



DETECÇÃO DE FUMAÇA COM SENSORES DE BAIXO CUSTO

Angelus Soares¹; Camila Azevedo²; Marcio Cataldi³ & Ivanovich Lache⁴

Palavras-Chave –Internet das coisas, Médias móveis, Detecção de incêndio.

INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais vem acontecendo com maior frequência ao redor do mundo, e no Brasil o número de incidências tem aumentado consideravelmente. Silva et al. (2020) afirmam que as queimadas podem ocorrer tanto por processos naturais como por ações antrópicas, passando por limpar terrenos para atividades agrícolas até incêndios criminosos relacionados a desmatamento.

Os incêndios geram prejuízo às pessoas afetadas, ao meio ambiente e à economia. Além disso, durante as queimadas, são geradas as nuvens pirocúmulus, danosas à segurança de voo, já que diminuem a visibilidade e aumentam a turbulência (Santos, 2020). Assim, o monitoramento de incêndios é de grande importância para uma rápida intervenção, prevenção do alastramento de queimadas e possível diminuição de prejuízos decorrentes.

Uma forma de monitorar incêndios é por meio do sensoriamento remoto, que permite detectar e localizar focos de calor em tempo real, não sendo obrigatório a locomoção até o local. Porém, existem imprecisões nesse sistema de detecção por satélites: presença de nuvens e, com menor influência, sombreamento de árvores. Por causa dessas incertezas, são necessários validação de campo e retorno dos dados (Costa; Firmino; Pirovani, 2017).

O sensoriamento *in loco* representa um outro tipo de monitoramento, sendo normalmente usado em incêndios de dimensões pequenas, segundo Relatório de área queimada nos parques e unidades de conservação do Distrito Federal no ano de 2015 (2016). De acordo com Moreira, Mendes, Santos (2020), ao serem consideradas áreas para implantação de torres de observação de incêndios, deve-se atentar a fatores como relevo, uso do solo, proximidades das estradas e com locais com moderado e alto risco.

Desta forma, um sensor de baixo custo (sensor MQ2 aprox. R\$7,00) é apresentado neste trabalho como um sensor que pode ser incluído em sistemas de monitoramento *in loco*. Contudo, devido às suas características de alta variabilidade e não linearidade é necessário verificar uma forma genérica de detecção rápida e que possa ser realizada no local de instalação, sem nenhuma calibração do sensor, pelo que neste trabalho será discutida e confirmada a utilização da variabilidade das leituras do leitor como fonte de identificação de detecção de fumaça.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sensor utilizado neste trabalho é o MQ2. O material sensível do sensor é o SnO₂, que tem a sua condutividade proporcional à quantidade de gases inflamáveis no ambiente. O sensor tem alta sensibilidade ao propano, fumaça e também pode detectar o gás natural e outros vapores inflamáveis (WINSSEN 2022).

O sensor MQ2 é adicionado ao setup do experimento ilustrado pela Figura 1. Na configuração apresentada, o sensor é aferido por uma placa microcontrolada baseada em Arduino, que por sua vez, compartilha os dados medidos pelo sensor de fumaça com um serviço de IOT (Internet das coisas).

¹) Estudante de graduação de engenharia de recursos hídricos e do meio ambiente, Universidade federal fluminense, angelussoares@id.uff.br

²) Estudante de graduação de engenharia de recursos hídricos e do meio ambiente, Universidade federal fluminense, azevedocamila@id.uff.br

³) Professor no departamento de engenharia agrícola e do meio ambiente, Universidade federal fluminense, mcataldi@id.uff.br

⁴) Professor no departamento de engenharia agrícola e do meio ambiente, Universidade federal fluminense, ilache@id.uff.br

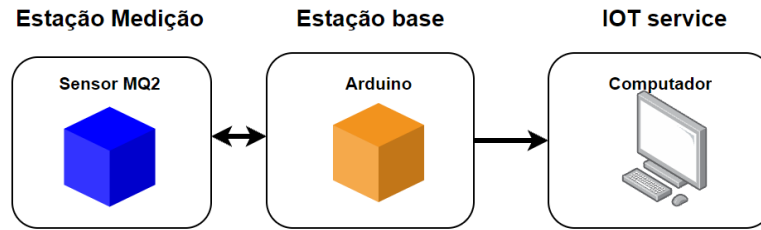


Figura 1. Setup sensor. Fonte: autoria própria.

