

Análise dos focos de queimadas através de geotecnologia no município de Santarém no estado do Pará-Brasil

Analysis of fire outbreaks through geotechnology in the municipality of Santarém in the state of Pará-Brazil

Análisis de focos de incendios a través de la geotecnología en el municipio de Santarém en el estado de Pará-Brasil

Recebido: 07/05/2022 | Revisado: 18/05/2022 | Aceito: 19/08/2022 | Publicado: 27/08/2022

Breno Eduardo dos Santos Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4500-821X>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: brenoedu_leao@hotmail.com

Marcelo Costa Damasceno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3207-6750>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: marcelodamasceno150@gmail.com

Alexandre Santos Fernandes Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1684-3788>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: geo.afilho@gmail.com

Francimary da Silva Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-8779>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: francimarycarneiro@gmail.com

Tamires Borges de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4661-7172>
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil
E-mail: tamires.rasr@gmail.com

Ana Marcela Alves dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9498-8587>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: geografa.marcelasantos@gmail.com

Marcio Braga Amorim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7508-2766>
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil
E-mail: marciobamorim@gmail.com

Klewton Adriano Oliveira Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2696-4249>
Instituto Federal do Pará, Brasil
E-mail: klewton.pinheiro@gmail.com

Resumo

Com o objetivo de gerar um mapa de densidade de kernel e relacionar estes com os dados de precipitação do CHIRPS, a fim de compreender a dinâmica espaço temporal dos focos de calor e sua relação com a precipitação no município de Santarém no estado do Pará, Brasil. Este trabalho utilizou os dados do BDQueimadas para espacializar os focos de queimadas na cidade de Santarém, no estado do Pará, no ano de 2020, gerando um mapa de densidade de kernel e relacionando estes com os dados de precipitação do CHIRPS, a fim de compreender a dinâmica espaço-temporal dos focos de calor e sua relação com a precipitação. Para a visualização e gerenciamento dos dados, foi utilizado o software QGIS 3.10, no qual foram importados os dados do BDQueimadas, da Estação Automática Belterra e do CHIRPS, sendo este último exportado via Google Earth Engine e inserido como imagem com informações da quantidade de precipitação e também dados numéricos tabelados acerca das informações das imagens. Demonstrou-se uma possível relação entre focos de queimadas e volume de precipitação no município de Santarém para o ano de 2020. Destacando-se que a porção leste do município é a mais afetada com a baixa precipitação e é a que mais concentra focos de queimadas.

Palavras-chave: Mapa de densidade; Queimadas na Amazônia; Precipitação.

Abstract

In order to generate a kernel density map and relate these with the CHIRPS precipitation data, in order to understand the space-time dynamics of hotspots and their relationship with precipitation in the municipality of Santarém in the state of Pará, Brazil. This work used data from BDQueimadas to spatialize fire outbreaks in the city of Santarém, in the state of Pará, in the year 2020, generating a kernel density map and relating it to the CHIRPS precipitation data, in order to understand the spatiotemporal dynamics of hotspots and their relationship with precipitation. For the visualization and management of the data, the QGIS 3.10 software was used, in which the data from BDQueimadas, the Belterra Automatic Station and CHIRPS were imported, the latter being exported via Google Earth Engine and inserted as an image with information on the amount of precipitation. and also tabulated numerical data about the image information. A possible relationship between fire outbreaks and precipitation volume in the municipality of Santarém for the year 2020 was demonstrated. Noting that the eastern portion of the municipality is the most affected with low rainfall and is the one with the most fire outbreaks.

Keywords: Density map; Fires in the Amazon; Precipitation.

