Os desafios do desenvolvimento socioambiental e as horizontalidades: Pontes entre região, o Estado e o cotidiano

Florianópolis (SC) – 2024

Desenvolvimento de um protocolo voltado a um aplicativo para smartphone que sistematize e armazene ocorrências de Incêndios Florestais no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

Francisco Henrique de Oliveira[1]
Gustavo Vargas de Andrade[2]
Zevir Anibal Cipriano Junior[3]

Resumo
O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), com uma vasta área de preservação, enfrenta ameaças constantes de incêndios florestais que causam danos significativos à fauna, flora e população circundante (Battistella e Simon, 2019). A falta de padronização e centralização dos Registros de Ocorrência de Incêndio (ROI's) dificulta a análise e prevenção eficaz desses eventos. Diante disso, o objetivo principal deste trabalho se configura em desenvolver um protocolo para levantamento participativo, sistematização e armazenamento de dados de ROI's do PAEST, visando criar um software que facilite a previsão e gestão de incêndios. O método envolve o procedimento de coleta e digitalização dos ROI's, bem como de estabelecer um padrão pautado em normativas de dados ET-PCDG1 e OGC2 em colaboração com o CBMSC. Essa abordagem estruturada, juntamente com a documentação do software, visa garantir a eficiência e confiabilidade da aplicação para que seja usada como base em futuras implementações

Palavras-chave: Incêndio florestal, Risco de Incêndio, Prevenção, Incêndios no PAEST, Registro de ocorrência de incêndio;

[1] Universidade Estadual de Santa Catarina; Doutor; Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, francisco.oliveira@udesc.br

[2] Mestrando em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental pela FAED/UDESC – Florianópolis/Brasil. gustavo.andrade@edu.udesc.br

[3] Doutorando em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental pela FAED/UDESC – Florianópolis/Brasil. zevir.junior0109@edu.udesc.br

VII SEDRES
Seminário de Desenvolvimento Regional, Estado e Sociedade

Os desafios do desenvolvimento socioambiental e as horizontalidades: Pontes entre região, o Estado e o cotidiano

Florianópolis (SC) – 2024

Development of a protocol for a smartphone application to systematize and store Forest Fire occurrences in the Serra do Tabuleiro State Park

Abstract

The Serra do Tabuleiro State Park (PAEST), with its vast preservation area, faces constant threats from forest fires that cause significant damage to the fauna, flora, and surrounding population (Battistella and Simon, 2019). The lack of standardization and centralization of Fire Occurrence Records (ROI's) hinders effective analysis and prevention of these events. Therefore, the main objective of this work is to develop a protocol for participatory survey, systematization, and storage of ROI data from PAEST, aiming to create software that facilitates fire prediction and management. The method involves the procedure of collecting and digitizing the ROI's, as well as establishing a standard based on ET-PCDG1 and OGC2 data norms in collaboration with CBMSC. This structured approach, along with the software documentation, aims to ensure the efficiency and reliability of the application so that it can be used as a basis for future implementations.

Keywords: Forest Fire, Fire Risk, Prevention, Forest Fires in PAEST, Fire Report;

UDESC UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA | FAED Centro de Ciências Humanas e da Educação
PPGPLAN Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental
CAPES
fapesc Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina
onpur
INSTITUTO RANGEL
Cátedra Manuel Correia de Andrade
FURB UNIVERSIDADE DE BLUMENAU | Centro de Ciências Humanas e da Comunicação | Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional
ACG Associação Catarinense de Geógrafos

1 Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST) é a maior unidade de conservação do estado de Santa Catarina, Brasil. Criado em 1975, está localizado entre as latitudes de coordenadas geográficas: 27° 41’ 09” S; 28° 12’ 42” S e entre as longitudes 48° 49’ 20” O e 48° 25’ 08” O, é a maior unidade de conservação de proteção integral no estado de Santa Catarina, ocupando aproximadamente 1% do território do Estado, com uma extensão de cerca de 90.000 hectares. Sua extensão abrange partes dos municípios de Palhoça, Águas Mornas, Santo Amaro da Imperatriz, São Bonifácio, Paulo Lopes, Imaruí, Garopaba e Florianópolis. A Figura 1 apresenta a localização no estado de Santa Catarina.

Figura 1 – Localização do Parque

Fonte: Atlas Geográfico de Santa Catarina (2018)

O parque possui clima subtropical úmido Cfa sob a classificação climática de Köppen e a temperatura média anual é de 25 °C, originalmente era recoberta pela floresta ombrófila densa, predominantemente encontrada nas serras costeiras, e o sistema edáfico de primeira ocupação, também conhecido como áreas das formações pioneiras, caracterizada principalmente pelos ecossistemas de restingas e manguezais. Abriga cerca de 75 espécies de mamíferos terrestres autóctones, enquanto, de acordo com Pimenta (2016) "estima-se que pelo tamanho da área e diversidade ecológica, ocorram mais de 2.500 espécies de flora".