Com o setup apresentado, foi possível realizar 29 experimentos ao longo de dois meses. O teste consistia em expor o sensor, por aproximadamente 10 segundos, a uma fumaça proveniente de um fósforo (2grs aproximadamente) ou uma vareta de incenso (15 grs aproximadamente). Foram realizados 10 testes com fósforos e 19 testes com varetas de incenso. Os dados eram encaminhados para o servidor a cada dois minutos para serem armazenados. A metodologia utiliza a leitura contínua dos dados aferidos pelo sensor, o objetivo é observar a resposta do sensor em um cenário de funcionamento de 24 horas, sete dias na semana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das leituras realizadas pelo sensor, assim como as datas onde teve uma perturbação são observadas na Figura 2.

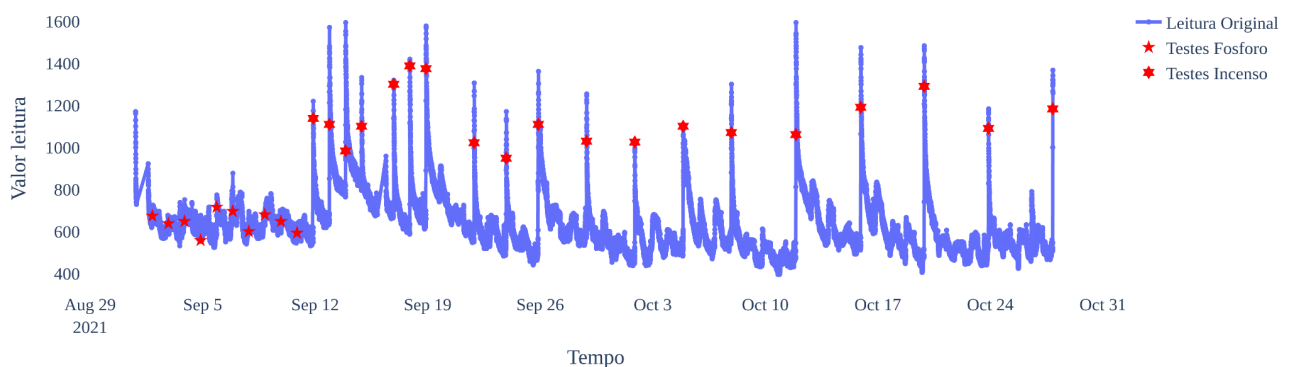


Figura 2. Leitura do sensor MQ2 com marcação de datas de testes. Fonte: autoria própria.

A sensibilidade do sensor frente a perturbações pontuais pode ser observada em detalhe nas Figura 3.a e 3.b, onde são ilustrados os dados coletados durante a excitação com fósforo e incenso respectivamente. Para reduzir o ruído dos dados foram calculadas as médias móveis de 30 e 120 amostras.