Resumen

Con el fin de generar un mapa de densidad kernel y relacionarlo con los datos de precipitación CHIRPS, para comprender la dinámica espacio-temporal de los hotspots y su relación con la precipitación en el municipio de Santarém en el estado de Pará, Brasil. Este trabajo utilizó datos de BDQueimadas para espacializar focos de incendios en la ciudad de Santarém, en el estado de Pará, en el año 2020, generando un mapa de densidad kernel y relacionándolo con los datos de precipitación CHIRPS, con el fin de comprender la dinámica espaciotemporal de los hotspots. y su relación con la precipitación. Para la visualización y manejo de los datos se utilizó el software QGIS 3.10, en el cual se importaron los datos de BDQueimadas, la Estación Automática de Belterra y CHIRPS, siendo este último exportado vía Google Earth Engine e insertado como imagen con información de la cantidad de precipitación y también datos numéricos tabulados sobre la información de la imagen. Se demostró una posible relación entre los focos de incendios y el volumen de precipitaciones en el municipio de Santarém para el año 2020. Observándose que la porción este del municipio es la más afectada con escasas precipitaciones y es la que presenta más focos de incendios.

Palabras clave: Mapa de densidad; Incendios en la Amazonía; Precipitación.

1. Introdução

O Brasil possui um território de aproximadamente 8.516.00 km², o país sofre com alguns problemas ambientais, dos quais se destacam os desmatamentos e as queimadas. Segundo Freitas *et al.* (2005), estas são processos da queima da biomassa do local e podem ocorrer de forma natural ou por ação antrópica. As queimadas acontecem principalmente nos campos do Brasil, com a queima da vegetação natural para as atividades de cultivo e pastagens (Ramos *et al.*, 2015). As queimadas na Amazônia estão fortemente associadas às práticas culturais exercidas por pequenos e grandes produtores rurais em atividades econômicas, como a agricultura e pecuária (Nepstad *et al.* 1999, Santos 2010, Sales *et al.*, 2019, Mangueira 2021).

As queimadas provocam danos ao meio ambiente, dentre os quais, Guimarães *et al.* (2014) destaca: aumento da acidez do solo, erosão, aquecimento do solo, redução da qualidade da água, redução de nutrientes no solo e mudança no microclima do local (Santos *et al.* 2017). Ichoku e Kaufman (2005), por sua vez, destacam que as queimadas causam alterações no balanço radioativo da atmosfera, alteram os ciclos bioquímicos, hidrológicos e liberam gases que contribuem para o efeito estufa. Segundo Botelho *et al.* (2019) o número de incêndios no contexto amazônico reflete um cenário preocupante que ocasiona impactos socioeconômicos e ambientais, como a degradação da biodiversidade e da paisagem, juntamente com efeitos negativos na saúde humana e na economia de populações rurais que dependem das florestas para a obtenção de produtos extrativistas que são destinados para a comercialização. Além dos impactos ambientais causados pelas queimadas, suas consequências para a saúde humana são severas, pois poluem o ar, e, quando inalado por seres humanos, desencadeiam problemas respiratórios. (Castro *et al.*, 2016, Gonçalves 2012, Sousa *et al.*, 2015, Alves *et al.*, 2020) estimou que, nos próximos 20 anos, a poluição do ar será causadora de 156 mil mortes, 4 milhões de casos de asma e 300 mil atendimentos médicos em crianças.

A região Amazônica sofre com as queimadas, as quais são utilizadas comumente para limpeza de áreas de pastagem, em função da expansão da fronteira agrícola nessa região, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE o

desmatamento avança devido o modelo de pecuária extensiva.

Desde a década de 1970, no entanto, o INPE monitora, a partir de imagens de satélites, os focos de desmatamento e de queimadas na região amazônica. O Banco de Dados de Queimadas – BDQueimadas é um serviço web disponibilizado pelo referido instituto desde 2016 que permite a interação do usuário com dados históricos de focos de calor registrados por diversos satélites artificiais (INPE, 2021).

A área de influência dos focos de calor pode ser avaliada a partir de mapas de kernel, os quais são um método estatístico de estimação de curvas de densidades, utilizando pontos cotados. Neste método cada uma das observações, pontos, é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo/kernel (Bossle, 2017), que pode levar o observador a identificar padrões espaciais. Dessa forma, é mostrado pontos quentes, pontos em que há maior quantidade de pontos de focos de calor.

