sict SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG

SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORAMENTO DE FOCOS DE INCÊNDIO PARA PARQUES ESTADUAIS E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

MESSIAS SILVA, Rhuan
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia

SILVEIRA JÚNIOR, Carlos Roberto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia

BEZERRA, Carlos Daniel de Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia

SIQUEIRA, Cleuber Marques
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia

Os incêndios florestais representam uma ameaça crescente à conservação de biomas brasileiros, sobretudo no Cerrado goiano, cuja vegetação e extensão dificultam o monitoramento contínuo, especialmente em áreas remotas com infraestrutura de comunicação limitada. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema inteligente e autônomo para a identificação precoce de focos de incêndio em áreas de preservação ambiental, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 e 15 da ONU, empregando tecnologia embarcada para coleta de imagens e processamento por visão computacional. A metodologia foi estruturada em duas fases complementares, sendo a primeira voltada à validação da ideia, na qual foi utilizado o modelo de rede neural YOLO11n treinado com um dataset público de 16.170 imagens, embarcado em um dispositivo Raspberry Pi conectado a uma webcam, disco rígido externo e monitor, para testes de detecção em tempo real. Na segunda etapa, destinada à

construção de um protótipo mais robusto, o dataset foi expandido para 23.495 imagens, por meio da anotação manual de novas imagens na plataforma CVAT, incluindo maior diversidade de cenários e mais 1.000 imagens de verdadeiro negativo, sendo então treinado o modelo YOLO26m, capaz de distinguir as classes fogo e fumaça, embarcado em um dispositivo NVIDIA Jetson Orin Nano. Os resultados obtidos com o YOLO11n demonstraram desempenho satisfatório, com precisão de 0,90, recall de 0,97, F1-Score de 0,93 e mAP@0.5:0.95 de 0,68, embora a validação no Raspberry Pi tenha evidenciado limitação computacional, operando a apenas 1 FPS. Já o modelo YOLO26m, embarcado na Jetson Orin Nano, apresentou precisão média de 0,74, recall de 0,68, F1-Score de 0,71 e mAP@0.5:0.95 de 0,45, com desempenho superior na detecção da classe fumaça em relação à classe fogo, além de operar com taxa média de 21 quadros por segundo e baixo consumo computacional, confirmando a viabilidade do processamento em tempo real diretamente na borda da rede. Os resultados indicam que, embora o protótipo inicial tenha validado a arquitetura proposta, a migração para uma plataforma com aceleração por GPU foi determinante para superar a limitação de desempenho identificado na primeira etapa, consolidando uma solução mais próxima de um produto final aplicável em campo. Conclui-se que o sistema desenvolvido apresenta potencial concreto para apoiar brigadas de incêndio e órgãos de gestão ambiental na detecção precoce de focos de incêndio, contribuindo para respostas mais ágeis e para a preservação dos biomas brasileiros, com destaque para o Cerrado goiano, ainda que aprimoramentos futuros no conjunto de dados e na robustez de comunicação sejam necessários para consolidar sua aplicação em larga escala. Trabalhos futuros estão relacionados à ampliação de amostras com a geração de base de dados sintéticos, bem como, a implementação em campo do dispositivo completo, com autonomia de energia, processamento e comunicação, a ser instalado em área de preservação ambiental.

Palavras-chave

Inteligência Artificial; Sistema Embarcado; YOLO.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Agradecemos ao CNPq pela bolsa concedida e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás e Fundação Grupo O Boticário pelos recursos para o desenvolvimento da pesquisa, provenientes da chamada pública FAPEG/FGB Nº 08/2025, Teia Cerrado: Soluções para a Prevenção e Combate aos Incêndios.