

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Câmpus Itapetininga

CONTRIBUIÇÕES DO USO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTS) PARA O AUXÍLIO NO COMBATE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

Davi Roberto Beltrame – PACTEC/IFSP¹

Prof. Ricardo Arai²

Introdução

A crescente frequência e intensidade dos incêndios florestais representam uma ameaça significativa ao meio ambiente, à economia e à segurança humana, especialmente em regiões de transição entre áreas urbanas e reservas ambientais, onde o risco de propagação é amplificado pela densidade populacional e pela complexidade do terreno. O combate eficiente a esses eventos exige agilidade e informações precisas em tempo real, desafios que os métodos tradicionais, muitas vezes limitados pela topografia acidentada ou pela baixa visibilidade causada pela fumaça densa, não conseguem superar de forma satisfatória. Nesse cenário, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTS), popularmente conhecidos como drones, emergem como uma ferramenta promissora e de grande potencial estratégico, permitindo não apenas o monitoramento remoto de grandes extensões territoriais, mas também a intervenção direta através do transporte de agentes extintores em locais de difícil acesso para brigadas terrestres, conforme discutido por Akhloufi et al. (2021). A importância deste estudo reside na necessidade de modernizar os protocolos de Defesa Civil, utilizando a tecnologia para minimizar danos à biodiversidade (EESC-USP, 2025).

Objetivo

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar e quantificar as contribuições operacionais de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTS) no combate a incêndios florestais, por meio da avaliação de suas capacidades logísticas e energéticas em cenários de simulação. Busca-se, especificamente, validar a aplicabilidade tática dessas aeronaves como unidades de primeira resposta em emergências ambientais, com foco na redução sistemática do tempo de detecção e na análise técnica da viabilidade do transporte de cargas úteis em missões críticas de supressão de focos de incêndio. Buscou-se também avaliar o impacto de diferentes cargas úteis (1,0 kg e 3,0 kg) na autonomia de bateria e na estabilidade dinâmica do protótipo simulado; comparar a eficiência de resposta aérea em relação a unidades terrestres no município de São Carlos (SP), utilizando dados de geolocalização e malha viária reais para calcular tempos de deslocamento precisos; investigar o uso de agentes extintores, como bolas de pó químico, e validar o esforço mecânico e energético necessário para o transporte dessas cargas; e analisar a integração

¹Estudante do curso de Manutenção Aeronáutica em Célula, IFSP – São Carlos/SP. E-mail do primeiro autor: davi.beltrame@aluno.ifsp.edu.br.

²Doutor, IFSP – São Carlos/SP. E-mail do orientador: rarai@ifsp.edu.br.

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Câmpus Itapetininga

de tecnologias de detecção baseadas em sensores multiespectrais e algoritmos de Inteligência Artificial para a identificação autônoma de focos de incêndio e fumaça em estágios iniciais, fundamentando-se nas arquiteturas de redes neurais propostas por Silva (2022).

Metodologia

A metodologia fundamentou-se em uma extensa revisão bibliográfica sobre tecnologias de sensores térmicos infravermelhos (IR), que detectam assinaturas de calor invisíveis ao olho humano, sendo vitais para identificar focos de calor residual em condições noturnas ou sob fumaça densa. Investigou-se o uso de Redes Neurais Convolucionais (CNNs) e algoritmos de detecção em tempo real, como a família YOLO (You Only Look Once), que demonstram alta eficiência computacional e FPS (Frames Per Second) para serem executados em dispositivos de borda com recursos limitados de hardware, seguindo as diretrizes técnicas de Yunusov et al. (2024). Foi analisada a arquitetura de fusão multissensorial, integrando dados ópticos, infravermelhos e radar de abertura sintética (SAR) para aumentar a precisão da detecção e reduzir falsos alarmes causados por neblina ou nuvens. Na fase experimental, utilizou-se o simulador Microsoft AirSim. Através de scripts desenvolvidos em linguagem Python e utilizando o protocolo de comunicação SimpleFlight, estabeleceu-se a integração com o VANT simulado para a coleta de telemetria via API. O procedimento experimental consistiu em desenvolver uma ferramenta de registro (logger) para capturar dados de Altitude (m), Velocidade (m/s) e Estado da Bateria (%) a uma taxa de amostragem de 1Hz. Os testes foram conduzidos no cenário "Blocks", selecionado por permitir o isolamento de variáveis físicas, onde foram realizados voos lineares a uma altitude constante de 30 metros, variando a massa do veículo no arquivo de configuração para comparar o estado de referência de 1,0 kg com a configuração de carga útil de 3,0 kg, simulando o transporte de esferas extintoras comerciais, em consonância com os modelos de teste apresentados por Jin et al. (2024).