Como as queimadas afetam o microclima do local afetado (Guimarães et al., 2014, Santos et al 2017), um ponto de importante a ser avaliado é a precipitação na região, a qual teria papel fundamental na redução de focos de calor, pois funcionaria como um controle natural. Neste sentido, as formas de avaliar a quantidade de chuvas são: estações automáticas vinculadas ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e os dados Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station – CHIRPS, os quais são um conjunto de dados de chuvas quase globais de mais de 30 anos. A CHIRPS incorpora imagens de satélite de resolução de 0,05° com dados de estações in-situ para criar séries de tempo de chuva para análise de tendências e monitoramento sazonal da seca (Funk *et al.*, 2015).

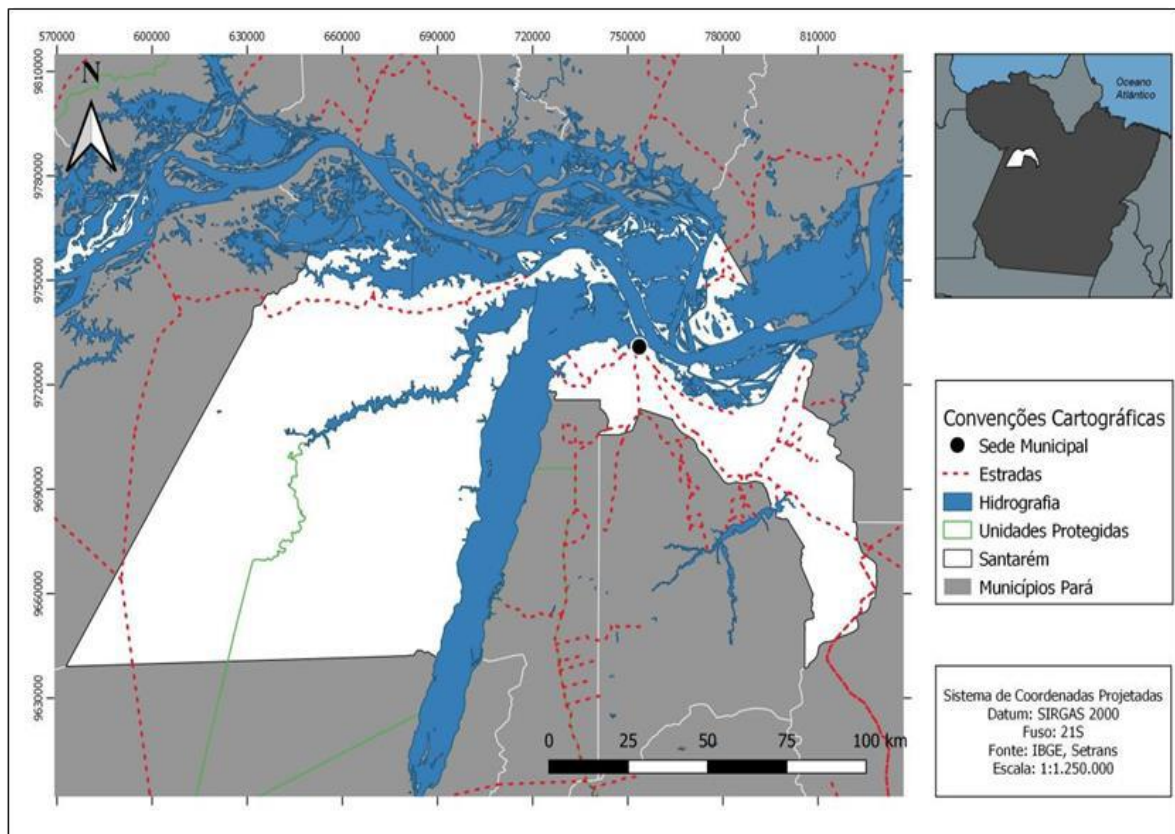
Baseado no exposto, este trabalho utilizou os dados do BDQueimadas para espacializar os focos de queimadas na cidade de Santarém, Pará, para o ano de 2020, com o objetivo de gerar um mapa de densidade de kernel e relacionar estes com os dados de precipitação do CHIRPS, a fim de compreender a dinâmica espaço temporal dos focos de calor e sua relação com a precipitação no município de Santarém no estado do Pará, Brasil.

