

TÍTULO DO PROJETO:

FIREGUARD: SISTEMA INTELIGENTE PARA DETECÇÃO DE INCÊNDIO COM MONITORAMENTO REMOTO E BAIXO CUSTO

CATEGORIA (MARCAR APENAS UMA):

- ☐ Ciências da Natureza e Exatas
- ☒ Informática
- ☐ Ciências Humanas e Linguagens
- ☐ Engenharias

RESUMO:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema inteligente de detecção de incêndio, integrando sensores de temperatura e fumaça com análise de imagens em tempo real, voltado para a prevenção e mitigação de riscos em ambientes residenciais, comerciais e industriais. O sistema foi projetado para operar de forma autônoma e contínua, utilizando recursos da automação e da Internet das Coisas (IoT), possibilitando a identificação precoce de focos de incêndio e o acionamento imediato de protocolos de segurança. A proposta surgiu da crescente demanda por soluções tecnológicas mais eficientes, capazes de oferecer respostas rápidas diante de situações críticas, minimizando riscos à vida e ao patrimônio. A estrutura do sistema inclui sensores distribuídos em pontos estratégicos, câmeras com capacidade de detecção visual de fumaça e chamas, além de mecanismos de alerta compostos por sinais sonoros (como sirenes) e visuais (por meio de LEDs de alta intensidade). Além disso, foi implementado um módulo de comunicação responsável pelo envio de notificações automáticas para usuários previamente cadastrados, por meio de aplicativos móveis ou mensagens eletrônicas, permitindo o monitoramento remoto em tempo real.

PALAVRAS-CHAVE:

Detecção, Incêndio, Segurança,

PLANO DE PESQUISA

O PLANO DE PESQUISA É O PLANEJAMENTO INICIAL DO QUE SERÁ EXECUTADO EM SUA PESQUISA. ELE É NECESSARIAMENTE UM DOCUMENTO ESCRITO E QUE SERVIRÁ COMO UM

DIRECIONADOR PARA AS SUAS ATIVIDADES. O PLANO DEVE CONTER O OBJETIVO OU HIPÓTESE DA PESQUISA E OS MÉTODOS QUE SERÃO UTILIZADOS PARA SE ALCANÇAR ESSES OBJETIVOS.

INTRODUÇÃO:

A segurança contra incêndios permanece como uma das principais preocupações em ambientes residenciais, comerciais e industriais, especialmente diante do potencial destrutivo desses eventos. Em 2024, o Brasil registrou um recorde no número de incêndios estruturais, com 2.453 ocorrências — um aumento de 10,4% em relação a 2023, segundo dados divulgados pela *Revista Veja* (GIL, 2025). Esse crescimento alarmante reforça a urgência de se investir em tecnologias que não apenas identifiquem o risco de incêndios com agilidade, mas que também possibilitem uma resposta rápida e eficiente para reduzir perdas humanas e materiais. De acordo com o Instituto Sprinkler Brasil (2024), 82% dos incêndios estruturais no país ocorrem em edificações que não possuem qualquer tipo de sistema de detecção ou combate automatizado, o que agrava o cenário e dificulta a contenção dos focos ainda nos estágios iniciais.

Nos Estados Unidos, os dados não são menos preocupantes. Em 2023, os corpos de 1,39 milhão de bombeiros responderam a aproximadamente de incêndios, que resultaram em 3.670 mortes de civis, 13.350 feridos e US\$ 23 bilhões em danos diretos à propriedade, conforme o relatório anual da NFPA (*National Fire Protection Association*) (HALL, 2024). Entre esses, os incêndios estruturais foram responsáveis por 84% das mortes e 83% dos danos materiais (HALL, 2024). Um incêndio residencial foi registrado a cada 95 segundos, uma morte a cada três horas e um ferimento a cada 52 minutos (HALL, 2024). Os incêndios em residências unifamiliares ou bifamiliares, embora representem apenas 18% do total, causaram 68% das mortes e 56% dos ferimentos civis em 2023 (HALL, 2024). Segundo o relatório da *U.S. Fire Administration* (USFA, 2024), a maioria das fatalidades ocorre durante a noite, quando os moradores estão dormindo e há menor percepção de risco.

