



## USO E COBERTURA DO SOLO: UMA ANÁLISE ESPACIAL DA DENSIDADE DE FOCOS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE SANTANA-AP

Karen Cristine Nascimento Castelo de Sá<sup>\*</sup>, Claudionor de Oliveira Pastana<sup>2</sup>, André Fernandes da Silva<sup>3</sup>

Universidade do Estado do Amapá<sup>1,2,3</sup>

\* [Karencastelo73@gmail.com](mailto:Karencastelo73@gmail.com)

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal da incidência de focos de calor, associada ao uso e cobertura da terra no município de Santana-AP no ano de 2015 e 2020. Para isso, fez-se uso de geotecnologias para analisar padrões espaciais, a partir do método de Kernel. Sendo assim, foram coletados dados no formato de shapefile e raster nos sites do INPE (BDQueimadas) e Mapbiomas, respectivamente. Após o processamento dos dados, foram registrados 844 e 304 incidências de focos de calor no primeiro e segundo ano de estudo. Com isso, a partir da densidade Kernel foram criados mapas de focos de calor os quais foram classificados com níveis de densidade que variam de acordo com a cor e tonalidade. Também foi possível verificar que o maior percentual de incidência focos de calor estão nas classes de formação campestre, formação florestal e pastagem.

*Palavras-chave:* QGIS, queimadas, monitoramento, kernel, geoprocessamento.

### INTRODUÇÃO

Em conformidade com Moraes *et al.* (2017), os impactos das atividades humanas aumentaram exponencialmente nos últimos dois séculos. Entre os fatores se encontram, a exploração do solo, o que ocasiona mudanças em sua cobertura, gerando perda de biodiversidade, mudanças climáticas, introdução de espécies exógenas e mudanças ambientais diversas, além da deterioração dos sistemas ecológicos de escalas locais a globais. Outro fator que contribui para esses impactos na superfície terrestre é o desmatamento e consequentemente, as queimadas.

Na região Amazônica, especialmente, essas ações tornam-se ainda mais preocupantes devido à sua alta sensibilidade ambiental. O desmatamento, associado ao uso do fogo, é uma das principais causas de alteração da cobertura do solo, resultando na intensificação de focos de calor, que são indicativos de queimadas e incêndios floresta. Estes focos são detectados via sensoriamento remoto, sendo consideradas áreas com temperatura superficial acima de 47 °C (SANTOS, 2021).

Compreender a relação entre o uso e cobertura do solo e a ocorrência dos focos de calor, uma vez que determinados tipos de uso, como pastagem e formações campestres, podem estar mais propensos a gerar ou propagar incêndios. Este trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal da incidência de focos de calor no município de Santana-AP, nos anos de 2015 e 2020, correlacionando esses eventos com as classes de uso e cobertura da terra. A hipótese que norteia este estudo é que as alterações no uso e cobertura do solo, especialmente o avanço de áreas de pastagem e formações campestres, estão diretamente associadas à maior incidência de focos de calor no município. Assim, busca-se verificar se há padrões espaciais consistentes que demonstrem que determinados usos do solo favorecem a ocorrência de focos de calor, contribuindo para o planejamento territorial e a adoção de medidas de mitigação ambiental.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi o município de Santana, criado pelo Decreto- lei 7.369 de 17 de dezembro de 1987, por se tratar do segundo município mais populoso do estado do Amapá e localizar-se a aproximadamente 17 quilômetros da cidade de Macapá, capital do estado. O município, de acordo com estimativas para 2021 do IBGE (2017c), conta com 101.262 habitantes em uma área de 1.541,224 km<sup>2</sup> e encontra-se dividido em 4 distritos: Santana, Igarapé do Lago, Ilha de Santana e Portuário do Igarapé da Fortaleza (AMAPÁ DIGITAL, 2022).