2. Metodologia

Área de estudo

Como apresentado na Introdução, o locus é o município de Santarém, Pará, o qual figura entre as principais cidades do Estado e se localiza na região oeste deste. É banhado pelo Rio Amazonas ao norte e é cortado pelo Rio Tapajós (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Santarém, Pará, em 2020.



Fonte: Autores.

Análise de dados

Para a visualização e gerenciamento dos dados, foi utilizado o software QGIS 3.10, no qual foram importados os dados do BDQueimadas, da Estação Automática Belterra e do CHIRPS, sendo este último exportado via Google Earth Engine e inserido como imagem com informações da quantidade de precipitação e também dados numéricos tabelados acerca das informações das imagens.

Primeiramente, foram comparados os dados da Estação Automática Belterra e do CHIRPS, para verificar a compatibilidade dos dados. Isso é necessário em função da limitação da Estação Automática, que fica restrita a um ponto, enquanto o CHIRPS, por ser um produto de sensoriamento remoto, captura toda a dimensão do município.

Os dados do BDQueimadas foram selecionados para o ano de 2020, portanto, o período estabelecido foi 01/01/2020 a 31/12/2020. Foram utilizados os dados espaciais e numéricos de todos os satélites disponíveis na plataforma.

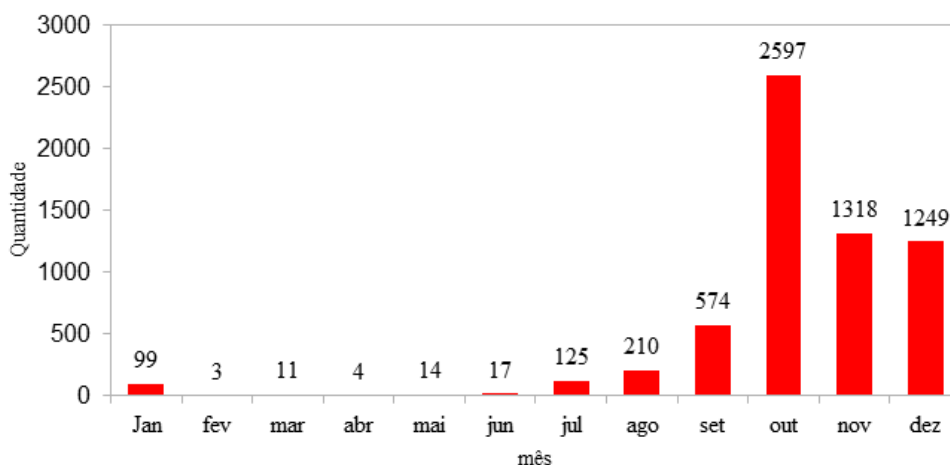
A espacialização dos dados de queimadas e o mapa de densidade de kernel foi realizado no QGIS.

Por fim, por comparação espacial e numérica, é discutida a relação entre as variáveis climatológicas e os focos de calor fornecidos pela BDQueimadas.

3. Resultados e Discussão

Com a organização dos dados, produziram-se gráficos dos dados coletados (Figura 2). O mês com maior quantidade de focos é outubro, com 2597 focos registrados pelo satélite, quase o dobro do segundo mês com maior quantidade de focos de calor (novembro).

