

A UTILIZAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS (IOT) PARA COMBATE A INCÊNDIOS NO BRASIL

Acácio Silva Nascimento Ribeiro

Eduardo Gonzales Cortizo Peres

Daniel Pereira da Silva

Matheus Moreira Bolato

Munir Aly Ghneim

RESUMO

O crescente número de incêndios urbanos e os desafios associados à resposta rápida destacam a necessidade de soluções inovadoras. Este artigo científico explora a aplicação da Internet das Coisas (IoT) como uma ferramenta transformadora na prevenção, detecção e mitigação de incêndios em cidades inteligentes. Discutimos como sensores interconectados, câmeras de alta precisão e plataformas de análise de dados em tempo real podem otimizar a segurança urbana, acelerar o tempo de resposta das equipes de emergência e reduzir significativamente os danos materiais e perdas de vidas. A integração de IoT com Inteligência Artificial (IA) é apresentada como um caminho promissor para uma gestão de desastres mais eficiente e resiliente.

Palavras-chave: Internet das Coisas (IoT); Cidades Inteligentes; Combate a Incêndios; Prevenção de Desastres; Segurança Urbana.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada e a crescente densidade populacional nas cidades trazem consigo desafios complexos de segurança pública, sendo os incêndios um dos mais destrutivos. O incêndio que atingiu uma comunidade localizada na avenida Pedro Bueno, no Campo Belo, zona Sul de São Paulo, na data 20 de novembro de 2025, foi o que inspirou a criação desse artigo.

FIGURA 1 – Incêndio em Campo Belo – São Paulo, SP



Fonte: CNN Brasil (2025)

Métodos tradicionais de prevenção e combate, muitas vezes baseados em detecção manual ou sistemas de alarme isolados, apresentam limitações, especialmente na agilidade da resposta. O conceito de "cidade inteligente", que utiliza tecnologias da informação e comunicação (TIC) para gerenciar ativos e serviços urbanos de forma eficiente, oferece um terreno fértil para a implementação de novas estratégias de segurança contra incêndios.

A Internet das Coisas (IoT) — uma rede de dispositivos físicos (sensores, câmeras, atuadores) que coletam e trocam dados em tempo real — surge como uma solução promissora. A aplicação da IoT com auxílio da Inteligência Artificial (IA) na segurança urbana visa monitorar e identificar riscos de forma proativa, permitindo uma resposta mais rápida e coordenada às emergências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Causa dos Incêndios

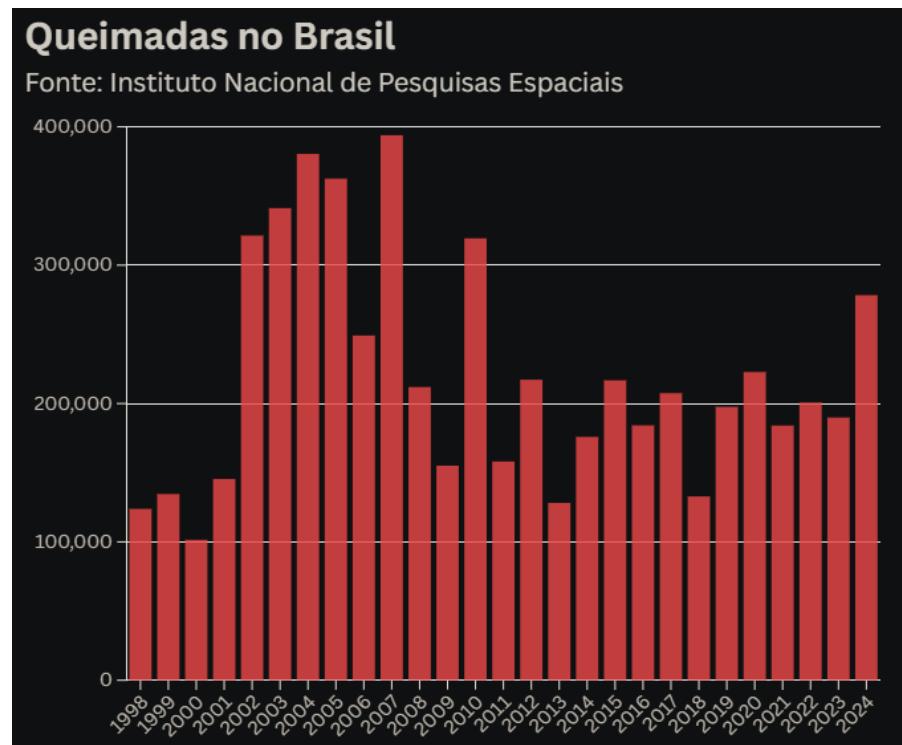
As causas de incêndios no Brasil são predominantemente antrópicas, com mais de 90% a 99% dos casos originados por atividades humanas, intencionais ou acidentais.