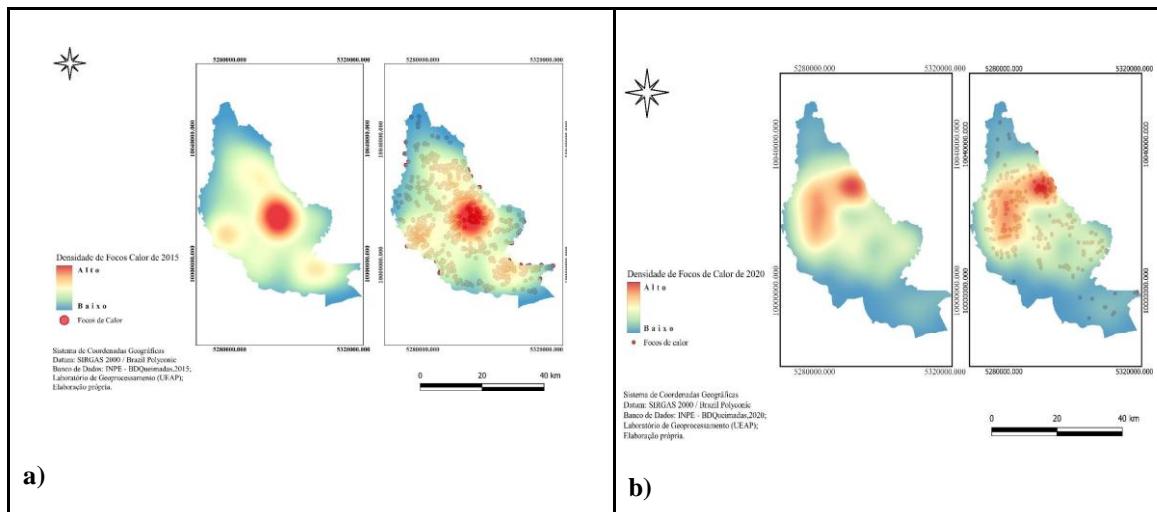
Os dados necessários foram obtidos no formato “shapefile” (Vetoriais) no site do Instituto

Nacional de Geografia e Estatística (IBGE) relacionados à base cartográfica do estado do Amapá e, no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pelo programa Queimadas, obtiveram-se os dados de focos de calor. Ademais, foram coletados dados do tipo “Raster” (Matriciais) do site do Projeto Mapbiomas Brasil, relativos ao uso e cobertura da terra. Os dados do IBGE, como estão relacionados a limites municipais, foram coletados para o ano de 2021 e, nos demais sites, INPE e Mapbiomas, coletaram-se para os anos de interesse do presente estudo, 2015 e 2020. Fez-se uso do software Qgis na versão: QGIS 3.22.4. O Qgis é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. Trata-se de um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Funciona em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android e suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades (UNIDERP, 2020).

Após a coleta dos dados de focos de calor no tipo “Shapefile”, criou-se uma tabela contendo as distâncias entre todos os pontos da camada através da ferramenta “Matriz de distância”. A tabela resultante serviu para determinar o raio necessário a ser utilizado na ferramenta “Mapa de Calor”, onde estimou-se a densidade kernel para os anos de 2015 e 2020 de acordo com o método de Rizzatti *et al* (2020). Após isto, foram gerados mapas de uso e cobertura da terra para cada ano, relacionando- os com os focos de calor. Com auxílio da ferramenta “Contagem de Pontos em Polígonos”, utiliza uma camada de pontos (dados focos de calor) e uma camada de polígono (dados de uso e cobertura da terra, convertido para dado vettorial), conta-se o número de pontos do primeiro em cada polígono do segundo. Com isso, uma nova camada de polígonos é gerada, com exatamente o mesmo conteúdo que a camada de polígonos de entrada, mas contendo um campo adicional com a contagem de pontos correspondente a cada polígono (QGIS.org, 2022). Desta forma, foi gerado o produto cartográfico síntese e as tabelas e gráficos necessários para a compreensão da distribuição e quantificação dos focos de calor em cada categoria de uso e cobertura da terra.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

