

# SISTEMA ELETRÔNICO DE DETECÇÃO E GERENCIAMENTO DE INCÊNDIOS PARA UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Raiane Araujo Brandão, Styves Barros Miranda, Laura de Araujo Rodrigues, Rafaele da Silva Souza



Instituto Federal da Bahia, IFBA - Campus Seabra. Estrada Vicinal para Tenda. Barro Vermelho, 46900-000 - Seabra, BA - Brasil

## INTRODUÇÃO

A ocorrência de queimadas não é algo recente, sejam elas naturais ou que envolvem ação humana. Segundo Santos, Bahia e Teixeira (1992), a utilização da técnica da queima data desde o surgimento da própria agricultura. Contudo, o manejo de queimadas pode descontrolar-se, tornando-se um incêndio ambiental, e provocar danos enormes para o meio ambiente. Nesse contexto, é também uma preocupação a ocorrência de incêndios em áreas de preservação, sendo essa uma das graves ameaças à conservação da biodiversidade (IBAMA, 2008).

A presente pesquisa foi realizada com enfoque no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), localizado no estado da Bahia. Essa região se inclui entre as Unidades de Conservação com maior quantidade de focos de incêndio do Brasil (IBAMA, 2008; ICMBIO, 2007).

Nesse contexto, será investigado a possibilidade de elaborar e demonstrar o funcionamento de um sistema eletrônico autossustentável de detecção de incêndios que identifica o aumento da concentração de monóxido de carbono no ar e notifica o órgão responsável pela fiscalização da área de preservação ambiental.

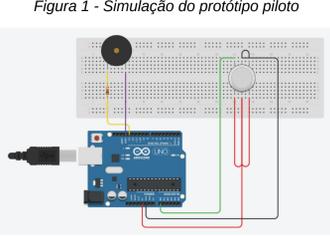
## METODOLOGIA

**a) Estrutura e programação do Arduino**

A capacitação inicial aconteceu através de dois cursos online e gratuitos das plataformas Lumina e MOOC e quatro oficinas com profissionais da área. Os cursos e oficinas abordaram a instalação básica dos softwares necessários; a abordagem inicial de eletrônica sobre tensão, corrente elétrica e resistência; além dos estudos sobre os componentes e a linguagem de programação.

**b) Montagem experimental (fase 1)**

Após os cursos e a oficina, foi possível montar o protótipo piloto do projeto e desenvolver o código responsável por controlar o funcionamento dos componentes e suas interações. De posse do código de funcionamento, foi simulado o dispositivo no Tinkercad (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelos autores.

**c) Calibração do dispositivo e concentração de CO**

O dispositivo detector de fumaça MQ-9, quando conectado ao pino analógico da placa Arduino, retorna resultados que variam entre 0 e 1023. Esses números, porém, precisam ser convertidos para uma unidade de medida de concentração antes de poderem ser propriamente analisados. Para isso, a calibração do dispositivo precisou ser realizada. Para isso, segundo a documentação do MQ-9 (ELETRONICS, [201-]), deve-se utilizar a seguinte fórmula, em que RSCO é a resistência do sensor na presença de CO e Ro é a resistência do sensor a 1000 ppm de gás liquefeito de propano.

$$CO = 10^{-2,199 \times (\log_{10}(\frac{R_{SCO}}{R_o})) + 2,766}$$

**d) Locais para testes do dispositivo**

Para os testes do dispositivo na região da Chapada Diamantina, elencou-se as áreas que sofreram incêndios nos últimos dois anos (Figura 2). Dentre eles, por questão de logística, foram escolhidos os que estavam mais próximos da instituição: o Morro do Pai Inácio, em Palmeiras, e o Rio Mucugezinho, em Lençóis.

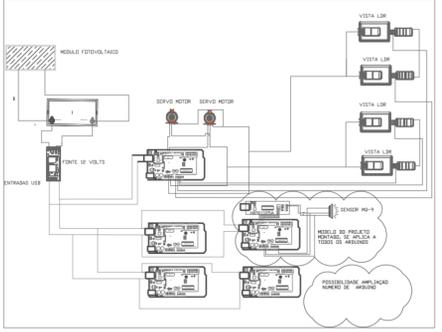


Fonte: Se liga Chapada, G1, Rafael Sena/Arquivo Pessoal, Reprodução/TV Bahia

**e) Adequações e montagem experimental (fase 2)**

Posteriormente, tem-se a conexão do painel solar, da bateria e da fonte, além da construção de um rastreador de luz solar para uma melhor qualidade na captação da energia solar através de um sistema via sensores LDR (Figura 3) (Figura 4).

Figura 3 - Esquema de montagem do dispositivo (fase 2)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 - Rastreador solar



Fonte: Autoria própria.

**f) Gerenciamento do sistema de detecção**

Após verificar a funcionalidade e eficácia do sensor de fumaça, utilizou-se, de modo temporário, o Módulo Ethernet W5500 que permite a conexão à internet, unido à plataforma ThingSpeak que recebe os dados coletados pelo sensor e constrói automaticamente um gráfico com os valores recebidos (Figura 5).

