# **Medição de temperatura e umidade em áreas de proteção ambiental**



**Grupo 02**

Guilherme Marques Cardoso dos Santos

Juan Vieira dos Reis

Diogo Gabriell Procópio da Silva

André Ferreira Lacerda

Lucas Sousa Santos

São Paulo

2025

**Contexto**

A cidade de São Paulo possuí uma vasta urbanização e abriga importantes áreas de proteção ambiental (APAs), que desempenham um papel fundamental na manutenção do equilíbrio ecológico, regulação do clima e da proteção da biodiversidade local. Além disso, algumas destas APAs como a Capivari-Mono e a Bororé-Colônia protegem as nascentes da Represa Billings, responsável pelo abastecimento de água de grande parte da Região Metropolitana de São Paulo.

Contudo, devido às consequências do aquecimento global, com o passar do tempo, o crescimento do risco de incêndios florestais vem sendo constante e exponencial. Estes incêndios são causados, em sua grande maioria, por fatores humanos, tais como queimadas ilegais e descarte inadequado de resíduos inflamáveis (como por exemplo: bitucas de cigarro). Este problema não apenas devasta a fauna e a flora, como também agrava os problemas já existentes, como a degradação do solo, poluição do ar, e o aumento das mudanças climáticas. A umidade relativa do ar, especialmente nos períodos de estiagem, pode cair para níveis críticos (abaixo de 40%), o que aumenta significativamente a propensão a incêndios, pois a vegetação fica mais seca e inflamável. Além disso, a combinação entre baixa umidade e altas temperaturas cria um ambiente propício para a rápida propagação do fogo, desta forma dificultando o controle e o combate às chamas.  Estes fatores naturais, somados às ações humanas, tornam a prevenção e o monitoramento ainda mais essenciais para a proteção das APAs.

Atualmente, a Secretaria do Meio Ambiente, bombeiros e por consequência a Prefeitura Municipal da Cidade de São Paulo enfrentam desafios significativos quando se trata de monitorar e combater os incêndios. Esse fato se deve principalmente pela dificuldade de detectar focos de calor em estágios iniciais. Esse problema ocorre devido à falta de um sistema eficiente que alerte as autoridades competentes precocemente, o que resulta em respostas tardias, facilita a proliferação dos incêndios, e aumenta os estragos, que em muitas vezes são irreparáveis.

Diante desse problema, surge a necessidade de um projeto que utilize a tecnologia para aprimorar o monitoramento em tempo real das APAs, identificando possíveis riscos de incêndio antes que se tornem algo incontrolável.

Atualmente, já há uma ferramenta do INPE que, através de satélites, identifica potenciais focos de incêndio através do Brasil, mas ela possui diversos empecilhos que atrasam a detecção e comprometem o combate às chamas. Abaixo estão alguns cenários em que o fogo não é detectado:

- Frentes de incêndio com menos de 30m de extensão;

- Fogo em matas densas que ainda não atingiu a copa das árvores;

- Fogo em áreas nubladas;

- Fogo em encostas de montanhas;

Além disso, também há uma imprecisão na localização das queimadas, que vai de 375m a 6km, o que atrasa ainda mais o combate.

Por fim, os satélites utilizados pelo INPE produzem apenas 6 imagens por hora, o que, mais uma vez, dificulta a ação imediata dos bombeiros e brigadistas, e diminui a eficiência no uso da solução.

O que nos traz ao cerne da solução proposta por nossa empresa: preencher as lacunas deixadas pela tecnologia atual de prevenção do fogo, e aumentar a velocidade de resposta aos riscos associados aos incêndios nas áreas de proteção dentro da APA Bororé-Colônia, onde estão localizadas parte das nascentes da Represa Billings, que abastece boa parte da Região Metropolitana de São Paulo.

