usabilidade e a manutenção.

A substituição da bateria cilíndrica por uma retangular e mais fina não é apenas uma otimização de espaço, mas uma escolha estratégica que impacta diretamente na eficiência energética e na autonomia do dispositivo. Essa melhoria não apenas aprimora a praticidade do dispositivo, mas também contribui para sua sustentabilidade ao prolongar a vida útil da bateria.

Em síntese, este trabalho não apenas foca na criação de um dispositivo inovador, mas também ressalta a importância de abordagens interdisciplinares e práticas na implementação de conceitos de Internet das Coisas II.

## REFERÊNCIAS

- Marcelo Barros. **MQTT – Protocolos para IoT**. 2015. Disponível em: <https://embarcados.com.br/mqtt-protocolos-para-iot/>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- MQTT. **MQTT Version 5.0**. 2019. Disponível em: <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- TechTudo. **Internet das Coisas: o que é, como funciona e exemplos de uso**. 2022. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2022/10/o-que-e-internet-das-coisas-veja-como-funciona-a-iot-e-exemplos-de-uso.ghml>. Acesso em: 17 nov. 2023.