Figura 5 - Base de dados na plataforma ThingSpeak



Fonte: Elaborado pelos autores.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

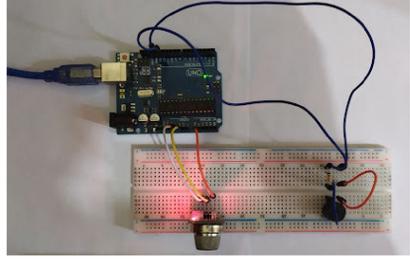
Construir um sistema eletrônico que detecta o aumento crescente da concentração de monóxido de carbono no ar em áreas de preservação ambiental e notifica o órgão responsável pela fiscalização a fim de agilizar as medidas de combate a incêndios.

- Investigar recursos de hardware e software que possam contribuir para evitar incêndios em larga escala;
- Elaborar e demonstrar o funcionamento de um dispositivo autossustentável de detecção de incêndios que objetiva monitorar áreas de preservação ambiental;
- Elucidar possibilidades e tecnologias para combate e prevenção de incêndios florestais;
- Auxiliar na proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, combatendo a degradação da terra e a perda de biodiversidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos cursos, oficinas e simulação online, ocorreu a montagem do protótipo físico (Figura 6), que é capaz de detectar concentrações de gases inflamáveis e de monóxido de carbono (CO) no ar até uma faixa de 1000 ppm.

Figura 6 - Protótipo físico piloto



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Teste do dispositivo**

Com a montagem física do detector finalizada, partiu-se para a etapa de testagem. Os testes aconteceram no Morro do Pai Inácio, mais especificamente no Orquidário, a 26 km de Palmeiras, área devastada por incêndios em setembro de 2021 (Figura 7).

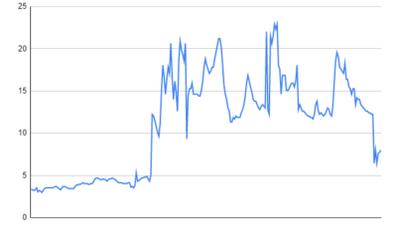
Figura 7 - Registro fotográfico do momento da testagem



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram realizadas medidas em situação controlada de fogo. Para isso, utilizou-se material orgânico inflamável para criar um pequeno foco de fogo, em área aberta e de forma segura e controlada. A partir dos dados obtidos, foi traçado o gráfico da (Figura 8).

Figura 8 - Gráfico de concentração de CO em situação de fogo controlada



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando a combustão de material orgânico começou, observou-se um abrupto aumento na concentração de CO no ambiente, que cresceu até um pico de 22,9 ppm. Tais valores estão acima do normal e são sinais claros da existência de um foco de incêndio nas proximidades do detector, principalmente se elas permanecerem altas por um grande período de tempo.

Considerando as dimensões do PNCD, é evidente que apenas um dispositivo não é suficiente para cobrir e monitorar toda a área deste. Segundo testes, cada dispositivo tem alcance de detecção de aproximadamente 3 m, ou seja, cobrem uma área circular de aproximadamente 28,26 m<sup>2</sup> (Figura 9). Outra característica é que os incêndios florestais ocorrem, de maneira muito frequente, nos mesmos locais. Por isso, pensou-se em cobrir áreas de maior recorrência de fogo, mais especificamente a área do Orquidário, próxima ao Morro do Pai Inácio - BA.

Figura 9 - Disposição do sistema (rastreador solar e conexões com o dispositivo)



Fonte: Elaborado pelos autores.

O dispositivo tem capacidade de até 10 placas, mas por limitações de recursos do projeto, foi possível utilizar 1 placa de arduino responsável por controlar o sistema de rastreamento solar e outras 4 placas equipadas com os sensores de CO responsáveis pela detecção da fumaça, cobrindo uma área total de 113,04 m<sup>2</sup>.

## REFERÊNCIAS

IBAMA. Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA. **Relatório de combate ampliado**. IBAMA - PREVFOGO: Brasília, 2008

ICMBIO. **Plano de Manejo para o Parque Nacional Da Chapada Diamantina**. ICMBIO: Brasília, Brasil, 2007.

ELETRONICS, Hanwei. **Technical Data MQ-9 Gas Sensor**. HWSSENSOR. [201-].

SANTOS, Djail; BAHIA, Vicror Gonçalves; TEIXEIRA, Wellceslau Geraldes. Queimadas e erosão do solo. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 16, n. 176, p. 62-68, 1992.

## CONCLUSÃO

Os sistemas de detecção de incêndio têm se modernizado, acompanhando as tecnologias de circuitos microprocessados. Porém ainda existem muitas limitações quando se trata de controle de queimadas e incêndios em áreas de preservação ambiental. Sobre esse problema, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver uma interface inteligente a partir do Arduino com capacidade de detecção de focos de incêndio com a função de trazer mais segurança com medidas de proteção automatizadas. O objetivo deste projeto foi alcançado por meio do desenvolvimento de um sistema eletrônico de detecção precoce de incêndios integrado à base de gerenciamento remoto capaz de dar informações claras aos utilizadores sempre que um incêndio ou ameaça for detectada. Então, foi verificado que esta poderá ser uma solução simples, fácil e acessível e para uma aplicação real. Sendo, assim, uma informação adicional para o brigadista de incêndio, que poderá se dirigir ao local do detector acionado com maiores informações e com os equipamentos corretos para a extinção daquele tipo de incêndio.