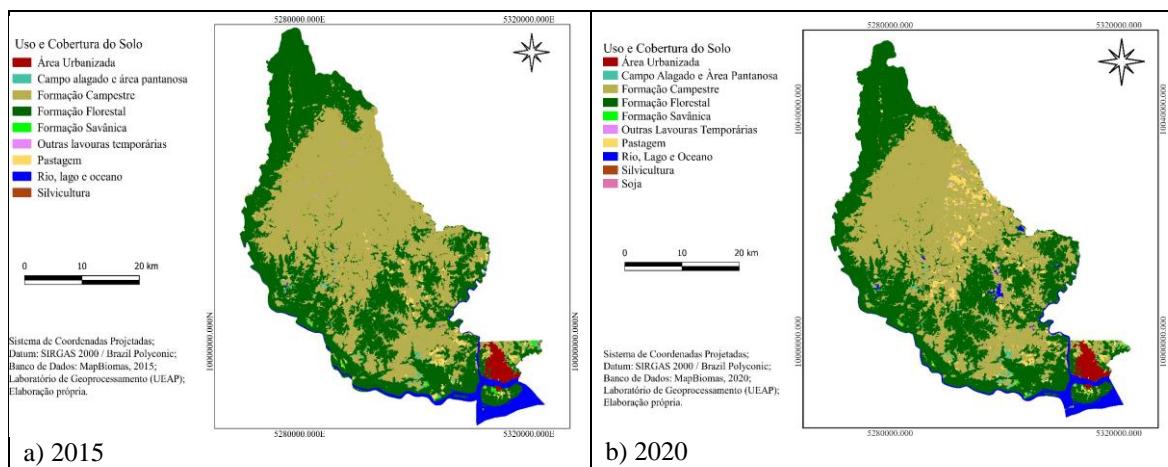
Por meio dos dados obtidos dos satélites do INPE, o município de Santana-AP registrou 844 e 304 focos de calor nos anos de 2015 e 2020, respectivamente. Com isso, a partir da densidade Kernel foram criados mapas para o ano de 2015 e outro para o ano de 2020, conforme mostra a figura 1.



**Figura 1.** (a) Mapa de focos de calor no município de Santana-AP, no ano de 2015; b) Mapa de focos de calor no município de Santana-AP, no ano de 2020.

Ambos os mapas foram classificados com níveis de densidade que variam de acordo com a cor e tonalidade, sendo assim, vermelho representa a densidade muito alta, e laranja indica densidade alta, amarelo significa densidade média, verde representa densidade baixa e por fim azul é a densidade muito baixa. Segundo Costa *et al.* (2019), essa separação por cor ajuda a analisar melhor o mapa, e principalmente visualizar a região que concentra maior densidade.

O produto gerado da análise de uso e cobertura do solo encontra-se dividido em 10 classes, sendo elas: Área Urbanizada, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Formação Florestal, Formação Savânica, Outras lavouras Temporárias, Pastagem, Rio, Lago e oceano, Silvicultura e Soja. Tais dados são ilustrados na figura 2.



**Figura 2.** (a) Mapa de Uso e Cobertura do solo no ano de 2015 e (b) Mapa de Uso e Cobertura do solo no ano de 2020.

Com isso, associando os dados de focos de calor com os dados de uso e cobertura da terra para cada ano de estudo obteve-se os resultados da tabela 2. Através desta é possível inferir que o maior percentual de incidência dos focos de calor está nas classes de formação campestre, formação florestal e pastagem. Vale destacar que para ambos os anos, a formação campestre esteve próxima de 60% dos números de focos de calor no município de Santana-AP. Isso torna- se preocupante visto que quanto maior os índices de focos de calor maior a probabilidade de queimadas ou incêndios florestais, que geram danos à população e à biodiversidade de Santana.

Tabela 2. Contagem dos Focos de Calor no município de Santana- AP para os anos de 2015 e 2020.

