**Projeto A3 Cidades Inteligentes (Smart Cities): IoT para Detecção de Incêndios Florestais com Drones Autônomos**

Rafaela Maria Da Silva RA: 825134501

Larissa Oliveira Dos Santos RA: 82516871

Emilly Dos Santos Ferreira RA: 825153657

Douglas Evangelista Nogueira RA: 82516629

Rafael Gomes Taiar RA: 825113488

Henrique Lima Cândido RA: 825156385

**RESUMO**

Este trabalho apresenta uma proposta inovadora para detecção precoce de incêndios florestais por meio do uso integrado de drones autônomos e tecnologias de Internet das Coisas (IoT), no contexto de cidades inteligentes. A solução consiste em um sistema que realiza o monitoramento ambiental em tempo real utilizando sensores térmicos, câmeras, GPS e comunicação via rede móvel ou LoRa, conectados a plataformas de nuvem com inteligência artificial. A proposta visa minimizar os impactos ambientais, preservar a biodiversidade e reduzir riscos à saúde e à segurança da população. Com alta viabilidade técnica e alinhamento às diretrizes da Indústria 4.0, o sistema contribui para ações sustentáveis de gestão ambiental, demonstrando seu potencial para integrar-se a políticas públicas e modelos urbanos inteligentes.

**Palavras Chaves:** IoT; Drones Autônomos; Incêndios Florestais; Cidades Inteligentes; Monitoramento Ambiental.

1. **INTRODUÇÃO**

Nos anos recentes, a tecnologia de Internet das Coisas (IoT) vem se tornandocada vez mais utilizada em cidades ao redor do mundo para aprimorar a qualidade de vida dos cidadãos. As ditas Smart Cities usam sensores e dispositivos conectados para coletar e analisar dados, possibilitando que as autoridades tomem as melhores decisões para o gerenciamento de serviços públicos e infraestrutura urbana.

Barcelona, cidade espanhola, possui “vagas inteligentes”. Com o uso de IoT a cidade obtém dados para monitorar as vagas das cidades, esses dados são transformados em informação e são passados em tempo real para motoristas. Singapura emprega sensores em postes de iluminação para acompanhar a qualidade do ar e identificar ruídos excessivos, auxiliando as autoridades na implementação de ações para aprimorar o meio ambiente. Já no Reino Unido, sensores coletam dados em tempo real sobre os níveis de água, estes dispositivos combinam os dados com os registros da Agência Ambiental para identificar áreas com potencial para inundações.

“No Brasil, cidades inteligentes são aquelas que promovem desenvolvimento urbano sustentável por meio da transformação digital, utilizando tecnologias para resolver problemas, reduzir desigualdades e melhorar a qualidade de vida, com governança colaborativa e uso responsável de dados” (Brasil, 2020). Essa definição destaca a importância de integrar soluções tecnológicas com políticas públicas eficazes. Segundo o SEMIL (Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística) em junho de 2024 ocorreram cerca de 93 registros de incêndios em unidades de conservação, já o corpo de Bombeiros de São Paulo registrou no mesmo mês 7.345 ocorrências de incêndio em vegetações no estado. Esses dados escancaram um cenário dramático para a saúde da flora, fauna e dos cidadãos do estado e capital. Observando este quadro, compreendesse que devemos buscar soluções para minimizar os danos, a proposta, é a implementação de drone que analisam possíveis focos e detectam incêndio acionando os bombeiros e órgãos responsáveis, assim agilizando e aumentando a eficiência do combate ao fogo nas regiões de florestas e matas.

1. **REFENCIAL TEÓRICO**

O conceito de Smart Cities, ou cidades inteligentes, refere-se à integração de tecnologias digitais e sistemas interconectados para promover maior eficiência nos serviços urbanos, sustentabilidade ambiental e qualidade de vida para a população (HARRISON et al., 2010). Nesse contexto, a Internet das Coisas (IoT – Internet of Things) desempenha um papel essencial, ao permitir a comunicação entre sensores, dispositivos móveis, câmeras e sistemas autônomos em tempo real. A aplicação de IoT em áreas críticas como a segurança ambiental permite uma resposta mais ágil e precisa a desastres naturais, como os incêndios florestais, que têm se tornado mais frequentes e intensos devido às mudanças climáticas (ZHANG et al., 2021).