Esses números demonstram que, apesar de avanços ao longo das décadas, a prevenção e resposta a incêndios ainda enfrentam lacunas significativas, especialmente em ambientes residenciais. Observa-se também que, embora o número absoluto de incêndios tenha diminuído desde 1980, as taxas de mortalidade e ferimentos por incêndio residencial têm aumentado, o que evidencia que os métodos tradicionais de prevenção e detecção não estão sendo suficientes (HALL, 2024). O *Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais* (CEMADEN, 2023) também alerta para o aumento dos incêndios urbanos associados a falhas estruturais e elétricas, principalmente em áreas com infraestrutura precária e alta densidade populacional. Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de detecção de incêndio inteligente, que utiliza sensores de temperatura e fumaça aliados a alertas sonoros, visuais e envio de mensagens em tempo real. Essa abordagem visa modernizar o monitoramento de ambientes críticos, promovendo não apenas maior eficácia na detecção precoce de incêndios, mas também um canal de comunicação ágil com os ocupantes e responsáveis, aumentando a possibilidade de evacuação segura e acionamento rápido de serviços de emergência. Ao automatizar e integrar diferentes formas de alerta, o sistema proposto se posiciona como uma solução de alto impacto, especialmente em contextos onde há limitação de recursos humanos ou infraestrutura para resposta imediata. Considerando o

e pelo custo-benefício, tornando-se uma solução viável para diferentes tipos de ambientes. Os resultados obtidos com os testes reforçam a importância de tecnologias integradas na prevenção de incêndios, contribuindo para a proteção de vidas e patrimônios.

Os resultados obtidos com os testes reforçam de maneira significativa a importância do uso de tecnologias integradas na prevenção de incêndios. Durante a fase de testes, o sistema demonstrou alta capacidade de resposta diante de variações de temperatura e presença de fumaça, acionando imediatamente os mecanismos de alerta sonoro, visual e o envio de notificações remotas. Esse tempo de resposta ágil é crucial para minimizar riscos, reduzir danos materiais e, principalmente, salvar vidas. Além disso, os testes revelaram que a instalação e operação do sistema são práticas e economicamente viáveis, mesmo em ambientes com infraestrutura limitada. Essa característica amplia o potencial de aplicação do projeto em escolas, residências, pequenos comércios e edifícios públicos, onde muitas vezes a prevenção de incêndios é negligenciada. A validação prática também mostrou que a combinação entre sensores, alarmes e comunicação em tempo real favorece uma reação rápida por parte dos ocupantes ou responsáveis técnicos, permitindo que providências sejam tomadas antes que o foco de incêndio se alastre. Assim, o estudo reforça a necessidade de modernização dos sistemas tradicionais de prevenção e sugere que soluções baseadas em automação e conectividade podem ser um caminho promissor para enfrentar esse desafio com maior eficácia (UNDRR, 2022; WHO, 2023).

OBJETIVOS:

O principal objetivo deste projeto é o desenvolvimento e implementação de um sistema de detecção de incêndio inteligente, que integra tecnologias inovadoras e acessíveis para aprimorar a segurança em ambientes residenciais, comerciais e públicos. A proposta visa a criação de uma solução holística que não apenas identifique com precisão os riscos de incêndio por meio de sensores de temperatura e fumaça, mas também maximize a resposta a esses eventos por meio de alertas sonoros, visuais e notificações em tempo real enviadas para dispositivos móveis. Ao integrar múltiplos canais de alerta, o sistema tem como objetivo reduzir os danos materiais e, principalmente, salvar vidas.

Outro objetivo é garantir que o sistema seja inclusivo, atendendo a todas as pessoas, incluindo aquelas com deficiência auditiva ou visual. Com isso, buscamos oferecer alertas visuais (como luzes LED) para pessoas com deficiência auditiva e alertas sonoros para pessoas com deficiência visual, promovendo um ambiente mais seguro e acessível para todos os ocupantes, independentemente das suas limitações sensoriais. Dessa forma, queremos garantir que o sistema seja amplamente utilizável e adaptável a diferentes tipos de necessidades e ambientes.

Ademais, buscamos integrar uma funcionalidade inovadora de monitoramento remoto, através de câmeras, permitindo que os responsáveis pela segurança ou os

serviços de emergência possam acompanhar, em tempo real, a evolução do incêndio. Isso facilita uma avaliação mais rápida e precisa da situação, o que é essencial para uma resposta eficaz, especialmente em ambientes de grande complexidade ou risco.