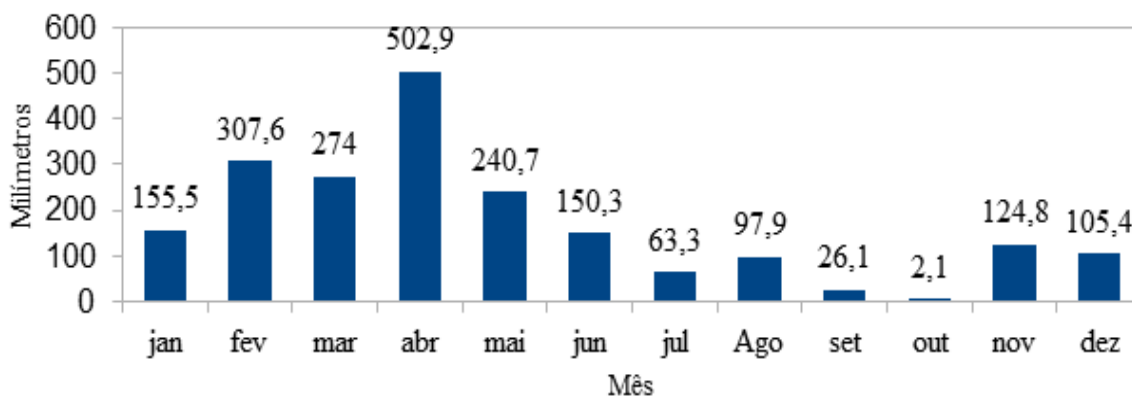
Figura 2 – Quantidade de Focos de calor em Santarém, Pará, em 2020.



Fonte: Adaptado de INPE (2021).

A elevação de quantidade dos focos iniciou no mês de julho e multiplicou a cada mês com o pico em outubro, decrescendo até o final do ano. Essa observação pode ser justificada pelo fato de que coincide com o período menos chuvoso naquela região, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Gráfico de precipitação acumulada nos meses do ano de 2020.

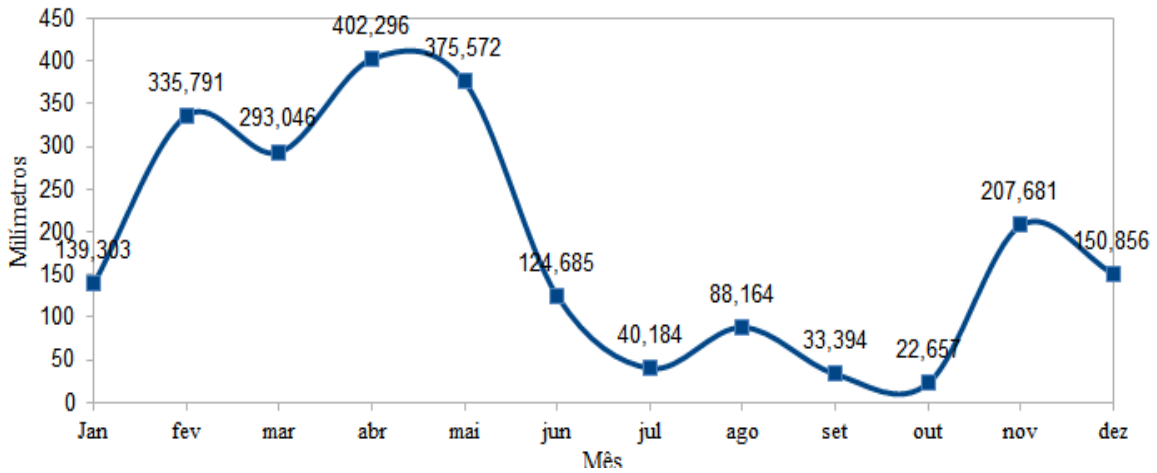


Fonte: Adaptado de INPE (2021).

A estação automática Belterra (Figura 3) coletou e mensurou dados de precipitação e mostrou que o mês com menos chuva é outubro, o mesmo mês que teve maior quantidade de focos de calor, o que corrobora com os estudos de Gerude (2013). Percebe-se que o mês com mais chuva acompanha a baixa quantidade de focos de calor em relação ao ano de 2020, como é o caso dos meses de fevereiro e abril.

Para efeito de comparação, utilizou-se os dados CHIRPS para observar a precipitação mensal acumulada para o município de Santarém (Figura 4).