Resultados

Os achados da revisão bibliográfica indicam que a integração de sensores térmicos de alta resolução e algoritmos de visão computacional representa o estado da arte para a detecção precoce, permitindo a identificação de focos de incêndio com precisão superior a 90% em ambientes de vegetação densa (ABDUSALOMOV et al., 2024). A literatura técnica ressalta que o processamento em dispositivos de borda (edge computing) reduz a latência de transmissão, fator que corrobora a necessidade de aeronaves com alta eficiência energética para sustentar tanto o hardware de processamento quanto o esforço de propulsão. Complementarmente aos dados teóricos, os resultados práticos obtidos nas simulações demonstram que o acréscimo de massa impacta severamente a eficiência energética e a estabilidade dinâmica da aeronave, gerando oscilações perceptíveis no controlador de altitude durante subidas rápidas. Em voos de referência com 1,0 kg, observou-se uma taxa de descarga linear de 0,02% por segundo, com a bateria decrescendo de 100% para 98,9% em um intervalo de 55 segundos, validando a estabilidade do modelo físico para missões de monitoramento prolongado. No entanto, ao elevar a massa para 3,0 kg, simulando o transporte de agentes extintores, a taxa de descarga acelerou drasticamente, atingindo 98,03% em apenas 31 segundos. A comparação direta revela que triplicar a carga útil resulta em um aumento de 211% na

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Campus Itapetininga

potência média exigida dos motores, que saltou de 30,78 W para 95,77 W para sustentar o empuxo necessário, reduzindo severamente a autonomia operacional e o raio de ação da missão, fenômeno que corrobora as preocupações logísticas de Ausonio et al. (2020). No estudo de caso logístico realizado no município de São Carlos (SP), comparou-se o deslocamento de uma viatura terrestre percorrendo 9,6 km de malha urbana com o voo em linha reta do VANT (4,4 km) entre uma base central da cidade e a reserva de Cerrado da UFSCar. O VANT atingiu o foco em 8,8 minutos contra os 20 minutos estimados para a viatura terrestre, indicando que o drone responde em menos de 45% do tempo exigido pelas equipes de solo, gerando um ganho crítico de 11,2 minutos para o controle inicial do incêndio. Análises de longo alcance (1.000 metros) confirmaram que o sistema consome aproximadamente 9,2% da bateria por ciclo de ida e volta, o que permitiria, com uma margem de segurança de 20%, a realização de até 9 incursões de combate antes da necessidade de substituição de baterias. Tais dados confirmam que a viabilidade de missões de combate a incêndio depende criticamente do gerenciamento inteligente de energia e da densidade energética das células de bateria utilizadas, integrando a eficiência algorítmica observada na literatura com a performance física mensurada.

Conclusão

Embora o peso dos agentes extintores comerciais reduza significativamente a autonomia de voo, a velocidade de deslocamento aéreo constante e a capacidade de voar em linha reta compensam o elevado consumo energético, validando o drone como uma unidade tática e logística eficiente para o apoio à Defesa Civil. Ressalta-se a necessidade de etapas futuras de pesquisa, como a integração física de algoritmos YOLOv8 para o reconhecimento autônomo e em tempo real de fumaça, e a realização de ensaios experimentais em campo para validar as interferências de rajadas de vento, gradientes térmicos intensos e possíveis interferências de sinal, conforme sugerido nas diretrizes de monitoramento ambiental de Martins (2022). Conclui-se que o uso de VANTs é uma estratégia altamente viável para a detecção precoce e intervenção inicial rápida, oferecendo um ganho de tempo vital na resposta operacional que pode evitar a propagação exponencial de incêndios florestais.

Referências

- ABDUSALOMOV, A. et al. Drone-Based Wildfire Detection with Multi-Sensor Integration. **Remote Sensing**, v. 16, n. 24, p. 4651, 2024.
- AKHLOUFI, M. A. et al. Unmanned Aerial Vehicles for Wildland Fires: Sensing, Perception, Cooperation and Assistance. **Drones**, v. 5, n. 1, p. 15, 2021.
- AUSONIO, E. et al. **Drone swarms in fire suppression activities**. 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2007.00883>.
- JIN, J. et al. Development of a Firefighting Drone for Constructing Fire-breaks to Suppress Nascent Low-Intensity Fires. **Applied Sciences**, v. 14, n. 4, p. 1652, 2024.
- MARTINS, M. N. **Aplicações de VANTs no monitoramento de águas continentais**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Campus Itapetininga

SILVA, N. F. M. L. **Deteção Automática de Incêndios através do uso de CNN.** Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2022.

YUNUSOV, N. et al. Robust Forest Fire Detection Method for Surveillance Systems Based on YOLOv8. **Processes**, v. 12, n. 5, p. 1039, 2024. EESC-USP. **Drones são usados para combater incêndios.** 2025. Disponível em:

https://eesc.usp.br/intranet/comunicados_s.php.