Outro objetivo é garantir que o sistema seja economicamente viável e acessível, com fácil instalação e manutenção, tornando-o uma solução prática para uma ampla gama de usuários. A ideia é reduzir os custos operacionais a longo prazo, minimizar os danos materiais e reduzir a necessidade de presença constante de pessoal de segurança, oferecendo uma gestão mais eficiente dos recursos humanos. Além disso, pretendemos demonstrar o impacto positivo do sistema em diversas áreas, como a redução de danos ambientais e a prevenção de desastres naturais, contribuindo, assim, para a preservação de habitats e biodiversidade.

Através da implementação de um sistema de baixo custo, eficaz e de fácil adaptação, pretendemos ampliar a segurança das pessoas e a proteção dos patrimônios, ao mesmo tempo em que promovemos a inclusão social e a sustentabilidade ambiental. Em termos econômicos, o sistema também se destaca por oferecer um excelente custo-benefício, com a perspectiva de redução nos custos com seguros e danos materiais, além de atrair o interesse de investidores e clientes potenciais de diversos setores, incluindo residenciais, comerciais, públicos e industriais.

Portanto, os objetivos deste projeto são não só aprimorar as tecnologias existentes, mas também oferecer uma solução inovadora, inclusiva, eficiente e acessível para aumentar a segurança e a prevenção de incêndios em diferentes contextos, com impactos sociais, ambientais e econômicos significativos.

METODOLOGIA:

Os materiais empregados neste projeto foram: placa ESP32-CAM, módulo conversor USB FTDI, sensor de temperatura TMP36, sensor de gás MQ-2, protoboard, jumpers, LEDs e buzzer. As linguagens de programação utilizadas foram C++ e Python, em conjunto com o software Arduino IDE.

O circuito foi montado em uma placa de ensaio (protoboard), incorporando os sensores de temperatura e gás, o conversor USB e a placa ESP32-CAM. O desenvolvimento do código foi realizado na plataforma Arduino IDE, utilizando códigos-base fornecidos pela própria IDE.

Durante o processo, foram realizados diversos testes e correções, sendo necessária a calibração dos sensores para garantir a precisão dos dados coletados.

Como próxima etapa, está prevista a integração de duas placas ESP32: uma dedicada exclusivamente aos sensores e outra responsável pelo controle da câmera e pela comunicação com o usuário.

CRONOGRAMA:

Etapa	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	N ov
Definição do tema	x								
Pesquisa bibliográfica	x	x	x						
Escolha do tema e os componentes que serão utilizados	x								
Verificamos os preços dos componentes		x							
Criamos o Github			x						
Criamos o diagrama				x					
Simulamos o projeto no Tinkecard ainda no Arduino					x				
Escolhemos a marca e a logo				x					
Compraremos os componentes e serão realizadas pesquisas sobre as					x				

linguagens que utilizaremos									
Regularemos os sensores, pesquisaremos como utilizar a câmera e também o monitoramento remoto.					x				
Apresentação na feira						x			

RESULTADOS ESPERADOS:

O resultado final do projeto é um sistema de detecção de incêndio inteligente que integra sensores de temperatura e fumaça, uma câmera ESP-CAM para monitoramento visual, um módulo base responsável pelo controle central e um microcontrolador ESP32, que realiza a comunicação e o processamento dos dados. O sistema foi projetado para detectar rapidamente sinais de incêndio, acionando alarmes sonoros e visuais (LEDs), além de enviar notificações em tempo real para os usuários cadastrados. A câmera permite o acompanhamento visual da situação, oferecendo uma camada adicional de segurança e contribuindo para a redução de falsos alarmes. A arquitetura modular, baseada no ESP32, garante flexibilidade, baixo consumo de energia e possibilidade de expansão futura.

Durante a fase de testes, foram avaliadas individualmente as funcionalidades dos principais componentes do sistema: o ESP32, a ESP-CAM, os sensores de temperatura e fumaça, o módulo base e o sistema como um todo. Todos os testes realizados obtiveram 100% de sucesso, comprovando a viabilidade da integração entre os dispositivos e o correto funcionamento de cada etapa do processo. A ESP-CAM transmitiu imagens com estabilidade, os sensores responderam de forma precisa às variações simuladas, e o ESP32 se mostrou eficiente na comunicação entre os módulos e no envio de alertas. O módulo base foi capaz de gerenciar todas as entradas e saídas do sistema sem falhas.