Classes	2015		2020	
	Focos de Calor	%	Focos de Calor	%
Formação Campestre	481	56,99	182	59,87
Formação Florestal	203	24,05	55	18,09
Pastagem	65	7,70	45	14,80
Campo alagado e área pantanosa	51	6,04	9	2,96
Formação Savânica	18	2,13	3	0,99
Outras lavouras temporárias	17	2,01	3	0,99
Área Urbanizada	6	0,71	2	0,66
Rio, lago e oceano	2	0,24	3	0,99
Silvicultura	1	0,12	2	0,66
Soja	0	0,00	0	0,00
Não observado	0	0,00	0	0,00
<b>Total Geral</b>	<b>844</b>	<b>100,00</b>	<b>304</b>	<b>100,00</b>

## CONCLUSÕES

O estudo aborda o contraste entre as quantidades de focos de calor em anos marcados por situações atípicas, onde o ano de 2015 evidencia a maior concentração de altas nas temperaturas registrados na última década, e o ano de 2020 é marcado pelo início da pandemia do coronavírus. Pode-se concluir que grandes partes das queimadas no município de Santana estão concentradas em áreas propícias ao cultivo de grãos, além disso, notou-se o aumento das áreas destinadas para pastagem de gado dentro das formações campestres.

Com isso, entende-se que os focos de calor estão diretamente conectados aos usos e coberturas da terra de uma área. Os resultados do presente estudo servem como subsídio para possíveis estudos e análises voltados para a ocorrência de focos de calor no município de Santana-AP. Diante disso, o conhecimento de geoprocessamento, em relação à utilização de tecnologias do Sistema Informações Geográfica (SIG), foi de fundamental importância para a aferição dos resultados através de relevantes ferramentas.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L. W. R.; CASTRO, G. S. A. **Proposta de ocupação e uso agropecuário mais sustentável do cerrado amapaense: princípios, critérios e indicadores técnicos**. Macapá: Embrapa Amapá, 2014. 46 p.
- ARAÚJO JÚNIOR, A.; TAVARES JÚNIOR, S. **Uso e cobertura do solo para o planejamento urbano, Boa Vista, Roraima, Brasil**. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 36-55, 2017. DOI: 10.5216/bgg.v37i1.46242. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/bgg/article/view/46242>>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- CHELALA, C.; CHELALA, C. **Os obstáculos para a produção de grãos na Amazônia – o caso do Estado do Amapá**. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 60, n. 2, e249653, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.249653>.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2017**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/santana/panorama>>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Banco de dados de queimadas**. Disponível em: <<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 21 mar. 2025.
- MORAES, J.; BEZERRA, P. **Dinâmica do uso e cobertura do solo e a ocorrência de focos de calor na mesorregião do Marajó – PA**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18., 2017, Santos. Anais eletrônicos... Campinas: Galoá, 2017. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr/papers/dinamica-do-uso-e-cobertura-do-solo-e-a-ocorrencias-de-focos-de-calor-na-mesorregiao-do-marajo---pa?lang=pt-br>>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Acessado em: 20 mai. 2025. Disponível em: <[https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/coverage/brasil\\_coverage\\_2015.tif](https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/coverage/brasil_coverage_2015.tif)>.
- PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Acessado em: 22 mai. 2025. Disponível em: <[https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/coverage/brasil\\_coverage\\_2020.tif](https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/coverage/brasil_coverage_2020.tif)>.
- QGIS. QGIS 3.22 Geographic Information System User Guide. QGIS Association, 2022. Disponível em: <[https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user\\_manual/index.html](https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user_manual/index.html)>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- RIZZATTI, M. et al. **Mapeamento da COVID-19 por meio da densidade de Kernel. Metodologias e Aprendizados**, v. 3, p. 44-53. DOI: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1312>.
- RODRIGUES, E. Município de Santana. **Amapá Digital, 2022**. Disponível em: <[https://amapadigital.net/novo/noticia\\_view.php?id\\_noticia=131573](https://amapadigital.net/novo/noticia_view.php?id_noticia=131573)>. Acesso em: 15 Dez. 2024.
- SANTANA. **Portal Governo do Amapá**, [2015]. Disponível em: <<https://www.portal.ap.gov.br/conheca/santana>>. Acesso em: 18 jan. 2025.