Em ambientes urbanos e residenciais, a maioria dos incêndios é resultado de falhas em equipamentos e instalações, sendo muito comum curtos-circuitos, sobrecarga de instalações elétricas antigas, superaquecimento de eletrodomésticos e eletrônicos, vazamentos de gases inflamáveis, fontes de calor não vigiadas como velas acesas, cigarros descartados incorretamente e panelas esquecidas no fogão.

Em áreas rurais e de vegetação, a ação humana também é a principal responsável, muitas vezes ligada a atividades econômicas. Queimadas controladas que são tornam descontroladas para "limpeza" de terrenos, desmatamento, incendiários e piromaníacos que iniciam focos de fogo de forma proposital e descarte de lixo ou vidro em áreas de mata, que podem gerar efeito lupa e iniciar um foco de calor, e fogueiras mal apagadas.

As causas naturais são raras no Brasil (menos de 1% dos casos), mas pode acontecer de raios atingirem o solo ou árvores e iniciar um incêndio e, em casos raros, produtos químicos ou acúmulo de matéria orgânica podem entrar em combustão espontânea.

TABELA 1 – Incêndios no Brasil



Fonte: CNN Brasil, Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (2025)

2.2 Consequências dos Incêndios

As consequências dos incêndios são devastadoras e afetam as esferas social, econômica e ambiental, com impactos imediatos e de longo prazo. O impacto mais trágico é a morte de pessoas e animais, além ferimentos graves, queimaduras e traumas físicos.

Incêndios em áreas urbanas destroem residências e infraestruturas, causando o deslocamento de famílias, perda de bens materiais e memórias, impactando na qualidade da vida das pessoas. A devastação de habitats naturais, matam animais e destroem a flora, muitas vezes resultando na extinção de espécies raras ou ameaçadas.

A fumaça gerada, libera partículas tóxicas que causam ou agravam problemas de saúde respiratória e cardiovascular, polui rios, o ar, a terra e contribui para o intensificado aquecimento global. O número de internações hospitalares por esses motivos dobra em períodos de queimadas intensas, afetando especialmente crianças, idosos e pessoas com doenças crônicas.

O combate a incêndios e a recuperação de áreas devastadas geram altos custos para governos e empresas, podendo impactar a cadeia de suprimentos, resultando em aumento no preço final de alimentos e outros produtos. A renda de comunidades locais também é afetada, pois o fogo destrói plantações e o encerra o ecoturismo.

2.3 IOT para combate de incêndios

Sistemas de combate a incêndios baseados em IoT integram diversos componentes. Os sensores são dispositivos que detectam fumaça, calor, gases perigosos e qualidade do ar. A conectividade é feita por redes sem fio, como Wi-Fi, LoRaWAN ou 5G, que transmitem dados dos sensores para plataformas centrais.

As plataformas processam e analisam os dados coletados em tempo real, muitas vezes utilizando algoritmos de IA para identificar padrões e prever riscos. Os atuadores e sistemas de alerta podem acionar alarmes

sonoros/visuais, sistemas de sprinklers ou notificar automaticamente as autoridades competentes como o corpo de bombeiros e defesa civil.

2.4 Inteligência Artificial para combate de incêndios

A Inteligência Artificial revoluciona a análise de dados ao automatizar processos, melhorar a precisão, identificar padrões complexos e fornecer insights preditivos em tempo real. Ela permite processar e interpretar grandes volumes de dados de forma mais rápida e eficiente do que métodos manuais, automatizando tarefas repetitivas de coleta, limpeza e organização de dados, liberando analistas para se concentrarem em interpretações estratégicas.