A gestão do parque é realizada pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), que desenvolve e implementa políticas de preservação e manejo sustentável para garantir a integridade dos ecossistemas e a promoção de atividades educativas e recreativas que não prejudiquem o ambiente.

2 Registro de Ocorrência de Incêndio

O registro de informações sobre os combates é fundamental para a avaliação das estratégias e táticas utilizadas e para a correção de possíveis problemas ocorridos durante os incêndios florestais, sendo o Registro de Ocorrência de Incêndio (ROI) o ponto de partida para adquirir e armazenar informações básicas sobre os incêndios (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2010).

O ROI é um formulário extenso e detalhado, em que muitos dos dados requisitados precisam ser coletados em campo, por ocasião da ocorrência do fogo, com instrumentos específicos e por meio de mão de obra qualificada. O ROI deve ser elaborado pelas equipes de combate após a ocorrência de um incêndio florestal, independente da área atingida (propriedades privadas, unidades de conservação, terras indígenas, projetos de assentamento, ou outras áreas de uso restrito), porém, devido à natureza urgente e desgastante do combate ao incêndio florestal, os formulários nem sempre são preenchidos ou, quando o são, muitas vezes são feitos de forma incompleta e muito posterior ao evento o que pode comprometer a qualidade das informações (Bontempo et al., 2011).

Trata-se de documento oficial que visa subsidiar as instituições de resposta aos incêndios florestais no seu planejamento e na adoção de medidas preventivas e

corretivas para mitigar os danos causados pelo incêndio. Também serve para instruir processos que se destinam a apurar consequências advindas de um incêndio, devendo, portanto, contemplar diversos elementos, de forma a garantir a identificação e a efetividade da responsabilização pelo ato de provocar incêndios florestais. Neste sentido, o Registro de Ocorrência de Incêndio deverá conter as informações sobre:

- Local de início da ocorrência, se possível com coordenadas geográficas;
- Dados do solicitante;
- Eventuais áreas protegidas ou de uso restrito atingidas pelo incêndio;
- Equipe inicial de combate e apoio recebido de outras equipes/instituições (número total de combatentes);
- Tipo de vegetação atingida e respectivo bioma, com as principais características da vegetação consumida pelo fogo (mata ciliar, mata de galeria, pastagem natural ou plantada, área de cultura e tipo de cultura, entre outras);
- Extensão da linha do fogo, sentido de deslocamento e direção do vento predominante;
- Tipo de incêndio (superficial, subterrâneo, de copa);
- Materiais e recursos utilizados pela equipe de combate (abafadores, bombas costais, sopradores, etc.);
- Emprego de aeronaves de asa fixa e asa rotativa;
- Técnicas utilizadas no combate (ataque direto, indireto, aéreo, etc.); e
- Tempo de resposta (hora da solicitação/ início do atendimento/ término do combate).

Também é importante reportar, caso possível, informações que podem subsidiar eventual processo investigativo, como:

- Local/ponto de origem do incêndio, bem como sua causa presumida (raio, limpeza de terreno, acampamento, etc.);
- Adoção, pelo responsável da área, de eventuais medidas preventivas (aceiro, redução de material combustível, rebaixamento, bordadura, etc.);
- Área total atingida pelo incêndio;
- Principais danos causados;

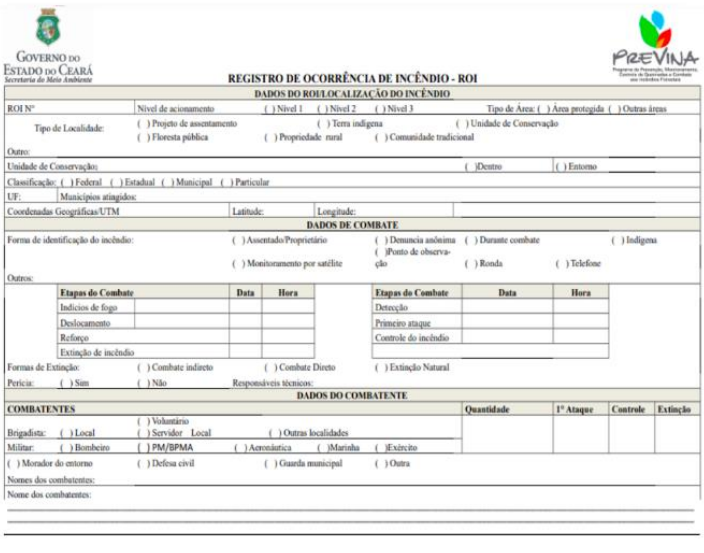
- Eventuais vítimas ou prisão/detenção de suspeitos.

De acordo com Bontempo (2011) a padronização de dados em ROI's é essencial para a eficiência no gerenciamento desses eventos. Utilizando formatos uniformes, facilita-se a compreensão, análise em larga escala e a colaboração entre entidades. Essa prática contribui para a tomada de decisões informadas, otimizando a resposta a incêndios e a implementação de estratégias preventivas. Além disso, promove a interoperabilidade entre sistemas, construindo um histórico confiável que beneficia a formulação de políticas públicas e diretrizes de manejo ambiental. Em resumo, a padronização fortalece a eficácia e a colaboração no enfrentamento de desafios ligados a incêndios.

Alguns exemplos de padronização de ROI's podem ser vistos na Figura 2, onde o modelo (A) foi criado pelo governo do estado do Ceará em parceria com a "Previna" (Programa de Prevenção, Monitoramento, Controle de Queimadas e Combate aos Incêndios Florestais), e o modelo (B), criado pelo Ibama.

Figura 2 - Modelos de ROI

(A)


GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Meio Ambiente

PREVINA
Programa de Prevenção, Monitoramento, Controle de Queimadas e Combate aos Incêndios Florestais

REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO - ROI

DADOS DO ROI/LOCALIZAÇÃO DO INCÊNDIO

ROI Nº | Nível de acionamento ( ) Nível 1 ( ) Nível 2 ( ) Nível 3 | Tipo de Área: ( ) Área protegida ( ) Outras áreas

Tipo de Localidade: ( ) Projeto de assentamento ( ) Terra indígena ( ) Unidade de Conservação ( ) Floresta pública ( ) Propriedade rural ( ) Comunidade tradicional

Outro:

Unidade de Conservação: ( )Dentro ( ) Entorno

Classificação: ( ) Federal ( ) Estadual ( ) Municipal ( ) Particular

UF: | Municípios atingidos:

Coordenadas Geográficas/UTM | Latitude: | Longitude:

DADOS DE COMBATE

Forma de identificação do incêndio: ( ) Assentado/Proprietário ( ) Denuncia anônima ( ) Durante combate ( ) Indígena ( ) Monitoramento por satélite ( )Ponto de observação ( ) Ronda ( ) Telefone

Outros:

Etapas do Combate	Data	Hora	Etapas do Combate	Data	Hora
Indícios de fogo			Detecção		
Deslocamento			Primeiro ataque		
Reforço			Controle do incêndio		
Extinção de incêndio					

Formas de Extinção: ( ) Combate indireto ( ) Combate Direto ( ) Extinção Natural

Perícia: ( ) Sim ( ) Não Responsáveis técnicos:

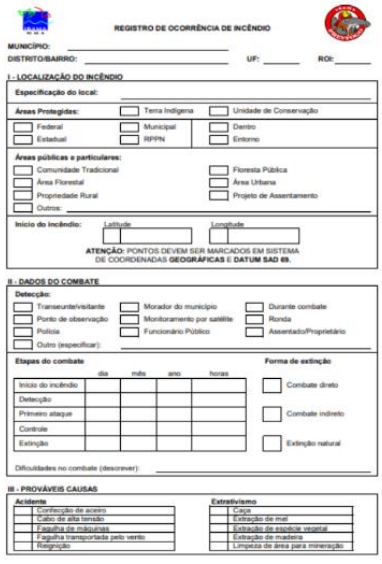
DADOS DO COMBATENTE

COMBATENTES		Quantidade	1º Ataque	Controle	Extinção
Brigadista: ( ) Local	( ) Voluntário ( ) Servidor Local ( ) Outras localidades				
Militar: ( ) Bombeiro	( ) PM/BPMA ( ) Aeronáutica ( )Marinha ( )Exército				
( ) Morador do entorno	( ) Defesa civil ( ) Guarda municipal ( ) Outra				

Nomes dos combatentes:

Nome dos combatentes:

(B)


REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO

MUNICÍPIO:

DISTRITO/BAIRRO: UF: ROI:

I - LOCALIZAÇÃO DO INCÊNDIO

Especificação do local:

Áreas Protegidas: Terra Indígena Unidade de Conservação
Federal Municipal Dentro
Estadual RPPN Entorno

Áreas públicas e particulares:
Comunidade Tradicional Floresta Pública
Área Florestal Área Urbana
Propriedade Rural Projeto de Assentamento
Outros:

Início do incêndio: Latitude Longitude

ATENÇÃO: PONTOS DEVEM SER MARCADOS EM SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS E DATUM SAD 69.

II - DADOS DO COMBATE

Detecção:
Transeunte/visitante Morador do município Durante combate
Ponto de observação Monitoramento por satélite Ronda
Polícia Funcionário Público Assentado/Proprietário
Outro (especificar):

Etapas do combate

	dia	mês	ano	horas
Início do incêndio				
Detecção				
Primeiro ataque				
Controle				
Extinção				

Forma de extinção
Combate direto
Combate indireto
Extinção natural

Dificuldades no combate (descrever):

III - PROVÁVEIS CAUSAS

Acidente
Confecção de aceiro
Cabo de alta tensão
Falha de máquinas
Fagulha transportada pelo vento
Religião

Extrativismo
Caça
Extração de mel
Extração de espécie vegetal
Extração de madeira
Limpeza de área para mineração

Fonte: Os autores (2024)

3 Causas dos incêndios florestais

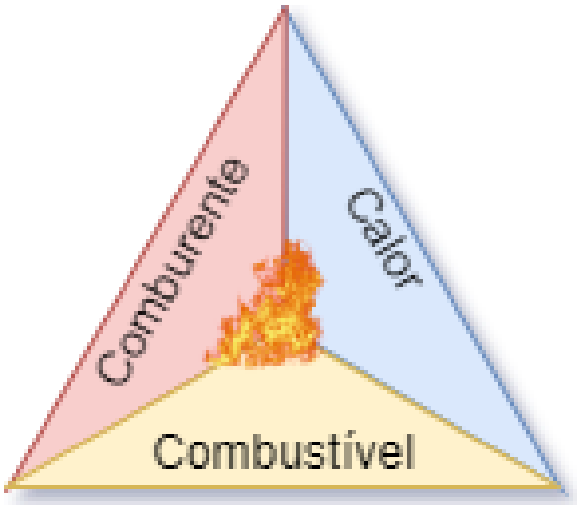
O conhecimento das principais causas dos incêndios é importante para se fazer um trabalho objetivo de prevenção, com vistas à redução das mais frequentes. Para padronizar e analisar as causas dos incêndios florestais, o Serviço Florestal dos Estados Unidos desenvolveu uma classificação, adotada nas publicações da Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas (FAO), que engloba oito grupos: raios, incendiários, queimas para limpeza, fumantes, operações florestais, fogos de recreação, estradas de ferro e diversos (Soares; Tetto; Wendling, 2020).

Já a NFPA (National Fire Protection Association) prevê as seguintes classes de causas armas de fogo, refração ou reflexão de luz solar, aquecimento espontâneo (químico ou biológico), diversos, perfurações de solo para buscar petróleo e gás, redes elétricas, serviços públicos, fogos de artifício, brincadeiras (crianças), trilhos de trem, veículos de serviço, queima de lixo e incendiários (NFPA, 2011).

O Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina utiliza, segundo Sturm (2015), um rol maior de causas intitulados de dispositivos de ignição, sendo eles: raios, fogueiras de acampamento, fumantes(cigarros), queimas para limpeza, incendiários, uso de equipamentos, estradas de ferro, crianças, operações florestais, fogos de recreação, armas de fogo, refração ou reflexão de luz solar, reações biológicas ou químicas exotérmicas, rede elétrica e outros.

Como conceito principal das causas de incêndio destaca-se Castro (2003) que afirma que os incêndios são primordialmente e influenciados por três fatores: as características dos combustíveis, a topografia do relevo e as condições meteorológicas. Nesse contexto, a representação do tetraedro na Figura 3 delineia os elementos essenciais para a ocorrência do fogo, onde o comburente, geralmente oxigênio, interage com o calor, refletido nas condições de temperatura e umidade do ambiente, alinhado às variáveis meteorológicas. Por sua vez, o combustível é representado como o componente propenso à combustão nesse intrincado equilíbrio.

Figura 3 - Triângulo do fogo



Fonte: Adaptado de Bombeiros (2011)

4 Investigação das causas dos incêndios florestais

O fogo sempre esteve associado à atividade humana, mas, atualmente, os incêndios florestais atingem índices preocupantes, porque ameaçam a manutenção da biodiversidade, das estruturas econômicas, das cidades, dos bens e até de vidas humanas (Parizotto, 2006).

A investigação de incêndios florestais envolve técnicas, práticas, equipamentos e terminologias especializadas. Embora os princípios básicos da ciência do fogo sejam os mesmos dos incêndios estruturais, em um cenário de fogo na natureza, o desenvolvimento e a propagação do fogo são influenciados por diferentes fatores (NFPA, 2014). Muito mais que localizar sua origem para determinar que tipo de ação o provocou, a investigação tem por objetivo subsidiar a adoção de medidas preventivas eficazes, além de instruir os processos decorrentes de crimes ambientais (IBAMA, 2011).

É comum ouvir, ver e ler notícias informando sobre a existência de milhares de focos de incêndio no país. Entretanto, quando se pergunta o número de incêndios e a superfície queimada anualmente no país, ninguém consegue informar, em razão

de não haver estatísticas confiáveis sobre ocorrências de incêndios florestais no país (Soares; Batista; Nunes, 2008).

No Brasil, temos diversas instituições relacionadas aos incêndios e à investigação, e essa diversidade não permite que o Brasil tenha um padrão estatístico único, com dados e informações uniformes, que contribuam para a evolução dos serviços prestados pelas instituições e que possam ser aproveitados em estudos científicos que poderiam colaborar para o aprimoramento dos processos (Cipriano Jr, 2021).

Diante dessa problemática, a investigação deve ser estudada e, na medida do possível, padronizada; mantendo-se, no entanto, as especificidades de cada instituição e de cada região, preservando os objetivos da investigação para cada órgão e sua identidade, de forma a possibilitar a compreensão independente do leitor(a) e a construir um banco de dados nacional único.

5 Efeitos dos incêndios florestais

5.1 Efeitos Positivos dos Incêndios Florestais

Embora frequentemente vistos de forma negativa, os incêndios florestais podem desempenhar um papel crucial na manutenção e renovação de ecossistemas. Um dos principais efeitos positivos é a renovação do solo. A queima da matéria orgânica libera nutrientes armazenados em plantas e árvores mortas, fertilizando o solo e tornando-o mais fértil para o crescimento de novas plantas. Esse processo pode melhorar a qualidade do solo, promovendo uma regeneração natural mais rápida e saudável (Bowman et al., 2020).

Além disso, os incêndios florestais ajudam no controle de pragas e doenças. Muitas pragas e agentes patogênicos que afetam as florestas são eliminados pelo calor do fogo. Ao remover essas ameaças, os incêndios permitem que as árvores sobreviventes e novas mudas cresçam mais fortes e saudáveis. O fogo também contribui para a manutenção da biodiversidade, criando um mosaico de diferentes estágios de sucessão ecológica que favorecem a coexistência de várias espécies. Algumas plantas, como as pinhas de determinadas espécies de pinheiro, só liberam

suas sementes após a exposição ao calor intenso, demonstrando a importância do fogo para a reprodução de certas espécies (Pausas; Keeley, 2019).

Outrossim, em ecossistemas onde os incêndios são naturais, como as savanas e os campos temperados, o fogo é fundamental para manter o equilíbrio ecológico. A ausência de incêndios nesses ambientes pode levar ao acúmulo de matéria orgânica e ao crescimento excessivo de vegetação, o que eventualmente resulta em incêndios de maior intensidade e mais destrutivos (Archibald et al., 2018).

5.2 Efeitos Negativos dos Incêndios Florestais

Por outro lado, os incêndios florestais também têm consequências devastadoras, especialmente quando ocorrem com maior frequência ou intensidade devido a mudanças climáticas e atividades humanas. O primeiro impacto negativo é a perda de biodiversidade. Embora alguns incêndios possam promover a biodiversidade, incêndios muito frequentes ou intensos podem destruir habitats e exterminar populações inteiras de espécies, particularmente aquelas que são menos móveis ou que têm nichos ecológicos restritos (Kelly; Brotons, 2017).

Ademais, os incêndios florestais causam emissões massivas de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxidos de nitrogênio (NO_x), que contribuem para o aquecimento global. Esse processo é agravado pelo fato de que as florestas queimadas deixam de atuar como sumidouros de carbono, reduzindo a capacidade do planeta de mitigar as mudanças climáticas (Van Der Werf et al., 2017).

Os incêndios florestais também podem ter impactos diretos na saúde humana. A fumaça liberada pelos incêndios contém partículas finas que podem causar problemas respiratórios graves, especialmente em populações vulneráveis como crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias preexistentes. Além disso, os incêndios podem destruir propriedades, infraestruturas e até levar à perda de vidas humanas, resultando em impactos socioeconômicos profundos nas comunidades afetadas (Reid et al., 2016).

Outro efeito negativo significativo é a degradação dos recursos hídricos. Os incêndios florestais podem alterar drasticamente as propriedades físicas e químicas

do solo, aumentando a erosão e a sedimentação nos corpos d'água próximos. Isso pode reduzir a qualidade da água, afetando tanto o abastecimento humano quanto os ecossistemas aquáticos (Shakesby; Doerr, 2006).

6 Protocolo e Sistematização

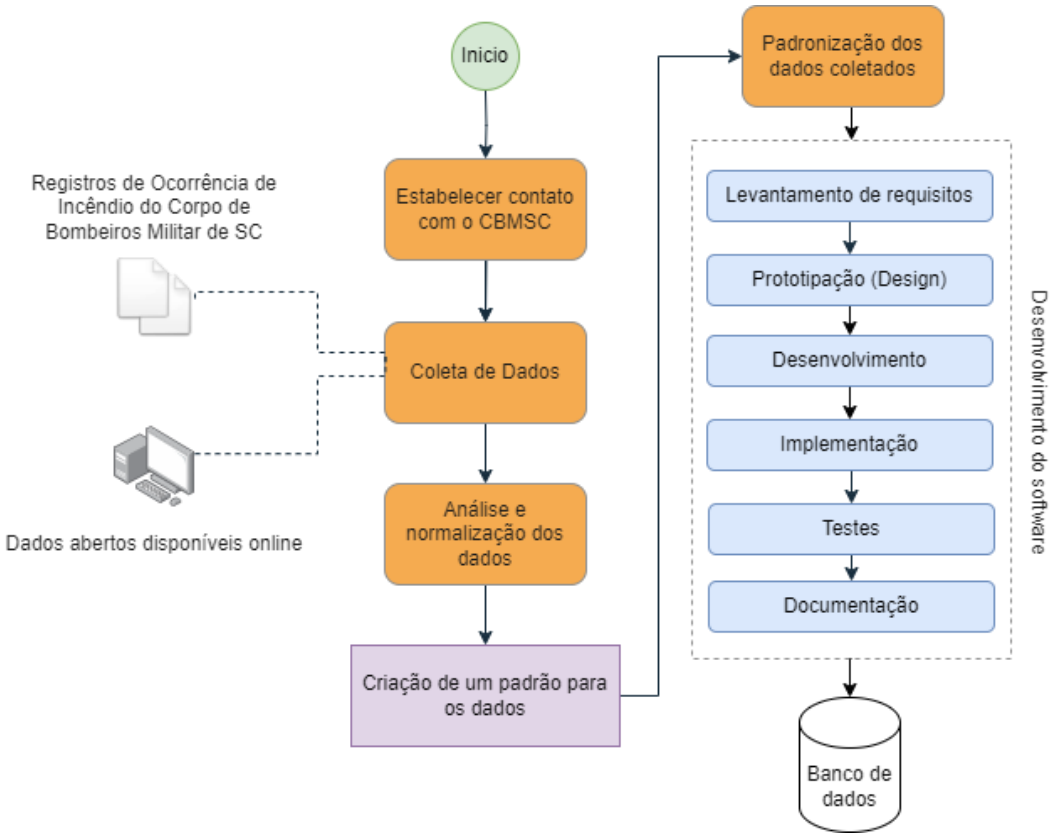
Visto a importância dos dados referentes aos incêndios florestais no combate aos mesmos, surge a oportunidade de aprimorar e sistematizar os processos atuais. Trabalhos como o de Silva (2017) mostram como informações concretas sobre incêndios podem ser utilizadas na previsão de novos incêndios florestais, atuando na criação de mapas de risco de incêndio, enquanto aplicações como a de Bernardo (2022) permitem que cidadãos comuns possam registrar incidentes de incêndio, alertando imediatamente o corpo de bombeiros por meio do envio de imagens e da localização precisa das chamas. Utilizando as informações registradas, juntamente com modelos de previsão e dados em tempo real do clima, é possível inferir o risco de incêndio em determinada área, permitindo uma visão espacial mais clara dos padrões e tendências dos incêndios, auxiliando na alocação de recursos e no desenvolvimento de estratégias de prevenção e combate.

O desenvolvimento do protocolo para sistematização e armazenamento dos dados de ROI's no PAEST segue uma abordagem estruturada e colaborativa, envolvendo o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) e demais instituições envolvidas na gestão de incêndios florestais. A metodologia adotada para este trabalho pode ser dividida em três etapas principais: coleta de dados, padronização e desenvolvimento das aplicações. Essas etapas podem ser melhor visualizadas na Figura 4.

6.1 Coleta dos ROI's

A coleta de dados, é a etapa que compreende a base de toda a sistematização, já que nela serão levantados todos os dados de incêndios já existentes sobre o PAEST, assim será possível entender que tipo de informações foram registradas durante os anos, bem como analisar padrões de eventos ocorridos. Sendo assim é importante que o máximo de registros sejam coletados, como em bases de dados públicas, como o sistema SisFogo do IBAMA, e solicitação formal ao CBMSC.

