



# DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE GASES EM ÁREAS VERDES PARA PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS E POLUIÇÃO

**Palavras-Chave:** INCÊNDIOS FLORESTAIS, MONITORAMENTO, SENSORIAMENTO

**Autores:**

**ADRIAN SEGOVIA, FT – UNICAMP**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. TALÍA SIMÕES DOS SANTOS XIMENES (orientadora), FT – UNICAMP**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. SIMONE ANDREA POZZA (coorientadora), FT – UNICAMP**

---

## INTRODUÇÃO:

O uso da tecnologia visando a melhora da qualidade de vida e a solução de problemas de cunho social e ambiental de forma prática tem se tornado evidente. Os sistemas permitem realizar de forma rápida e precisa o monitoramento, análise de dados e facilitam a detecção de altas concentrações de gases poluentes.

Observa-se o constante crescimento do número de focos de incêndios florestais, como demonstram estatísticas do INPE [1], nos quais é possível observar a relação de períodos de estiagem com o número de focos de incêndio, seja por ação antrópica ou fenômenos naturais, é de extrema importância a utilização de processos tecnológicos modernos [2], como o monitoramento remoto, para reduzir os impactos ambientais.

Este trabalho propõe um sistema de monitoramento remoto e análise de gases em áreas verdes urbanas. Utilizando sensores MQ-2 [3], microcontroladores Arduino-UNO [4], uma placa microcontroladora Raspberry Pi 3+ [5] e módulos Xbee S2C [6] para comunicação remota dos dados. O objetivo do projeto é desenvolver um sistema de monitoramento em linguagem C++ e com isto, detectar possíveis focos de incêndio e variações consideráveis de gases poluentes.

Grandes concentrações de metano ou gás carbônico no ambiente podem ser relacionadas a queima de biomassa, logo, o sistema que será capaz de captar tal variação, será de extrema importância para viabilizar um alarme de segurança para possíveis focos de incêndio florestal. Este alerta será implementado em uma página Web utilizando o banco de dados fireabase da Google.

A associação dos componentes pode ser melhor entendida pela Figura 1.

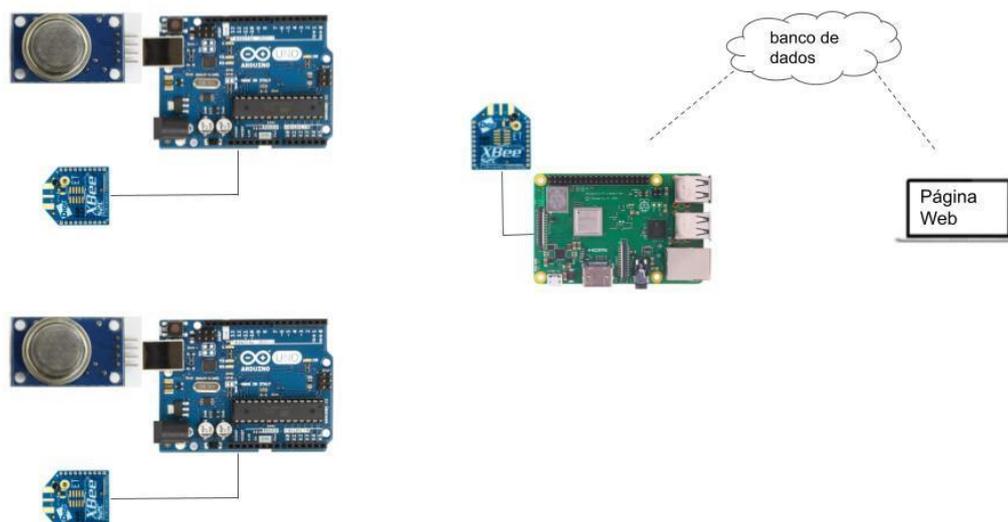


Figura 1: Esquema do sistema completo. Fonte: Os autores.

## METODOLOGIA:

O desenvolvimento do projeto se iniciou com a busca por componentes que cumpram as necessidades de implementação em ambientes de mata. Sendo assim, foi priorizada a dimensão dos componentes e o consumo de energia com o intuito de vislumbrar novos recursos.