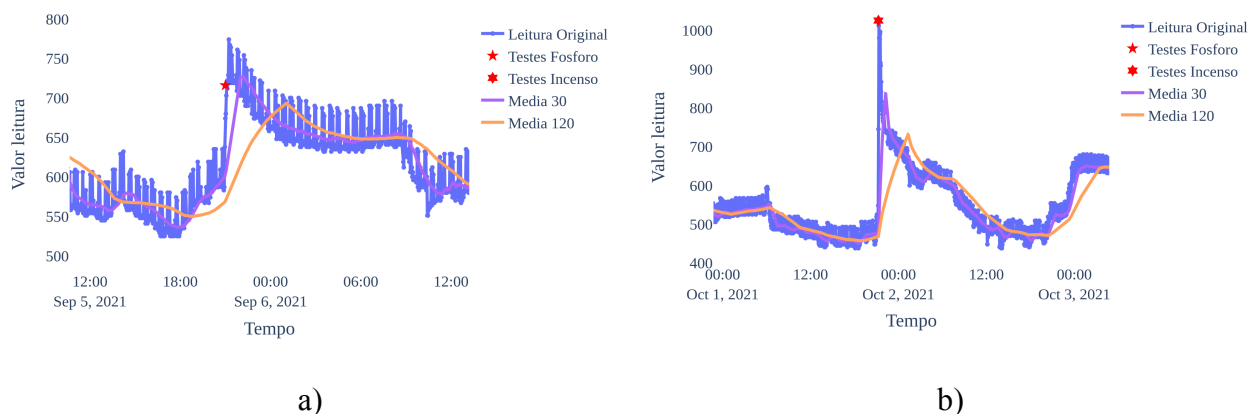


Figura 3. Sensibilidade a) à fumaça produzida por um fósforo e b) à fumaça produzida por um incenso. Fonte: autoria própria.

A diferença entre as médias de 30 e 120 amostras são observadas na Figura 4. É importante observar que a diferença entre a quantidade de fumaça gerou respostas proporcionais dos sensores, sendo claramente visto na diferença de escalas entre as Figuras 3.a e Figuras 3.b

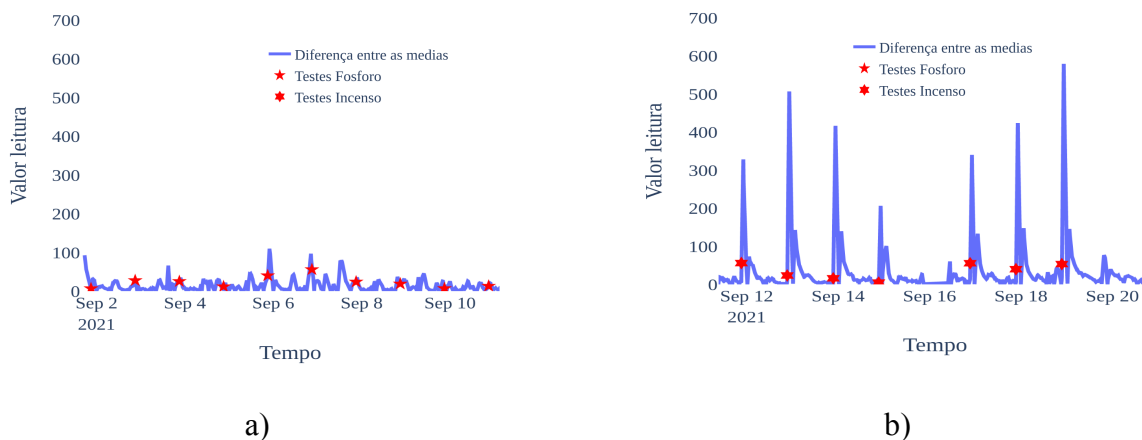


Figura 4. Diferença entre as médias móveis a) à fumaça produzida por um fósforo e b) à fumaça produzida por um incenso. Fonte: autoria própria.

Para verificar a possibilidade de um sistema de calibração que seja capaz de distinguir entre fumaça e valores comuns lidos pelo sensor, foi utilizada uma abordagem que verificava se a diferença entre as médias de 30 e 120 amostras era maior que uma porcentagem do valor atualmente lido (porcentagem limite).

Nas Figuras 5.a e 5.b é possível observar como a escolha de baixas porcentagem limites aumentam o número de detecções, gerando falsos positivos, enquanto que, para valores acima de 40% de porcentagem limite, praticamente nenhuma fumaça é detectada.