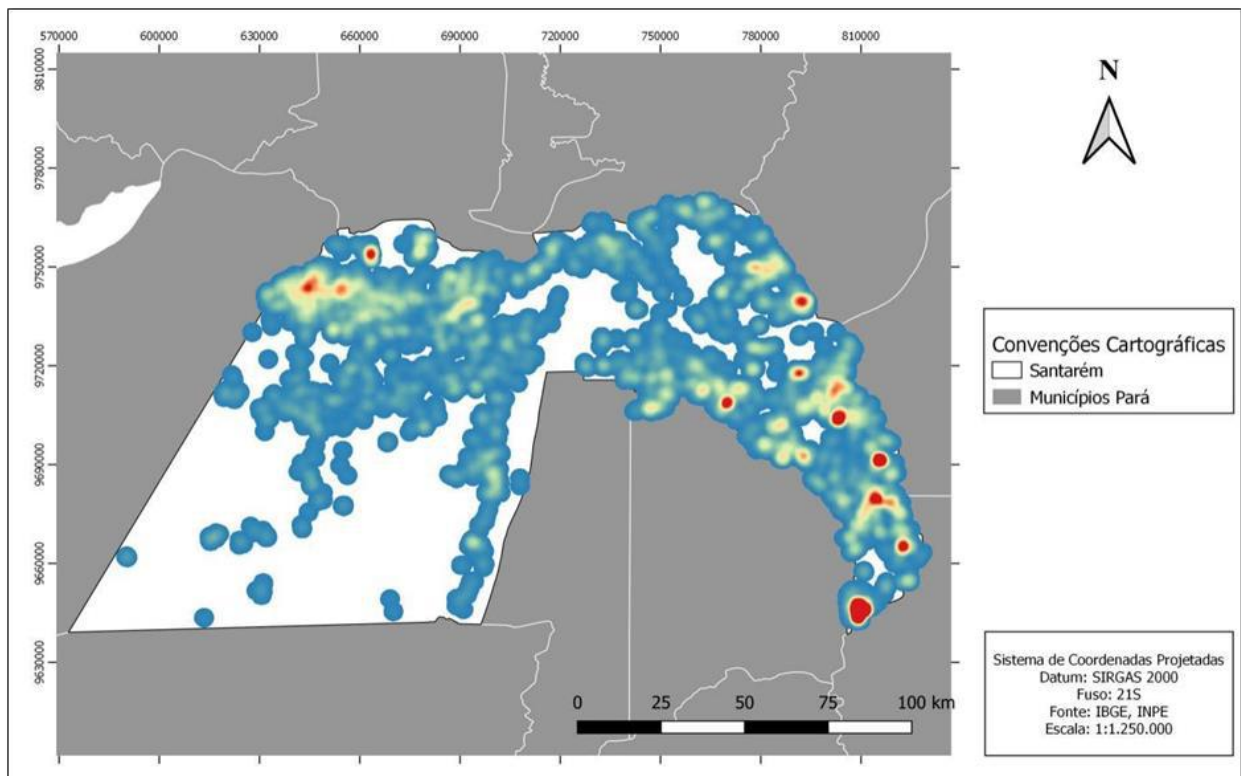
Figura 4 – Gráfico de precipitação acumulada nos meses do ano de 2020 por sensoriamento remoto.



Fonte: CHIRPS (2020).

O mapa de densidade de focos de calor em Santarém no ano de 2020, a partir de dados obtidos pelo BDQueimadas, é apresentado na Figura 5. Definiu-se o raio de 3 quilômetros para o kernel e, assim, percebe-se a maior concentração de focos de calor. Pode ser afirmado que os focos beiram as estradas presentes no município e também há uma certa concentração às margens de locais hidrográficos.

Figura 5 – Mapa de densidade de Kernel dos focos de queimadas em Santarém, Pará, no ano de 2020.