Assim, foi decidido o uso de um arduino UNO, como microcontrolador na captura dos dados dos sensores MQ pelos desempenhos práticos dentro do laboratório, relativos ao consumo de energia e as variações de dados obtidos usando uma fonte de fumaça. A fonte de fumaça era um incenso comercial, escolhido pela presença de casca de árvore em sua composição, desta maneira sua combustão liberaria os gases CO, CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>. O melhor modelo de sensores MQ para a detecção destes gases é o sensor MQ - 7 (imagem do gráfico dele). Para selecionar a prioridade da detecção de cada gás é usado uma resistência especificada na ficha técnica do sensor, no experimento foi usado um resistor de 10 kΩ para captar os gases CO e CO<sub>2</sub>, esta decisão guiou os desenvolvimentos semanais do projeto, de acordo com a Figura 2.

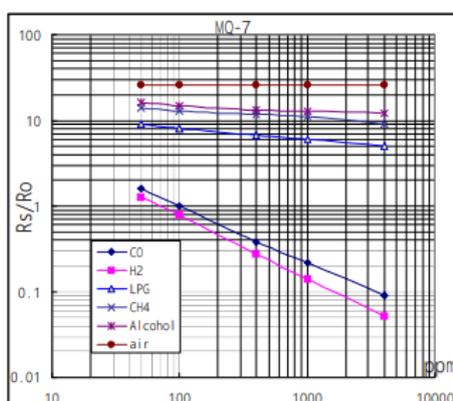


Figura 2: Gráficos dos gases do sensor MQ-7. Fonte: [3]

Em seguida foram feitas as pesquisas para comunicação sem fio, priorizando o baixo consumo de energia, foram testados os módulos MC 32131 e os módulos de Xbee Series 2 PRO. Após os

testes no laboratório foi concluído que o uso do módulo Xbee seria mais eficaz, devido às suas dimensões compactas, seu alcance de até 90 metros com obstáculos. Este alcance é importante, pois o ambiente proposto seria um ambiente de mata, onde as obstruções seriam inevitáveis e o consumo de energia de  $1 \times 10^{-3}$  mAH [xbee].

Para a programação do módulo Xbee Series 2 PRO, foi utilizado o software XCTU para a configuração da comunicação entre os módulos coordenador e roteador [6]. Em seguida a programação da transmissão dos dados do arduino para o Xbee foram realizadas implementando a biblioteca xbee.h [8], desta maneira os dados estavam sendo recebidos no módulo coordenador conectado ao software em um computador.

Com a conclusão dos passos anteriores, as configurações necessárias para o funcionamento da placa Raspberry Pi 3B, cujas funções são o reconhecimento dos dados no módulo Xbee e a criação de um banco de dados usando a função realtime database da plataforma firebase [10] disponibilizado pela Google, para ser implementado em um site de fácil acesso. Desta maneira os dados de recepção do Xbee coordenador foram obtidas por meio da utilização de um código em Python recebendo os dados na mesma frequência transmitida, estes dados por sua vez são inseridos em um arquivo de texto.

O próximo passo foi a configuração do banco de dados firebase, que foi utilizada a programação em Python disponibilizada pela própria plataforma, assim, os dados recebidos pela Raspberry são alocados imediatamente neste banco de dados. Com um banco de dados pronto foi possível realizar a programação de um site com estes dados, utilizando a biblioteca Chart.js [7] foi possível colocar os dados de maneira gráfica, com a disposição gráfica dos dados é possível montar um sistema de segurança para incêndios baseado nos dados de concentração de gás da SISAM [9], no mesmo site é possível encontrar os sites utilizados para a obtenção de dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os testes foram feitos dentro do laboratório em ambiente controlado, separados por partes para que os resultados finais fossem obtidos. Para que os resultados sejam capazes de ser analisados foi necessário calibrar o sensor MQ-7 para a menor detecção possível de CO<sub>2</sub>, no próprio datasheet do sensor é estipulado um sensor de 10KΩ, assim, foram realizados os testes no laboratório com temperatura de 24°C gerando resultados com variação de 40 a 338, podendo variar entre 0 e 1023 por ser de 10 bits.