Entre as tecnologias emergentes nas Smart Cities, os drones autônomos equipados com sensores térmicos e câmeras de alta resolução têm se destacado como ferramentas eficazes para a detecção precoce de focos de incêndio. Ao integrar algoritmos de inteligência artificial (IA) e redes IoT, esses drones podem operar de forma independente, percorrendo áreas florestais e transmitindo dados em tempo real para centros de monitoramento (SILVA et al., 2020). Essa abordagem reduz o tempo de resposta e melhora a precisão na localização dos incêndios, contribuindo para minimizar danos ambientais e preservar vidas humanas. O uso de drones conectados a redes inteligentes, portanto, representa uma aplicação concreta dos princípios de cidades inteligentes voltadas à gestão sustentável dos recursos naturais.

1. **METODOLOGIA**

Pesquisa Inicial: Levantamento de dados sobre incêndios florestais e estudo de soluções existentes com base em tecnologias IoT e drones.

Definição da Solução: Estruturação da arquitetura do sistema, com drones autônomos, sensores ambientais, câmeras térmicas e comunicação via LoRa ou 4G.

Desenvolvimento e Integração: Montagem dos drones com os sensores e módulos de comunicação, integração com plataforma em nuvem e inteligência artificial para análise dos dados.

Simulação e Testes: Realização de testes em ambiente controlado para validar a detecção de focos de calor e o envio de alertas em tempo real.

Avaliação e Ajustes: Análise dos resultados obtidos, identificação de melhorias e refinamento do sistema para garantir eficiência, precisão e viabilidade em campo.

1. **PROSPOSTA DE SOLUÇÃO**

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema baseado em Internet das Coisas (IoT) para a detecção precoce de incêndios florestais por meio de drones autônomos equipados com sensores ambientais e câmeras térmicas. O sistema visa monitorar áreas de mata em tempo real, coletar dados relevantes e enviar alertas automáticos às autoridades competentes, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a mitigação de desastres naturais.

Os incêndios florestais representam uma ameaça significativa à biodiversidade, ao clima e à segurança pública. A detecção precoce é essencial para conter danos maiores. Neste contexto, propõe-se uma solução tecnológica baseada em IoT, capaz de integrar coleta de dados, processamento inteligente e comunicação eficiente.

* 1. **Fundamentação da Solução IoT**

A solução é composta por drones autônomos equipados com sensores

ambientais e câmeras térmicas, conectados a uma plataforma em nuvem para análise dos dados. A arquitetura permite monitoramento contínuo, mesmo em áreas de difícil acesso.

* 1. **Componentes da Solução**

Sensores ambientais: Detectam temperatura, umidade e gases liberados em incêndios (CO₂ e CO). Câmeras térmicas: Identificam variações anormais de calor em tempo real. GPS: Permite o mapeamento geográfico da área monitorada. Módulo de comunicação: Envia dados via LoRa ou 4G/LTE para servidores na nuvem. Plataforma de dados: Armazena, processa e analisa os dados com inteligência artificial. Sistema de alerta: Notifica automaticamente órgãos ambientais via e-mail, SMS ou aplicativos de mensagens.

* 1. **Funcionamento Geral do Sistema**

O drone realiza voos programados sobre áreas de vegetação. Os sensores embarcados coletam dados ambientais, que são enviados em tempo real para a nuvem. Um sistema de IA analisa as informações e detecta sinais de incêndio. Em caso positivo, um alerta é gerado automaticamente, com localização precisa e imagem térmica do foco.

A aplicação de tecnologias de IoT para a detecção de incêndios florestais apresenta-se como uma alternativa eficaz, escalável e sustentável. A integração entre sensores, drones, conectividade e inteligência artificial permite o monitoramento constante e a resposta rápida a emergências ambientais.

1. **IMPACTO E VIABILIDADE DA SOLUÇÃO IoT**

A proposta de um sistema baseado em drones autônomos e IoT para detectar incêndios florestais apresenta impactos positivos e alta viabilidade técnica, alinhando-se aos avanços da Indústria 4.0. A tabela 1 mostra o Impacto e viabilidade da solução.