Algoritmos de machine learning podem descobrir correlações e padrões sutis em vastos conjuntos de dados que seriam difíceis ou impossíveis de serem notados por humanos. Com base em dados históricos, a IA cria modelos que preveem tendências futuras, riscos potenciais e demandas, permitindo uma tomada de decisão proativa e informada.

Em aplicações como o combate a incêndios, a IA analisa dados de sensores e câmeras em tempo real para acionar alertas imediatos e otimizar a resposta de emergência, permitindo posicionamento estratégico de recursos e a coordenação eficiente das equipes de campo. Vale ressaltar que a IA não substitui o analista de dados, mas sim atua como um assistente poderoso, transformando a maneira de interação com as informações e acelerando a jornada da coleta de dados à tomada de decisão estratégica.

3 METODOLOGIA

A pesquisa para este artigo baseou-se em uma revisão da literatura sobre a aplicação de IoT e tecnologias relacionadas (IA, drones) em contextos de segurança urbana e combate a incêndios. Foram analisados estudos de caso, projetos que demonstram a eficácia dessas tecnologias na detecção precoce e na gestão de emergências, notícias e IA para reunião de informações. A abordagem é qualitativa e descritiva, focando em como a interconectividade e a análise de dados em tempo real

transformam a resposta a incêndios em ambientes urbanos. A China, EUA, Japão, Finlândia e Austrália, foram os países analisados para as possíveis soluções ao combate a incêndios.

4 SOLUÇÃO

4.1 Prevenção

A prevenção contra incêndio envolve um conjunto de medidas para evitar o surgimento do fogo, controlar sua propagação e garantir a segurança das pessoas e do patrimônio.

É essencial realizar manutenções periódicas em equipamentos de aquecimento, fogões e fornos e nas instalações elétricas para prevenir curtos-circuitos, evitar sobreregar tomadas e benjamins, manter o ambiente limpo e organizado, pois o acúmulo de lixo, papéis e materiais combustíveis pode alimentar um incêndio e obstruir rotas de fuga. Deixe produtos inflamáveis (líquidos como gasolina, óleos ou gases) armazenados em locais apropriados e seguros, longe de fontes de calor e sempre tenha cuidado com o uso de velas, fósforos e bitucas de cigarro.

Extintores de Incêndio devem estar acessíveis, desobstruídos, em locais visíveis e com a manutenção em dia, adequados para a classe de fogo (A, B, C ou D) do local. As rotas de fuga e saídas de emergência, em casa ou em qualquer instituição, tem que estar claramente sinalizadas e a iluminação de emergência deve estar funcionando em caso de queda de energia. É de grande importância o local possuir sistemas de hidrantes próximos e detectores de fumaça e alarmes de incêndio para alertar rapidamente sobre a ocorrência de um sinistro.

Outro ponto essencial é o treinamento, que focaria em educação preventiva, simulações realistas em ambientes seguros e feedback imediato para melhorar a resposta em emergências reais. O objetivo é capacitar a população a identificar riscos, usar equipamentos básicos e evacuar de forma eficaz.

4.2 IOT combatendo os incêndios

A implementação de sistemas de IoT para combate a incêndios em cidades inteligentes oferece benefícios substanciais em comparação com métodos convencionais. Imagens de satélite, torres de vigilância e redes de sensores, que podem incluir câmeras térmicas de alta precisão e sensores de fumaça e calor, seriam instaladas em áreas urbanas e florestais para coletar dados ambientais em tempo real, enviando alertas automáticos aos bombeiros em segundos após a detecção de um foco de incêndio.

Cientistas e empresas usariam a IoT e a Inteligência Artificial para coletar e processar dados de sensores ambientais, como padrões de seca, chuva, umidade e temperatura. Isso permite prever onde e quando os incêndios são mais propensos a ocorrer, otimizando a alocação de recursos preventivos. Sistemas avançados de alerta de desastres usariam a infraestrutura da TV digital para notificar a população.