Considerando também a utilização de meios de combustão pequenos, como um incenso para que os testes pudessem ser realizados de maneira segura no laboratório.

Com o projeto alinhado foi possível analisar o comportamento do sensor com e sem a presença de fumaça (CO e CO<sub>2</sub>), no banco de dados *firebase*, posteriormente os resultados foram dispostos de maneira gráfica seguindo o último passo da metodologia. No gráfico é possível observar as variações da presença de gás em ppm, também é possível observar o limite de segurança na linha vermelha do gráfico, esta linha é posicionada de acordo com os dados de concentração de alerta de

gás disponibilizado pelo SISAM, assim, quando ultrapassar o valor poderá ser entendido como uma presença não segura de gás na região do sensor, como é possível ver na Figura 3.

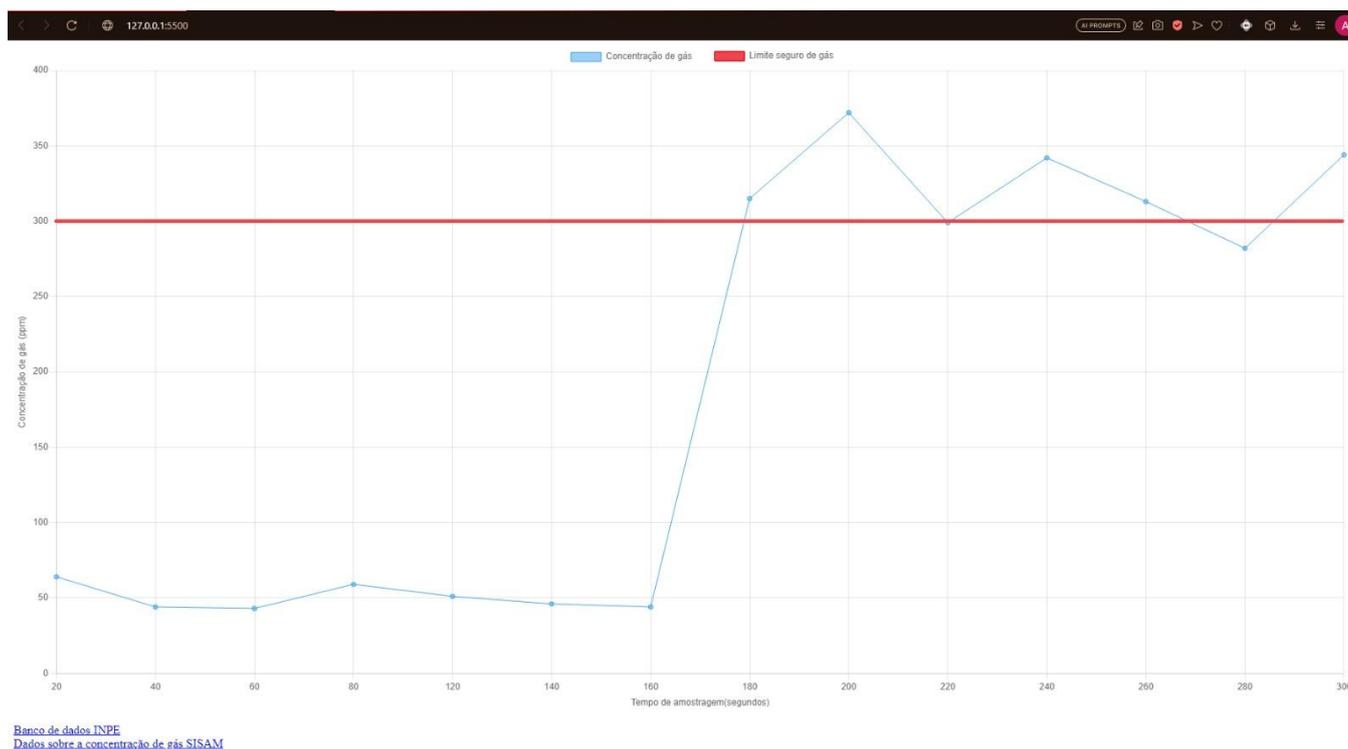


Figura 4: Página Web resultante da implementação dos dados firebase. Fonte: Os autores.