Texto

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

1. **VIABILIDADE TÉCNICA**

Drones Autônomos: Tecnologia madura, com autonomia, resistência climática e capacidade de carregar sensores. Sensores e Câmeras Térmicas: Precisos e compactos, medem temperatura, umidade e gases como CO₂/CO. GPS: Alta precisão para localização de focos. Comunicação (LoRa/4G/LTE): Infraestrutura disponível para áreas remotas e urbanas, garantindo conectividade em tempo real. Nuvem: Plataformas como AWS, Azure e Google Cloud oferecem escalabilidade para análise e armazenamento de dados. Inteligência Artificial: Algoritmos avançados já são aplicados com sucesso para identificar sinais de incêndio com alta acurácia. Sistemas de Alerta: Fácil integração com e-mail, SMS e apps usando APIs prontas. Esse sistema é tecnicamente viável e traz benefícios significativos em diversas áreas, sendo uma solução inovadora e sustentável para o monitoramento e prevenção de incêndios florestais.

1. **CONCLUSÃO**

A proposta de utilizar drones autônomos integrados a tecnologias de Internet das Coisas (IoT) para a detecção precoce de incêndios florestais demonstra-se uma solução inovadora, viável e alinhada aos princípios das cidades inteligentes. A análise realizada ao longo deste trabalho evidenciou que a integração entre sensores ambientais, câmeras térmicas, inteligência artificial e plataformas em nuvem pode gerar impactos significativos em dimensões tecnológicas, econômicas, sociais e ambientais.

Com base no levantamento teórico e na fundamentação técnica apresentada, conclui-se que o sistema proposto oferece um meio eficiente e sustentável para o monitoramento contínuo de áreas de risco. A aplicação dessa solução permite respostas mais rápidas, minimiza danos à biodiversidade, preserva vidas humanas e reduz custos com ações emergenciais, contribuindo diretamente para o desenvolvimento urbano sustentável e a mitigação das mudanças climáticas.

**REFERÊNCIAS**

BRASIL. Ministério das Cidades. *Carta Brasileira para Cidades Inteligentes*. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 28 maio 2025.

DOLUTECH. *Cidades inteligentes e a IoT: como a tecnologia está transformando as cidades para melhorar a qualidade de vida dos moradores*. Disponível em: <https://dolutech.com/cidades-inteligentes-e-a-iot-como-a-tecnologia-esta-transformando-as-cidades-para-melhorar-a-qualidade-de-vida-dos-moradores/>. Acesso em: 28 maio 2025.

ESTADÃO MOBILIDADE. *Vagas inteligentes em Barcelona: saiba como iniciativa revoluciona a cidade*. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/vagas-inteligentes-em-barcelona-saiba-como-iniciativa-revoluciona-a-cidade/>. Acesso em: 28 maio 2025.

HARRISON, C. et al. *Foundations for smarter cities*. IBM Journal of Research and Development, v. 54, n. 4, p. 1-16, 2010. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5557650>. Acesso em: 11 jun. 2025.

LOPES, F. A. et al. *Sistema de detecção de incêndios florestais utilizando sensores e redes IoT*. Revista de Tecnologias Sustentáveis, v. 12, n. 2, p. 44-53, 2020.

MACHADO, F. A.; SPINOSA, M. M. *Internet das Coisas: Uma abordagem prática com Arduino, ESP e Raspberry Pi*. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2021.

MORAIS, D. F. et al. *Detecção de focos de calor em tempo real utilizando câmeras térmicas e veículos aéreos não tripulados*. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, 2019.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. *Número de incêndios florestais em SP tem queda de 41% em junho*. 2024. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/2024/07/numero-de-incendios-florestais-em-sp-tem-queda-de-41-em-junho/#:~:text=No%20acumulado%20do%20ano%2C%20o,portanto%2C%20%C3%A9%20de%20145%25>. Acesso em: 29 maio 2025.

SILVA, R. M. et al. *Uso de drones autônomos na detecção de incêndios florestais com tecnologias IoT em cidades inteligentes*. Revista Brasileira de Geomática, v. 8, n. 2, p. 45-60, 2020. Disponível em: <http://www.rbg.ufscar.br/index.php/rbg/article/view/317>. Acesso em: 11 jun. 2025.

WIRED. *How smart cities are being built by start-ups, not governments*. Disponível em: <https://www.wired.com/story/smart-cities-start-ups/>. Acesso em: 29 maio 2025.

Revista Brasileira de Geomática – Uso de drones com IoT <http://www.rbg.ufscar.br/index.php/rbg/article/view/317>