

# Monitoramento de Radiação Ionizante com Drones: Metodologia utilizando sensores comerciais.

Jonathan A. Lapa, Felipe L. Frigi, Gustavo G. Souza, Ranulfo Dias, Thiago A. Carmo, Guilherme G. Santana, Edson R. Andrade, Elcio H. Shiguemori, Claudio A. Federico.  
jonathanjal@ita.br, friggs@ita.br, gustavodagamasouza@gmail.com, ranulfo143@gmail.com, thiagocarmo@ita.br, guilhermeggs@ita.br - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos-SP, Brasil  
fisicadna@gmail.com, elciogs@gmail.com, claudiofedericocaf@fab.mil.br - Instituto de Estudos Avançados (IEAv), São José dos Campos-SP, Brasil

**Resumo** — Nas últimas décadas, a tecnologia dos drones tem avançado significativamente, sendo amplamente utilizada em várias áreas. No monitoramento de radiação, a combinação de drones com detectores de radiação oferece uma abordagem ágil e segura, permitindo explorar vastas áreas e locais de difícil acesso sem expor os operadores a riscos. Foi desenvolvido um sistema que integra sensores para fornecer dados de voo e detecção de radiação, com grande potencial em cenários de Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (DQBRN). Calibrações foram realizadas no detector de radiação para garantir a exatidão dos dados, tal como as correções resultantes que são aplicadas diretamente no algoritmo assegurando medições confiáveis. O sistema também facilita a análise de dados através de um mapa, que apresenta rota do voo e mapas de calor dos níveis de taxa de dose e permite a identificação dos radionuclídeos presentes no local, por meio de sua capacidade espectrométrica. A implementação de um algoritmo de busca ajuda a criar rotas eficientes até pontos de maior intensidade de radiação, estimando possíveis fontes próximas. Em resumo, a solução combina a mobilidade dos drones com a sensibilidade dos detectores, garantindo medições precisas e visualização eficaz dos dados para auxiliar na tomada de decisões.

## I. INTRODUÇÃO

- **Objetivo:** Projetar, integrar, desenvolver e acoplar um detector de radiação a um drone para facilitar a obtenção de informações sobre fontes radioativas.
- **Necessidade:** Incidentes como os de Chernobyl e Fukushima demonstram a importância de sistemas de monitoramento para áreas de difícil acesso, visando à proteção das vidas humanas [1]. Além disso, o tráfico ilegal de materiais radioativos evidencia a necessidade de uma vigilância constante [2].

## II. METODOLOGIA



Figura 1 – Drone matricie 600 DJI.

### Payload

Usando materiais e equipamentos comerciais, a integração de sensores é realizada. A carga útil é independente do sistema do drone, integrando diferentes sensores próprios, como GPS, temperatura, etc.

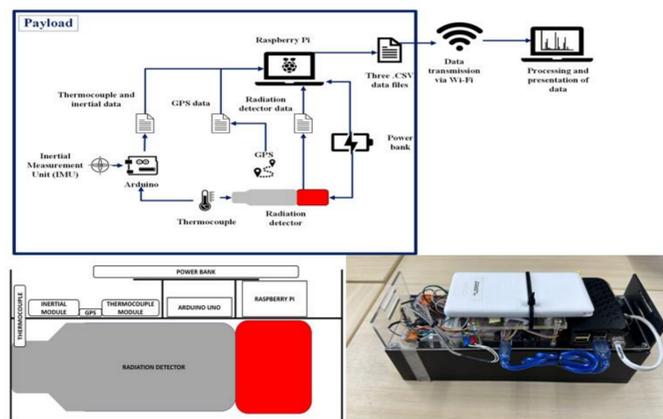


Figura 2- Diagrama do payload utilizado.

### Calibrações e testes

Para garantir a confiabilidade dos dados, foram realizadas calibrações de taxa de dose e energia, bem como foram feitos testes de dependência angular, com a temperatura e com a velocidade.

### Software

Todas as correções provenientes das calibrações e testes foram aplicadas utilizando algoritmo em python, resultando em um arquivo em html com os dados já corrigidos. Assim como um algoritmo de busca para indicar ao piloto o menor caminho ao ponto de maior taxa de dose.

### Resultado e experimentos

Através da oportunidade de participar do Exercício Geral de Emergência Nuclear na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAEA) em Angra dos Reis, Rio de Janeiro, foi possível testar o sistema em uma simulação de monitoramento da Praia Brava.



Figura 3 – Equipe de monitoramento da praia Brava – RJ.



Figura 4 – Resultado do monitoramento da praia Brava – Rio de Janeiro.



Figura 5 – Resultado mostrando o espectro de cada ponto de registro.

## III. CONCLUSÃO

Em resumo, este trabalho apresentou uma metodologia integrada para anexar um detector de radiação a um drone, com o objetivo de fornecer informações confiáveis do detector. A adequada calibração do detector foi crucial para garantir a confiabilidade dos resultados e permitir a capacidade de identificação de radionuclídeos, além da determinação da taxa de dose. Novos equipamentos e sensores devem ser incorporados ao sistema em desenvolvimentos futuros, aperfeiçoando sua funcionalidade.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo **Projeto ERISA-D** - Efeitos da Radiação Ionizante em Tripulações, Sistemas Aeroespaciais e Defesa, pelo **Projeto PITER-N** (Processamento de Imagens em Tempo Real em período Noturno, e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e CAPES 88887.674642/2022-00. Agradece-se o apoio do SIPRON (Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro) por permitir o ensaio em ambiente operacional.

## REFERÊNCIAS

1. STEINHAUSER, G.; BRANDL, A.; JOHNSON, T. E. nuclear and other radioactive material. Viena: IAEA, Comparison of the Chernobyl and Fukushima 2023b. Disponível em: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-releases-annual-data-on-illicit-trafficking-of-nuclear-and-other-radioactive-material>. Acesso em: 19 abr. 2024.
2. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. IAEA releases annual data on illicit trafficking of