Como o projeto se propõe a se estender para uma mata, é necessário ter a compreensão que um volume muito grande de fumaça será gerado pelo incêndio, sendo possível ser detectado a uma distância considerável do sensor, tendo em mente também a direção do vento para o sensor. Por fim, o sistema final pode ser visto na Figura 4.

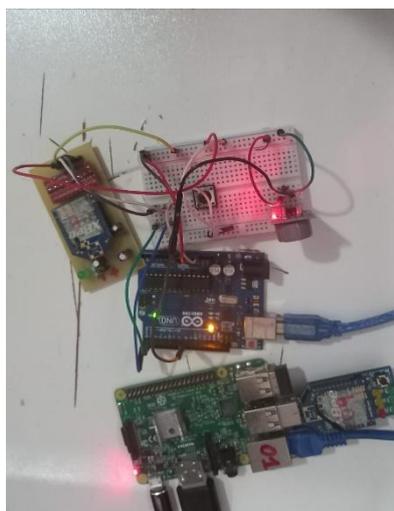


Figura 4: Sistema final. Fonte: Os autores

Observações importantes pelos resultados do projeto podem ser levantados, principalmente em como o aprimoramento do sistema pode ser feita de maneira eficaz, visto que o sistema é baseado no envio de dados de um Arduino, qualquer outro sensor configurado no módulo pode ter seu resultado exibido na página web, seguindo os mesmos passos feitos para o sensor de gás, e se

possível ainda exibidos de forma gráfica. Outra observação é o desenvolvimento futuro de um encapsulamento impermeável para que o sistema possa ser aplicado na realidade, visto que os componentes são sensíveis a chuvas e ventos.

## CONCLUSÕES:

Neste estudo de iniciação científica, foi desenvolvido um estudo sobre um sistema de monitoramento de gás remoto, resultando em insights significativos que avançam o conhecimento nesta área. As análises obtidas e experimentos confirmaram a possibilidade de implementação após o aprimoramento do projeto, revelando os mecanismos subjacentes envolvidos. Além disso, a revisão da literatura destacou a relevância de nosso trabalho em relação a estudos anteriores, abrindo possibilidades práticas para o desenvolvimento de soluções e contribuindo para aprimorar a área de monitoramento e estudo em áreas de conservação ambiental. Com tudo, incentivamos futuros pesquisadores a explorar novos aspectos e dimensões, buscando avançar ainda mais o conhecimento nesta área.

---

## BIBLIOGRAFIA

- [1] INPE. Site do INPE, 2022. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <[https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas\\_paises/](https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_paises/)>. Acesso em: 30 abr. 2022.
- [2] Khanna, M., & Zilberman, D. (1997). Incentives, precision technology and environmental protection. *Ecological Economics*, 23(1), 25-43.
- [3] Especificação técnica Sensor de gás MQ-2 (datasheet) acessado em (08/03/2022) <https://www.mouser.com/datasheet/2/321/605-00008-MQ-2-Datasheet-370464.pdf>
- [4] Especificação técnica Arduino UNO (datasheet) acessado em (08/03/2022) <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>
- [5] Especificação técnica Raspiberry pi 3B (datasheet) acessado em (08/03/2022) <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf>
- [6] Especificação técnica Xbee PRO Séries 2 (datasheet) acessado em (08/03/2022): <https://www.digi.com/resources/documentation/digidocs/pdfs/90002002.pdf>
- [7] Especificação técnica biblioteca "chart.js" acessado em (04/07/2023): <https://www.chartjs.org/docs/latest/getting-started/integration.html>
- [8] Especificação técnica biblioteca Xbee.h acessado em (23/05/2023) <https://github.com/andrewrapp/xbee-arduino>
- [9] SISAM. Site do INPE, 2023. Sistema de Informação Ambiental Integrado à Saúde. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/sisam/v2/dados/descricao/> Acesso em 14 jul. 2023
- [10] Especificação técnica banco de dados Firebase da Google, acessado em (07/07/2023): <https://console.firebase.google.com/u/0/?hl=pt>