Quando forem identificadas temperaturas acima dos limites, isto é, acima das marcas de 60°C, um alerta será enviado automaticamente para os mecanismos de defesa ambiental, onde as equipes atuantes na região serão mobilizadas de forma rápida e eficiente para a investigação e, caso necessário, o combate ao incêndio. Simultaneamente, também será feita a coleta de dados históricos para serem utilizados no desenvolvimento de estratégias preventivas mais eficazes, e em análises futuras.

O projeto não irá apenas fortalecer a capacidade de resposta da cidade de São Paulo na proteção de suas áreas verdes, mas também servirá de modelo para outras regiões que enfrentam problemas semelhantes. Unindo tecnologia e gestão ambiental, nós contribuiremos com a integridade e a preservação do meio ambiente, com a proteção da biodiversidade, e a melhoria da qualidade de vida da população, garantindo assim que as APAs continuem a cumprir seu papel vital.

**Objetivo**

O projeto visa ajudar os mecanismos de defesa ambiental da cidade de São Paulo a proteger a área de preservação ambiental (APA) no combate aos incêndios. Através da instalação de sensores de temperatura e umidade (DHT11) no perímetro ao redor das áreas de proteção e adequação ambiental dentro da APA Bororé-Colônia, buscamos agilizar a detecção e consequente enfrentamento dos riscos de incêndio e potenciais queimadas. Com base nesses dados, notificaremos as autoridades responsáveis dentro da hierarquia da Prefeitura Municipal de São Paulo para que tenho mais agilidade e possam diminuir os danos causados pelos incêndios.

**Justificativa**

O projeto busca reduzir o tempo de enfrentamento aos incêndios dentro da APA Bororé-Colônia, permitindo às autoridades competentes responderem a situações de potenciais incêndios antes que os mesmos ocorram.

**Escopo**

O projeto propõe a implementação de um sistema de monitoramento inteligente para detectar precocemente possíveis incêndios na Área de Proteção Ambiental (APA) Bororé-Colônia, na cidade de São Paulo. Com o uso de sensores de temperatura e umidade distribuídos estrategicamente, a iniciativa visa minimizar ou até mesmo negar os danos ambientais causados por incêndios, e garantir uma resposta rápida das autoridades competentes, para que assim se mantenha a salvo grandes áreas de preservação.

**Limites do projeto:**

Incluído no escopo:

•Instalação de sensores de temperatura e umidade em APAs.

•Desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto e em tempo real.

•Emissão de alertas automáticos para autoridades responsáveis identificando situações críticas (temperatura acima de 35°C e umidade abaixo de 40%) e situações de potenciais incêndios (temperatura acima de 50°C e umidade abaixo de 20%) – conforme detalhamento de riscos do INPE;

•Treinamento de equipes para a interpretação e resposta aos alertas.

Fora do escopo:

•Implementação de medidas diretas de combate ao fogo.

•Expansão para outras áreas não designadas.

•Responsabilidade sobre a manutenção contínua dos equipamentos após a fase inicial do projeto.

• Fornecimento de energia para os sensores instalados no perímetro das áreas de proteção.

**Premissas e Restrições:**

**Premissas**

**Treinamento das Equipes:** Partimos da premissa de que as equipes da Secretaria do Meio Ambiente e dos Bombeiros disponibilizarão pessoas para participar do treinamento necessário. Sem essa capacitação, não será possível utilizar a solução de forma eficaz.

**Aceitação da Comunidade:** Acreditamos que os moradores das áreas afetadas estarão abertos e dispostos a aceitar o projeto, reconhecendo sua importância para a segurança e proteção da comunidade.

**Identificação de Áreas Críticas**: Supomos que a prefeitura colaborará indicando os pontos mais críticos nas regiões de proteção onde os sensores deverão ser instalados, garantindo que as intervenções sejam direcionadas às áreas de maior necessidade.

**Recursos Humanos e Infraestrutura:** Assumimos que haverá recursos humanos disponíveis para a instalação e manutenção dos sensores, além da infraestrutura necessária (como energia elétrica e conectividade) nos locais selecionados.