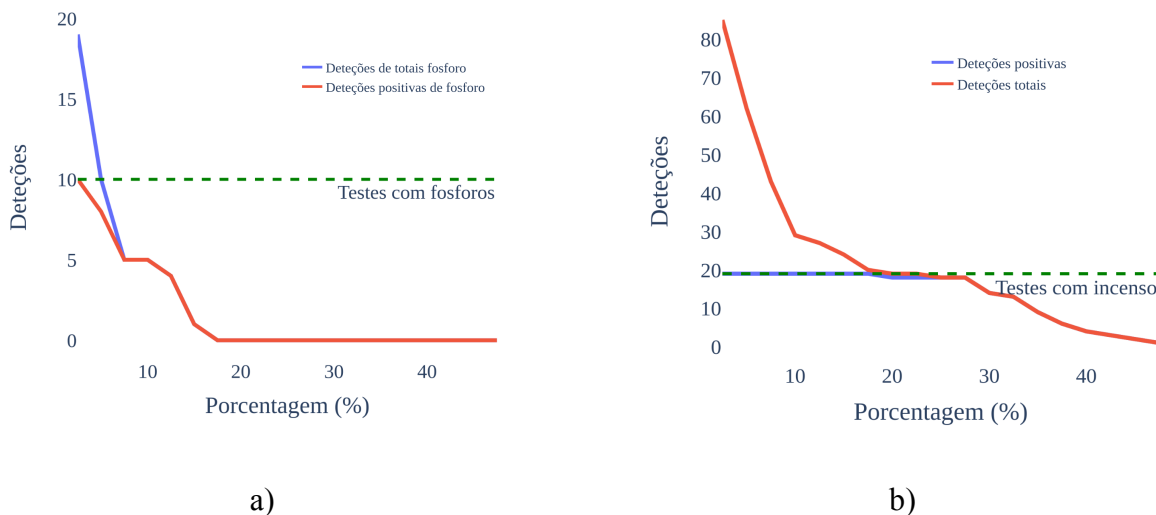


Figura 5. Porcentagem limite para calibração a) à fumaça produzida por um fósforo e b) à fumaça produzida por um incenso. Fonte: autoria própria.

CONCLUSÕES

O sensor MQ2 pode ser utilizado para detecção de presença de fumaça, auxiliando na detecção de focos de incêndio, contudo, é importante ressaltar que a presença de uma baixa quantidade de fumaça pode não ser corretamente detectada pelo sensor, gerando falsos negativos.



Para presenças mais consistentes de fumaça (incenso), foi observado que mudanças em curto espaço de tempo, que representam um aumento entre 20% a 30% das leituras recentes, indicam a presença de fumaça. Esta faixa de valores reduz a incidência de falsos positivos na detecção.

Futuros trabalhos abordaram uma análise com um maior número de sensores expostos a condições de maior continuidade de presença de fumaça, simulando condições mais favoráveis à detecção e mais parecidas com a realidade.

REFERÊNCIAS

COSTA, G. A.; FIRMINO, C. T.; PIROVANI, D. B. (2021). *“Análise da aplicação do sensoriamento remoto na detecção de focos de calor”* in Anais do XXII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, on-line, 2021, pp. 1-4.

SANTOS, A. B. **A importância da aviação no combate aos incêndios florestais**. Monografia (Ciências Aeronáuticas) - Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, p. 36. 2020.

SILVA, S. S.; COSTA, J. G.; SOUZA, F. S. C.; NASCIMENTO, E.S.; SILVA, I.S.; PEREIRA, M.P.; SOUZA, J.F.; MELO, A.W.F.; REIS, J.B.C; ANDERSON, L.O. **Queimadas 2020 no Estado do Acre**. Cruzeiro do Sul: UFAC, 2020. 36 p.

WINSEN 2022, Flammable Gas Sensor Manual. WINSEN. 2022.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à prefeitura de Niterói / RJ apoio ao projeto PDPA “Sistema de Monitoramento de Estabilidade de Encostas e Focos de Incêndios com Sensores de Baixo Custo”. O Projeto foi a base para o presente trabalho.