Sistemas de sprinklers e canhões monitores automáticos integrados com sensores de calor e IA detectariam e combateriam o fogo em sua fase inicial. Esses sistemas acionariam apenas os equipamentos necessários, evitando desperdício de água e danos desnecessários. A utilização de uma espuma de combate a incêndios feita de sabão natural e biodegradável, reduziria a quantidade de água necessária para apagar chamas e minimizaria o impacto ambiental.

A análise de dados permitiria uma alocação mais eficiente de recursos, direcionando as equipes para as áreas de maior risco ou com maior necessidade de apoio. Equipamentos de proteção individual inteligentes e sensores veiculares, podem monitorar a saúde dos bombeiros em campo e a localização dos recursos, aumentando a segurança e a eficiência das operações de combate ao fogo.

Equipamentos aéreos não tripulados, equipados com jatos d'água e extintores, seriam usados para combater chamas áreas de difícil acesso, como florestas, sem expor vidas humanas a perigo. Drones de reconhecimento forneceriam dados em tempo real e traçariam rotas de evacuação seguras,

otimizando a resposta a emergências. Além de robôs humanoides e cães-robôs, guiados por IA, que pulverizariam água em áreas de risco.

FIGURA 2 – Cão-robô e equipamento aéreo apagando incêndio



Fonte: Pplware (2025)

4.3 Impactos

4.3.1 Impacto Ambiental

O Brasil possui ecossistemas únicos e vulneráveis, como o Pantanal, a Amazônia e o Cerrado, que são frequentemente devastados por queimadas. A IoT, identificando, otimizando o uso de recursos hídricos e combatendo incêndio em tempo hábil, é essencial para a conservação da flora e fauna locais e qualidade do ar. A detecção precoce reduz significativamente a extensão e a intensidade dos incêndios, minimizando a perda de habitat e degradação florestal, permitindo uma regeneração mais rápida das áreas afetadas.

4.3.2 Impacto Social

O impacto social é fundamentalmente positivo, pois garante a diminuição direta do número de mortes e feridos causados por incêndios, com emissão de alertas rápidos, dando tempo para a evacuação segura. A tecnologia aumenta a segurança das áreas urbanas e rurais, das equipes de combate a incêndios, agiliza a emergências médicas, cria uma sensação de segurança maior e ajuda a proteger patrimônios de valor inestimável como museus, capitais importantes e biomas. O uso de tecnologias de baixo custo desenvolvidas no Brasil pode promover o engajamento da comunidade na prevenção, como brigadistas voluntários e moradores de áreas de risco.

4.3.3 Impacto Econômico

Os prejuízos com incêndios florestais no Brasil podem ser alarmantes, chegando a R\$ 2,1 bilhão em 2024, segundo a CNM, o que demonstra o potencial de economia com a prevenção eficiente. O mercado de IoT no Brasil tem um potencial de movimentar bilhões de reais, pois o investimento em infraestrutura para segurança contra incêndios estimula o mercado nacional de tecnologia, startups e a geração de empregos qualificados no setor.

4.3.3 Impacto Tecnológico

Pesquisas e iniciativas brasileiras, inclusive em universidades (como a UFMG e a PUCPR), focariam mais no desenvolvimento de dispositivos IoT e tecnologias de baixo custo para prevenção e combate a incêndios, tornando essas soluções mais acessíveis para diferentes propriedades e regiões

4.4 Viabilidade

A viabilidade é alta e promissora no Brasil, com diversas aplicações já em desenvolvimento e uso, embora enfrente desafios. Apesar do grande potencial, a implementação em larga escala enfrenta alguns obstáculos, como a necessidade de uma rede robusta e de ampla cobertura é um desafio,

especialmente em áreas rurais ou remotas do Brasil, onde a conectividade pode ser instável ou inexistente, além de um investimento inicial significativo.

Dispositivos IoT são alvos potenciais para ataques cibernéticos se não forem implementados com protocolos de segurança adequados (como autenticação forte e criptografia de dados), o que pode comprometer a eficácia do sistema em um momento crítico. Embora existam normas técnicas para sistemas tradicionais de segurança contra incêndio, a regulamentação específica para sistemas de prevenção e combate baseados em IoT ainda está em desenvolvimento e precisa ser mais clara e abrangente para garantir a conformidade legal e a interoperabilidade.