**Apoio Institucional:** Consideramos que haverá apoio contínuo das gestões das instituições envolvidas, incluindo as equipes da Prefeitura Municipal, Bombeiros e da Secretaria do Meio Ambiente, o que facilita a comunicação e colaboração entre todos os parceiros.

**Restrições**

**Precisão:** O DHT11 não possui uma precisão aprimorada, ele possui uma captação de temperatura que varia 2ºC para cima ou para baixo, pode parecer que não é uma variação grande, mas se compararmos a outros sensores, ele fica um pouco para trás. A variação na medição da umidade pode ser de até 5%, algo que atrapalha a agilidade da defesa civil e dos bombeiros na proatividade contra os possíveis incêndios.

**Faixa de Temperatura:** O sensor DHT11 consegue medir de 0ºC a 50ºC, o que o torna restritivo para áreas onde a temperatura é elevada. Além da temperatura, a umidade captada por ele fica entre 20% e 90%, o que não é uma faixa ruim, mas caso não haja uma verificação frequente, a umidade pode ficar abaixo de 20% e a região propensa a incêndios.

**Envelhecimento:** O sensor tem um envelhecimento gradual e uma vida útil de 5 a 8 anos, mas essa vida útil pode diminuir em alguns casos, como por exemplo: Variações extremas de temperatura e umidade, acúmulo de poeira, exposição a altas temperaturas e altas umidades. Esse problema torna necessária, por precaução, a troca dos sensores a cada 4 anos, entretanto deve ser feita uma verificação periódica em cada sensor para que eles continuem com o funcionamento adequado.

**Conexão e Consumo de Energia:** O consumo de energia do DHT11 é cerca de 2-5mA em funcionamento, é adequado para aplicações com baixo consumo de energia, mas essa energia precisa ser estável. Sobre a conexão, ele requer uma conexão digital para enviar dados. É altamente recomendável utilizar um resistor pull-up de 10 kΩ entre o pino Data e o pino VCC do DHT11. Isso garante a estabilidade do sinal de dados.

**Prazos**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Entrega | Prazo | Data de Entrega |
| Pesquisa sobre a área. | 1 semana | 24/02/2025 |
| Testes dos Sensores. | 2 semanas | 06/03/2025 |
| Desenvolvimento do sistema de monitoramento. | 2 meses | 06/05/2025 |
| Instalação dos sensores nas APAs. | 2 meses | 06/05/2025 |
| Configuração e testes. | 2 semanas | 20/05/2025 |
| Treinamento de equipes responsáveis. | 1 semana | 27/05/2025 |
| Implementação final. | - | 01/06/2025 |

**Responsáveis**  
Quando se quer saber quais são os responsáveis desse problema, muitas vezes as causas são complexas e podem envolver múltiplos fatores como:

1. **Atividades humanas**

Desmatamento ilegal: Em algumas regiões, o desmatamento ilegal pode envolver o uso de fogo para derrubar árvores, o que pode facilmente resultar em incêndios fora de controle.

Indústria e infraestrutura: Linhas de transmissão de energia elétrica, por exemplo, podem gerar faíscas que causam incêndios florestais. Além disso, a construção de rodovias e urbanização também pode aumentar o risco de incêndios.

Lixo e resíduos: Focos de incêndio podem começar quando pessoas descartam resíduos de forma inadequada, como cigarros acesos ou garrafas de vidro, que refletem a luz do sol e geram calor.

Turismo e lazer: Fogueiras em áreas de camping ou atividades recreativas podem gerar incêndios acidentais.

2. **Causas naturais**

Raio: Embora mais raros, os raios podem causar incêndios florestais em regiões mais secas ou em épocas de altas temperaturas.

Seca e altas temperaturas: Uma combinação de calor intenso e falta de chuvas pode criar condições ideais para a propagação de incêndios, tornando as florestas mais vulneráveis.