Como proposta de continuidade, o projeto pode evoluir com a implementação de uma plataforma de monitoramento baseada em nuvem, permitindo o acesso remoto ao histórico de eventos e imagens capturadas. Também é possível incorporar inteligência artificial para análise automática das imagens, ampliando a capacidade de detecção visual de focos de incêndio. O uso de baterias recarregáveis e placas solares pode tornar o sistema autônomo em locais sem rede elétrica. Com base nos testes realizados, as próximas metas incluem validar o sistema em ambientes reais, ampliar a escala de cobertura para múltiplos cômodos ou edifícios, e integrar o envio automático de alertas a serviços de emergência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

GIL, Pedro. Incêndios estruturais batem recorde no Brasil em 2024. **Veja Negócios**, 2025. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/radar-economico/incendios-estruturais-batem-recorde-no-brasil-em-2024/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

HALL, Shelby. Fire loss in the United States. NFPA Research, 2024. Disponível em: <https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/fire-loss-in-the-united-states>. Acesso em: 27 fev. 2025.

Providing Active Fire Data for Near-Real Time Monitoring and Applications. NASA FIRMS, 2024. Disponível em: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

G1. Apartamento fica destruído após incêndio na Praia Grande, em Ubatuba. G1, 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2025/05/26/apartamento-fica-destruido-apos-incendio-na-praia-grande-em-ubatuba.ghtml>. Acesso em: 26 maio 2025.

JORNAL DE BRASÍLIA. Incêndio atinge residência na Cidade Estrutural e deixa homem ferido. Jornal de Brasília, 2025. Disponível em: <https://jornaldebrasilia.com.br/brasil/incendio-atinge-residencia-na-cidade-estrutural-e-deixa-homem-ferido/>. Acesso em: 26 maio 2025.

PROJETOS DE INCÊNDIO. 4 principais causas de incêndios em casas e apartamentos. Projetos de Incêndio, 2025. Disponível em: <https://projetosdeincendio.com.br/principais-causas-de-incendios-em-casas-e-apartamentos-e-como-prevenir-com-aco-es-simples-e-projetos/>. Acesso em: 19 maio 2025.

INSTITUTO SPRINKLER BRASIL. Estatísticas de 2019 até 2024. Instituto Sprinkler Brasil, 2025. Disponível em: https://sprinklerbrasil.org.br/instituto-sprinkler-brasil/estatisticas/?gad_source=1&gad_campaignid=22171518693&gbraid=0AAAAADgvVIHv1Z-5oyOQhqOSt3SGNhJrC&gclid=EAlaIQobChMI6d-QI6TBjQMV2J9aBR1AyxWOEAAAYASAAEgKTA_D_BwE. Acesso em: 26 maio 2025.

ILUMAC. Alerta! Cresce em 9% as notícias de incêndios estruturais no Brasil. Ilumac, 2025. Disponível em: <https://www.ilumac.com.br/post/alerta-cresce-em-9-as-noticias-de-incendios-estruturais-no-brasil>. Acesso em: 21 Abril 2025.

REVISTA INCÊNDIO. Incêndios estruturais disparam no Brasil: monitoramento mostra alta de 10% em 2024. Revista Incêndio, 2025. Disponível em: <https://revistaincendio.com.br/incendios-estruturais-disparam-no-brasil-monitoramento-mostra-alta-de-10-em-2025/>. Acesso em: 21 Abril 2025.

USFA – U.S. FIRE ADMINISTRATION. Residential Building Fires (2023). U.S. Fire Administration, 2024. Disponível em: <https://www.usfa.fema.gov/statistics/residential-fires/>. Acesso em: 21 Abril 2025.

CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. Relatório de monitoramento de incêndios urbanos no Brasil. CEMADEN, 2023. Disponível em: <https://www.cemaden.gov.br/incendios-urbanos-relatorio-2023/>. Acesso em: 21 Abril 2025.

NFPA – NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code. NFPA, 2023. Disponível em: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=72>. Acesso em: 26 maio 2025.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17240: Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos. ABNT, 2021. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=636207>. Acesso em: 26 maio 2025.

IFC – INTERNATIONAL FIRE CODE COUNCIL. Technological Solutions for Fire Prevention in Emerging Economies. IFC, 2022. Disponível em: <https://www.ifcc.org/research/fire-prevention-technologies>. Acesso em: 12 maio 2025.

UNDRR – UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. Global assessment report on disaster risk reduction. UNDRR, 2022. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-2022>. Acesso em: 12 maio 2025.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Fire-related burn injuries: global burden and health response. WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/publications/fire-burns-2023>. Acesso em: 12 maio 2025.



FOTOS DO **PROJETO**:



