

## MAPEAMENTO DE ÁREAS ESPÚRIAS PARA O PAINEL DO FOGO

Eduardo Hauck Antunes<sup>1</sup>, Victória Régia S. Ribeiro<sup>1</sup>, Douglas F. da Silva Nogueira<sup>1</sup>, Paulo Cunha<sup>2</sup>,  
Henrique Bernini<sup>1</sup>, e Daniela R. G. de Faria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - Censipam, Av. Lauro Sodré, 6500, Porto Velho/RO - Brasil, painel.fogo@sipam.gov.br; <sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Av. dos Astronautas, 1.758, São José dos Campos/SP - Brasil, paulo.cunha@inpe.br

### RESUMO

O Painel do Fogo é uma ferramenta desenvolvida para o monitoramento de fogo a partir da detecção de anomalias térmicas via sensoriamento remoto, as quais geram focos de calor que são agrupados em eventos de fogo. No entanto, nem todas as anomalias térmicas representam fogo de fato. Além disso, o escopo espacial do Painel do Fogo abrange apenas fogo em área rural. Objetivando tornar as informações oferecidas pela plataforma mais confiáveis, foi modelada uma máscara que evita a computação de eventos em áreas fora do escopo, i.e. “áreas espúrias”. Assim, este trabalho resultou em uma máscara que excluiu 111.466 km<sup>2</sup> de áreas urbanas ou com potencial para gerar falsos-positivos. Em 2021, um quantitativo de 113.829 eventos espúrios foram desconsiderados do escopo do Painel do Fogo, sendo a maioria em áreas edificadas.

**Palavras-chave** — Fogo, sensoriamento remoto, falso positivo, focos de calor, Painel do Fogo.

### ABSTRACT

*The Fire Panel is a tool developed for fire monitoring based on thermal anomalies detection through remote sensing, which generates active fire points that are grouped into fire events. However, not all thermal anomalies represent fire in fact. Beyond that, the spatial scope of Fire Panel embraces just fire in rural areas. Aiming to make the information offered to the platform more reliable, a spatial mask was modeled to prevent the computation of events in areas that are out of scope, i.e. “spurious areas”. Therefore, this project resulted in a mask which excluded 111.466,38 km<sup>2</sup> of urban areas or those with the potential to generate false positives. In 2021, a quantity of 113.829 spurious events was disregarded from the scope of the Panel Fire, most of them in urban areas.*

**Keywords** — Fire, remote sensing, fake-positives, active fire, Fire Panel.

### 1. INTRODUÇÃO

O foco de calor é um produto gerado a partir da modelagem física de anomalias térmicas na superfície terrestre detectadas por satélites quando estes alvos atingem temperaturas acima de 47°C [1]. Esses focos são utilizados para o monitoramento de fogo em uma determinada área e a detecção pode ou não corresponder a uma queimada ou incêndio. Sendo assim, podemos identificar, em algumas ocasiões, a ocorrência de falsos positivos, ou de alvos que emitem temperaturas anômalas [2].

Estes pontos quentes não derivados de fogo são definidos na literatura como “focos espúrios” [3]. Devido à recorrência prejudicial destes falsos positivos na detecção de queimadas para o combate, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mapeou áreas de interesse onde estes pontos surgiam com maior frequência para eliminá-los de suas estatísticas [3].

Mesmo com um mapeamento consolidado pelo INPE, algumas áreas que se enquadram na definição de espúrias ainda precisavam ser adicionadas para consideração no Painel do Fogo. O Painel do Fogo é uma plataforma web desenvolvida pelo Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (Censipam), que tem como objetivo dar suporte ao acionamento de brigadas no combate a incêndios e queimadas na zona rural do Brasil. O escopo espacial do sistema não abrange áreas urbanas e edificadas.

O processo de identificação dessas ocorrências para combate é feito através da visualização de eventos de fogo, que são o agrupamento do buffer de focos de calor que se intersectam dentro de uma janela de tempo de até 4 dias [4]. Para a aplicação no Painel do Fogo, os eventos que surgem em áreas urbanas ou de falsos positivos, i.e. espúrias, precisam ser desconsiderados, visando o objetivo da plataforma.

Com isso, este trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia empregada para mapeamento de áreas espúrias e criação de uma máscara que as elimine do escopo espacial do sistema Painel do Fogo. Adicionalmente, analisamos os resultados obtidos em 2021 com a aplicação da máscara. Desta forma, o controle de qualidade das informações disponibilizadas aos usuários é aprimorado.

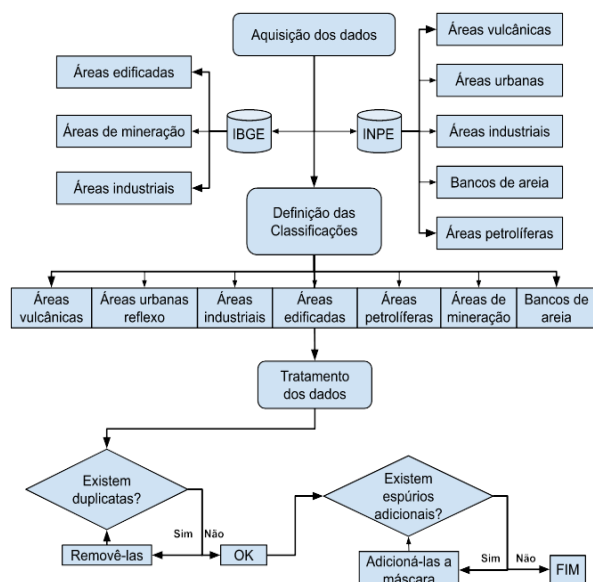


Figura 1. Fluxograma da metodologia de implementação da máscara de áreas espúrias no Painel do Fogo

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente artigo são utilizadas as definições de áreas espúrias no contexto do Painel do Fogo. “Áreas espúrias” são consideradas áreas que tipicamente geram focos de calor que não correspondem a fogo em área rural (áreas urbanas, áreas de povoado, áreas industriais, bancos de areia, etc.). Além disso, definimos “eventos espúrios” como eventos que estão totalmente contidos nas áreas espúrias e são excluídos do Painel do Fogo. Mais informações sobre as metodologias empregadas neste serviço podem ser encontradas nas perguntas frequentes do Painel [4].

A fim de criar uma camada que eliminasse as áreas espúrias da plataforma, partiu-se da camada de focos espúrios já consolidada pelo INPE [5]. Entretanto, para atingir os objetivos de acionamento propostos pelo Painel do Fogo, este modelo precisava ser adequado com algumas adições da base geoespacial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A Figura 1 mostra o fluxograma da metodologia aplicada no desenvolvimento da máscara de áreas espúrias, bem como as classes necessárias ao Painel do Fogo. Nela consta a classificação composta por: Áreas (1) vulcânicas, (2) urbanas com reflexo, (3) industriais, (4) edificadas, (5) petrolíferas, (6) de mineração e (7) bancos de areia. Na base de dados adquirida do INPE continham áreas do tipo 1, 2, 3, 5 e 7.

Assim, dados a respeito de áreas dos tipos 4 e 6 foram adquiridos na base de dados do IBGE. Verificou-se que não havia duplicidades em relação às áreas urbanas do INPE. Por fim, as áreas industriais foram compostas pela adição dos dados das duas bases, removendo as duplicatas entre elas.

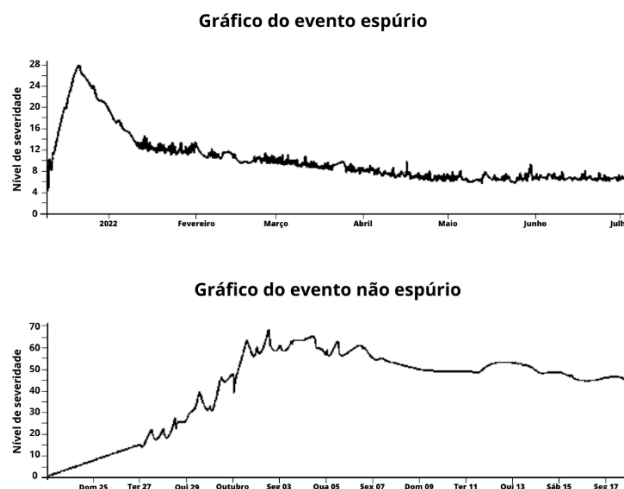


Figura 2. Distinção empírica entre eventos espúrios e não espúrios através do gráfico de nível de severidade

Dessa maneira, a informação gerada foi processada e inserida na modelagem do Painel do Fogo. Além disso, notou-se empiricamente que havia algumas áreas industriais nas quais eventos espúrios estavam sendo registrados via Painel do Fogo. Essa constatação foi observada tendo em vista o comportamento do gráfico do evento de fogo, que é composto pelo nível de severidade de acionamento por um período de tempo [6].

Conforme mostra a Figura 2 [4], o comportamento da curva de espúrios industriais se dá por um crescimento constante ao longo dos primeiros dez dias, seguido de uma inflexão e um declínio também constante. Depois de um tempo, o decréscimo passa a ser moroso até o interrompimento do sinal de anomalia térmica do foco de calor. As áreas com ocorrência de eventos com este tipo de comportamento foram analisadas por imagens de satélite para confirmar a presença de indústrias ou outras fontes de falsos positivos. Quando confirmadas, elas foram acrescentadas à camada de espúrios.

Por fim, a máscara de escopo espacial do Painel do Fogo ficou delimitada pela exclusão das áreas espúrias adicionadas de um buffer de 1 km. Recorreu-se ao artifício do buffer em função do modelo de perímetro vetorial do evento de fogo, que realiza um buffer de 400m em torno dos focos de calor e os agrupa, superestimando a área do evento [4], principalmente para eventos menores, predominantes em áreas espúrias. Isso fica evidenciado na Figura 3, que mostra que o evento D ocorre em área urbana, mas não seria descartado caso o buffer de 1 km não fosse aplicado.

Assim, os eventos a serem desconsiderados no Painel do Fogo são aqueles que se encontram totalmente contidos no buffer de 1 km das áreas espúrias. Pela figura 3, aqueles que se encontrariam nessa categoria seriam os eventos C e D. Os demais não se enquadram e apareceriam como eventos de fogo na plataforma.

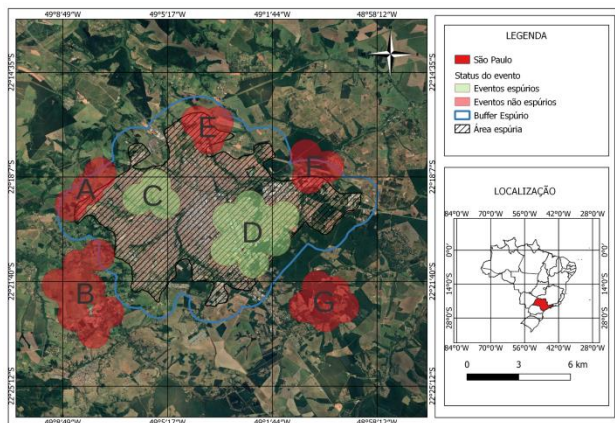


Figura 3. Exemplificação de eventos em áreas espúrias edificadas dentro do município de Bauri, em São Paulo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram mapeadas no território brasileiro 8.073 áreas espúrias, sendo 124 áreas industriais (818 km<sup>2</sup>), 3 áreas de banco de areia (48 km<sup>2</sup>), 610 áreas de mineração (1.250 km<sup>2</sup>), 7.330 áreas edificadas (31.380 km<sup>2</sup>) e 6 áreas urbanas com reflexo (24 km<sup>2</sup>) que totalizaram cerca de 33.312 km<sup>2</sup>. Considerando a adição do buffer de 1 km, a área total passa a ser 111.466 km<sup>2</sup>. Esta foi a área descartada na máscara de escopo espacial do Painel do Fogo.



Figura 4. Áreas espúrias dentro dos limites territoriais do Brasil classificadas por cores.

Tipo	Total de eventos espúrios	Persistência média (dias)	Persistência máxima (dias)
Áreas edificadas	973	3,4	217
Áreas industriais	395	17,7	261
Áreas de mineração	52	4,6	36
Áreas de bancos de areia	6	1,7	6

Tabela 1. Eventos espúrios registrados por tipo de área espúria no ano de 2021.

Observando a Figura 4, é possível constatar que as áreas espúrias do tipo edificadas e industriais mapeadas estão contidas em regiões mais industrializadas e de maior densidade populacional. Este é o caso do sudeste e sul, podendo notar foco também no nordeste. Já as áreas de bancos de areia se encontram nos estados de Rondônia, Amazonas e Maranhão. Ademais, as áreas de mineração estão distribuídas em maior extensão no Rio Grande do Norte, no Ceará e no Pará.

Para análise da incidência de eventos nas áreas espúrias, foi separada uma amostra dos eventos espúrios referentes ao ciclo anual de 2021. Considerando então as mais de oito mil áreas espúrias, classificou-se os eventos contidos nestas áreas por tipo de espúrios dependendo da localidade em que surgiram. A Tabela 1 mostra o resultado compilado a partir do total de eventos e as persistências médias e máximas.

Pode-se observar pela Tabela 1 que há uma grande ocorrência de eventos em áreas edificadas e industriais. Isso pode representar queimadas urbanas ou estar associado a anomalias térmicas [1] detectadas nessas regiões, que podem gerar constantes falsos positivos. Quando se trata de ocorrências em áreas urbanas, satélites não costumam gerar informações mais rápidas do que um disque denúncia ou comunicação via rádio. Outro ponto importante é que muitos eventos no contexto urbano não são detectados por satélites de observação da Terra [7], sobretudo pelos sensores utilizados no serviço Painel do Fogo, evitando a frustração no sistema que é dedicado para outras circunstâncias.

Quando analisamos também a persistência máxima e média dos eventos na Tabela 1, podemos confirmar que os gráficos da Figura 2 se enquadram nas características médias de um espúrio de área industrial. Também é possível inferir que os valores mais próximos entre as persistências máximas das áreas edificadas e industriais possa ser indício de que há sobreposição entre estas classes.

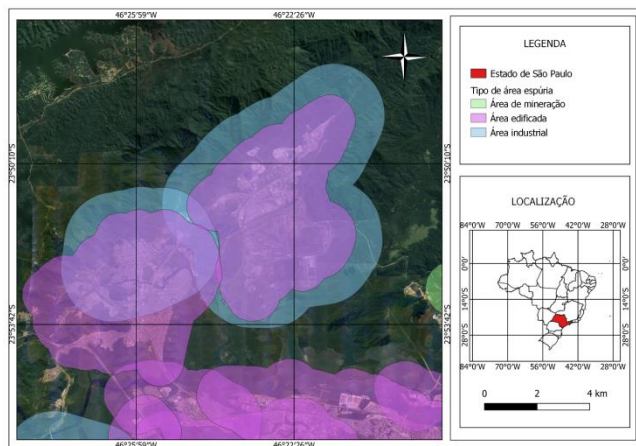


Figura 5. Área espúria de tipo edificada contida dentro de área espúria do tipo industrial.

Partindo deste pressuposto, foi verificado em ambiente GIS a distribuição espacial de ambas as camadas. Como forma de exemplificar este fenômeno, a Figura 5 mostra a sobreposição de classes no município de Cubatão, em São Paulo, conhecida pela alta concentração de indústrias. Nota-se que existe uma grande extensão que engloba estas duas tipologias distintas. No geral, entende-se que eventos urbanos não durem mais que a média mostrada na Tabela 1, no entanto, havendo sobreposição, os eventos industriais influenciam o comportamento de áreas edificadas, que por serem mais persistentes ocultam os valores reais de eventos urbanos.

#### 4. CONCLUSÕES

Este artigo teve como objetivo apresentar a metodologia de mapeamento e composição de áreas espúrias para modelagem do escopo espacial do Painel do Fogo. Tal ação foi realizada buscando a otimização no processo de acionamento de brigadas para o combate ao fogo em áreas rurais.

No total, foram mapeadas no território brasileiro 8.073 áreas espúrias, somando cerca de 33.312 km<sup>2</sup>. A classe predominante é de áreas edificadas, seguida por áreas industriais. Elas estão concentradas nas regiões sudeste e sul, que são mais industrializadas e com maior densidade populacional.

Considerando a quantidade de eventos espúrios detectados e eliminados pela nova máscara gerada neste trabalho, os resultados obtidos representam 1,5% do total de eventos de fogo monitorados pelo Painel do Fogo. Um total de 1.426 eventos de fogo formados pela modelagem do Painel do Fogo foram descartados no ano de 2021 por não contemplarem o escopo espacial do sistema, enquanto que houve 113.829 eventos no ciclo de 2021 no Brasil de acordo com o Painel de Indicadores [8].

Entretanto, não se deve considerar que os resultados obtidos são estáticos. O processo de mapeamento de áreas

espúrias deve ser realizado de forma contínua, visto que surgem novas áreas industriais, edificadas e de mineração conforme o desenvolvimento no país. Caso haja interesse na inserção de novas áreas espúrias no Painel do Fogo, é possível entrar em contato por meio do endereço eletrônico de correspondência deste artigo.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] G. Gontijo. et al. Detecção de queimadas e validação de focos de calor usando produtos de Sensoriamento Remoto. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR., Curitiba. Anais, p.7966, 2011.
- [2] R. J. RIVIERA-LOMBARDI. Estudo da recorrência de queimadas e permanências de cicatrizes do fogo em áreas selecionadas do cerrado brasileiro, utilizando imagens TM/Landsat. São José dos Campos: INPE, 2003. 172p. – (INPE-12663-TDI/1006)
- [3] P. L. SOUZA. et al. Identificação de focos de calor anômalos nas séries temporais dos satélites Terra e Aqua na América Latina. In: Wildfire - 7<sup>a</sup> Conferência Internacional sobre Incêndios Florestais, 2019, Campo Grande. Anais, v. 1, p. 216.
- [4] Censipam. Painel do Fogo – *Frequently Asked Questions* (FAQ). Disponível em: [https://panorama.sipam.gov.br/painel-do-fogo/perguntas\\_frequentes.html](https://panorama.sipam.gov.br/painel-do-fogo/perguntas_frequentes.html). Acesso em: 20 de out. de 2022.
- [5] BD Queimadas. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas#mapa>. Acesso em: 24 de out. de 2022.
- [6] D. R. G. de Faria, H. Bernini, J. Assis, e H. Vieira, Multicriteria Severity Indicator Using Remote Sensing for Forest Firefighting Dispatch in the Brazilian Amazon, *IGARSS 2022 - 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, pp. 5740-5743, 2022.
- [7] G. M. J. Lazzarini. Análise da detecção e ocorrência de queimadas em áreas urbanas e entorno. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa. Anais, p.2654, 2015.
- [8] Censipam. Painel do Fogo - Indicadores. Disponível em: [https://panorama.sipam.gov.br/painel-do-fogo/painel\\_indicadores.html](https://panorama.sipam.gov.br/painel-do-fogo/painel_indicadores.html). Acesso em: 27 de out. de 2022.