Figura 4. Fluxograma do protocolo



Fonte: Os autores (2024)

6.2 Padronização dos Dados

Com a coleta dos dados finalizada, será realizado um processo de padronização com base em normativas de dados como o ET-PCDG1 e o OGC2, além de orientações do CBMSC. A padronização visa garantir que todos os registros sigam um formato uniforme, facilitando a análise e a integração entre diferentes sistemas de monitoramento de incêndios. Um modelo de ROI padronizado será implementado no sistema, contendo campos essenciais, como coordenadas geográficas, vegetação afetada, e detalhes das equipes de combate, como citado no tópico 2, sobre os Registros de Ocorrências de Incêndios

6.3 Desenvolvimento do Aplicativo

Com os dados padronizados, poderá ser desenvolvido um aplicativo para smartphone, utilizando uma arquitetura modular. O aplicativo permitirá que usuários registrem novos incêndios em tempo real, adicionando informações como localização, condições climáticas e tipo de vegetação afetada. A aplicação também permitirá consultas aos registros já cadastrados, facilitando o monitoramento e a gestão das ocorrências. Sendo os usuários da aplicação, em primeiro momento, apenas o CBMSC, e os gestores do PAEST.

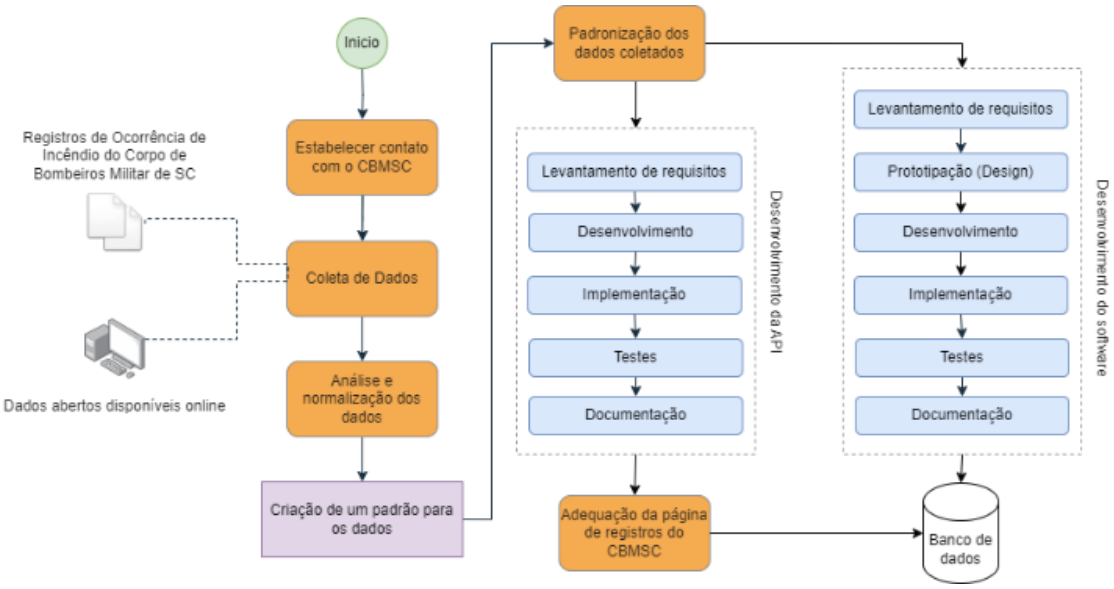
Os gestores do PAEST poderão utilizar o sistema para adicionar novos dados aos eventos já cadastrados, enriquecendo ainda mais a base de informações disponível. Isso permitirá que, no futuro, outros sistemas e pesquisas possam se beneficiar de um conjunto de dados mais completo e detalhado.

Essa abordagem, porém, faz com que o CBMSC registre as ocorrências tanto no sistema proposto, quanto no sistema padrão em que outras ocorrências (que não só de incêndios florestais) já são registradas, criando assim uma duplicidade de serviço para o bombeiro, que acarreta mais tempo empregado no cadastro de informações. Sendo assim, na Figura 5 há uma outra proposta para a sistematização dos dados, utilizando o próprio sistema do CBMSC para os registros ao banco de dados por meio de uma API (Application Programming Interface) permitindo assim que as informações do evento sejam registradas automaticamente tanto na base de dados do CBMSC quanto na proposta para esse novo sistema. A proposta da criação de uma API que sirva como intermédio entre o sistema do CBMSC e o banco de dados adiciona complexidade ao sistema, mas cria uma praticidade para que os principais usuários ganhem tempo no registro de novos eventos.

7 Resultados e Discussões

A implementação do novo protocolo e a criação de um padrão para os Registros de Ocorrência de Incêndio (ROI) no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST) podem trazer uma série de benefícios que abrangem tanto o aspecto técnico quanto o operacional e estratégico. O novo padrão de ROI proposto no artigo, contribuirá para a coleta de dados mais consistentes e estruturados. Isso não só facilitará a análise posterior dos eventos, mas também permitirá uma maior

Figura 5. Fluxograma do protocolo utilizando uma API



Fonte: Os autores (2024)

integração entre diferentes sistemas, como o do CBMSC e os futuros sistemas de monitoramento e pesquisa ambiental.