3. **Fatores climáticos e ambientais**

Mudanças climáticas: O aumento das temperaturas globais e a alteração dos padrões climáticos podem intensificar a frequência e a gravidade dos incêndios florestais. Regiões que antes eram mais resistentes ao fogo podem se tornar mais suscetíveis.

Vegetação seca: A vegetação ressecada após períodos de seca pode se tornar um combustível altamente inflamável.

4. **Falta de fiscalização e políticas públicas**

A falta de fiscalização adequada das atividades humanas contribui para o aumento dos incêndios florestais. Além disso, políticas públicas ineficazes para a preservação ambiental e o combate a incêndios também desempenham um papel importante.

Em resumo, a responsabilidade pelos incêndios florestais pode ser atribuída tanto a atividades humanas quanto a fatores naturais, mas as ações humanas, especialmente quando não são bem geridas ou reguladas, têm um impacto significativo no aumento da frequência e da gravidade desses incêndios.

**Custos**

Os **custos** dos incêndios florestais são imensos e afetam diversos aspectos, tanto econômicos quanto sociais e ambientais.

1. **Impactos Econômicos**

Os incêndios podem destruir propriedades privadas, fazendas, rodovias, linhas de energia e outras infraestruturas essenciais. A reconstrução e reparação dessas estruturas podem custar bilhões de reais.  
Muitas vezes, as florestas queimadas estão localizadas em áreas próximas a fazendas ou áreas agrícolas. Incêndios podem destruir culturas, plantações e pastagens, prejudicando o abastecimento de alimentos e afetando a economia local, especialmente em áreas dependentes da agricultura.

2. **Custos para o Meio Ambiente**

Florestas são habitats de uma grande variedade de espécies, e os incêndios florestais podem levar à perda de espécies animais e vegetais. Isso tem um impacto negativo sobre a biodiversidade, o que pode afetar ecossistemas inteiros e prejudicar o equilíbrio natural.  
Incêndios florestais liberam grandes quantidades de dióxido de carbono (CO2) e outros gases de efeito estufa na atmosfera, exacerbando o aquecimento global. Isso contribui para as mudanças climáticas, que podem aumentar a frequência e a intensidade de futuros incêndios.

3. **Custos com Combate e Prevenção**

O custo de mobilizar equipes de bombeiros, aeronaves para o lançamento de água, caminhões e outros equipamentos de combate a incêndios é altíssimo. O esforço para conter um incêndio pode durar dias ou semanas, exigindo vastos recursos financeiros.  
A prevenção de incêndios florestais, como campanhas educativas, construção de barreiras de contenção e manutenção de áreas de vegetação controlada, também envolve grandes investimentos. Embora esses esforços sejam mais baratos do que o combate direto aos incêndios, ainda assim representam um custo significativo.

**Estimativas de Custos:**

No Brasil, por exemplo, os incêndios florestais de 2019 na Amazônia geraram prejuízos estimados em milhões de reais, considerando danos diretos e indiretos (como perdas de biodiversidade e impactos nas populações locais).

Em países como os Estados Unidos, os incêndios podem causar custos de até 10 bilhões de dólares anuais, considerando gastos com combate, danos à infraestrutura e perdas econômicas no setor agrícola e no turismo.

**Conclusão**

Os incêndios florestais resultam em custos enormes, que vão muito além do impacto imediato. Eles afetam o meio ambiente, a economia, a saúde pública e as comunidades locais. O aumento da frequência e intensidade dos incêndios florestais causados pela mudança climática e pelo comportamento humano exige um esforço conjunto entre governos, empresas e cidadãos para mitigar os danos e prevenir futuras catástrofes.

Neste âmbito, nossa solução atua como um agente que aumenta o tempo de resposta dos órgãos competentes, reduzindo o tempo de reação e consequentes danos as áreas de proteção, que desempenham papel fundamental na preservação do meio ambiente.