5 CONCLUSÃO

A integração da IoT nos sistemas de prevenção e combate a incêndios é um passo fundamental para a construção de cidades mais seguras e resilientes. A capacidade de coletar, analisar e agir sobre dados em tempo real permite uma gestão de emergências mais eficiente, salvando vidas e protegendo o patrimônio.

À medida que as tecnologias evoluem, a colaboração entre governos, empresas e cidadãos será crucial para maximizar o potencial dessas soluções e criar ambientes urbanos que possam não apenas resistir, mas prosperar diante das adversidades. Apesar dos benefícios, desafios como a segurança cibernética dos sistemas IoT e a padronização das redes de comunicação precisam ser abordados para garantir a resiliência urbana.

Em última análise, a utilização da IoT no combate a incêndios é um investimento essencial na infraestrutura social e física das cidades, marcando um passo decisivo em direção a um futuro urbano mais seguro para todos os cidadãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

China já tem um exército de drones e robôs bombeiros que enfrenta o incêndio “sem receio”. Pplware, 2025. Disponível em: <<https://pplware.sapo.pt/high-tech/china-exercito-drones-robots-bombeiros-incendio-sem-receio/>>

techcrunch.com.br/china-ja-tem-um-exercito-de-drones-e-robos-bombeiros-que-enfrenta-o-incendio-sem-receio/. Acesso em: 21 set. 2025.

COELHO, T.; SCAVACIN, J. Brasil registrou 278,3 mil focos de incêndio em 2024, diz Inpe. CNN Brasil, 2025. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-registrou-2783-mil-focos-de-incendio-em-2024-diz-inpe/>>. Acesso em: 21 set. 2025.

EMBLING, Damon. Japão introduz espuma antifogos revolucionária. Euronews, 2022. Disponível em: <<https://pt.euronews.com/2022/03/01/japao-introduz-espuma-antifogos-revolucionaria>>. Acesso em: 21 set. 2025.

FREITAS MOURA, Bruno de. Monitoramento mostra que 99% dos incêndios são por ação humana. Agência Brasil, 2024. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-09/monitoramento-mostra-que-99-dos-incendios-sao-por-acao-humana#:~:text=Monitoramento%20mostra%20que%2099%25%20dos,por%20a%C3%A7%C3%A3o%20humana%20%7C%20Ag%C3%A3ncia%20Brasil>>. Acesso em: 21 set. 2025.

GOOGLE. causa de incêndios. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. combate a incêndios Austrália usando iot. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. combate a incêndios China usando iot. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. combate a incêndios EUA usando iot. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. combate a incêndios Finlândia usando iot. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. combate a incêndios Japão usando iot. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. consequências de incêndios. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. crie um modelo de artigo científico sobre a utilização de iot para combate de incêndios em cidades inteligentes. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. IA para análise de dados. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. impacto ambiental sobre a utilização de iot para combate de incêndios no Brasil. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. impacto econômico sobre a utilização de iot para combate de incêndios no Brasil. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. impacto social sobre a utilização de iot para combate de incêndios no Brasil. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. impacto tecnológico sobre a utilização de iot para combate de incêndios no Brasil. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. prevenção contra incêndios. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. treinamento para civis contra incêndios usando iot. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. treinamento para profissionais contra incêndios usando iot. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GOOGLE. viabilidade de combate a incêndio usando iot no Brasil. GEMINI-3 versão de 18 nov. 2025. Inteligência Artificial. Disponível em <https://gemini.google.com>. Acesso em: 21 nov. 2025.

Incêndios florestais causam prejuízos de R\$ 2,1 bi e impactam mais de 19,2 mi de pessoas em 2024. CNM, 2025. Disponível em: <<https://cnm.org.br/comunicacao/noticias/incendios-florestais-causam-prejuizos-de-r-2-1-bi-e-impactam-mais-de-19-2-mi-de-pessoas-em-2024>>. Acesso em: 21 set. 2025.

LOPES, Bruna. Incêndio atinge comunidade na zona Sul de SP e deixa 80 desabrigados. CNN Brasil, 2025. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/sudeste/sp/incendio-atinge-comunidade-na-zona-sul-de-sp-e-deixa-80-desabrigados/>>. Acesso em: 21 set. 2025.