A centralização dos dados e a criação de uma API permitirá que os registros de incêndios florestais sejam facilmente integrados a outras tecnologias, como sistemas de monitoramento em tempo real e ferramentas de previsão climática. Isso possibilitará o desenvolvimento de modelos preditivos mais avançados, que ajudarão a identificar áreas de risco elevado e a antecipar focos de incêndio com maior precisão, possibilitando a criação de mapas de risco detalhados para o PAEST, além disso, trazem uma praticidade de acesso para pesquisadores e instituições acadêmicas que estudam os impactos e as causas dos incêndios florestais. A confiabilidade e a profundidade das informações armazenadas poderão ser usadas para avançar o conhecimento científico sobre incêndios florestais, contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias e estratégias de prevenção. Sendo assim, a sistematização proposta poderá ser aplicada em outras áreas de preservação natural, gerando os mesmos benefícios.

Referências

ARCHIBALD, S.; LEHMANN, C. E.; GÓMEZ-DANS, J. L.; BRADSTOCK, R. A. Defining pyromes and global syndromes of fire regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(52), 13316-13324, 2018.

BERNARDO, C.; SILVA SANTOS, G.; ZANGO RAUL, E.; D'ALMEIDA VITOR, G. A.; BATISTA DE OLIVEIRA, W. G. Aplicativo Mobile para Relatar Incêndios Florestais no Distrito Federal. *Revista FSA*, 19(3), 2022.

BOMBEIROS SP, Corpo de. Instrução Técnica Nº 02/2011: Conceitos básicos de segurança contra incêndio. Polícia Militar do Estado de São Paulo. Disponível em: http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT_02_2011.pdf. Acesso em: 30 dez. 2023.

BONTEMPO, G. C.; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A.; DOULA, S. M.; SILVA, E.; JACOVINE, L. A. G. Registro de ocorrência de incêndio (ROI): evolução, desafios e recomendações. *Revista Biodiversidade Brasileira*, Viçosa, v. 1, p. 247-263, 2011.

BOWMAN, D. M.; BALCH, J. K.; ARTAXO, P.; BOND, W. J.; COCHRANE, M. A.; D'ANTONIO, C. M.; PYNE, S. J. Fire in the Earth system. *Science*, 324(5926), 481-484, 2020.

CASTRO, C. F.; et al. Combate a incêndios florestais. *Escola Nacional de Bombeiros*, v. 13, 2003.

CIPRIANO JÚNIOR, Z. A. *Metodologia para investigação das causas dos incêndios florestais para o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina*. Curitiba, 2021. 45 p. Monografia (Pós-Graduação em Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais) – Universidade Federal do Paraná.

SILVA, I. *Sistema de Alerta de Incêndio Florestal*. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). *Investigação de incêndio florestal*. Brasília-DF, 2011.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais*. Brasília-DF, 2010.

KELLY, L. T.; BROTONS, L. Using fire to promote biodiversity. *Science*, 355(6331), 1264-1265, 2017.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). *NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations*, 2011 edition. National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2011.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA). *NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations*, 2014 edition. NFPA, Quincy, MA, 2014.

PARIZOTTO, W. *O controle dos incêndios florestais pelo Corpo de Bombeiros de Santa Catarina: diagnóstico e sugestões para o seu aprimoramento*. Curitiba, 2006. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. Wildfires as an ecosystem service. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(9), 469-477, 2019.

PIMENTA, L. H. F. *Sistema de Informação Geográfica (SIG) aplicado ao estudo da geodiversidade e do geopatrimônio da Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro*. Florianópolis, 2016. 323 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina.

REID, C. E.; BRAUER, M.; JOHNSTON, F. H.; JERRETT, M.; BALMES, J. R.; ELLIOTT, C. T. Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure. *Environmental Health Perspectives*, 124(9), 1334-1343, 2016.

SHAKESBY, R. A.; DOERR, S. H. Wildfire as a hydrological and geomorphological agent. *Earth-Science Reviews*, 74(3-4), 269-307, 2006.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. *Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais*. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

SOARES, R. V.; TETTO, A. F.; WENDLING, W. T. *Histórico de 50 anos dos incêndios florestais na fazenda Monte Alegre Klabin do Paraná (1965-2014)*. 1. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2020.

STURM, J. R. *Metodologia para Investigação em Incêndio Florestal*. Florianópolis, 2015. Artigo para o Curso de Perícia em Incêndio e Explosão do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

VAN DER WERF, G. R.; RANDERSON, J. T.; GIGLIO, L.; COLLATZ, G. J.; MU, M.; KASIBHATLA, P. S.; et al. Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural, and peat fires (1997–2009). *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10(23), 11707-11735, 2017.