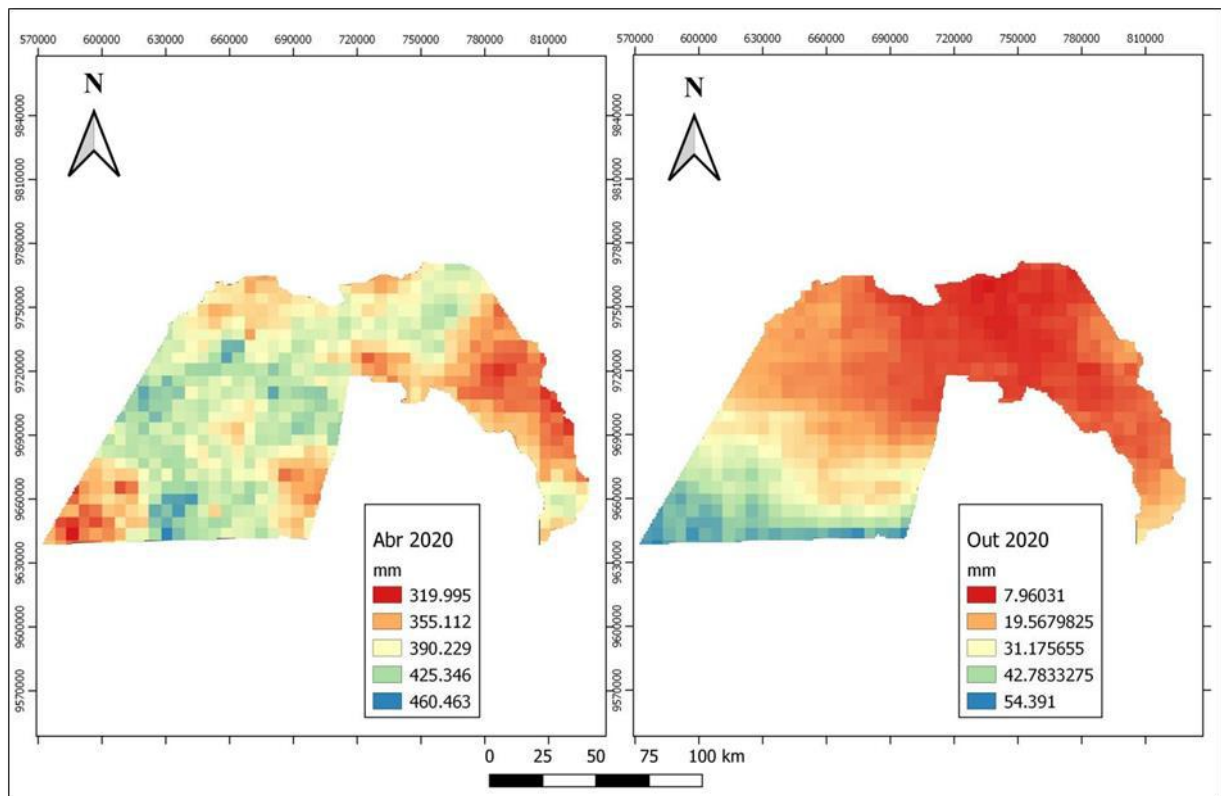
Fonte: Adaptado de INPE (2020).

A estação de coleta automática fica fixa coletando os dados, portanto, a fim de espacializar os dados de precipitação, utilizou-se a plataforma Google Earth Engine para calcular a precipitação mensal por meio de dados de satélite com produtos

especializados na área de estudo, obtendo-se os resultados numéricos na Figura 6.

Foram escolhidos os dois meses com maior e menor precipitações, abril e outubro respectivamente, registrados pelos sensores CHIRPS. Nota-se que, apesar dos valores totalmente diferentes entres os meses, o padrão de menor precipitação ocorre onde há maior concentração dos focos de calor, conforme debatido anteriormente (Figura 5). Ademais, destaca-se que a porção leste do município parece ser mais afetada pela baixa precipitação (Figura 6).

Figura 6 – Dinâmica Espacial da Precipitação com dados CHIRPS para os meses de abril e outubro em Santarém, Pará, em 2020.



Fonte: CHIRPS (2021).

4. Conclusão

Neste trabalho, demonstrou-se uma possível relação entre focos de queimadas e volume de precipitação no município de Santarém para o ano de 2020. Destaca-se que a porção leste do município é a mais afetada com a baixa precipitação e é, também, a que mais concentra focos de queimadas.

Os dados CHIRPS se fizeram necessários para compreender a dinâmica espacial das precipitações, o que favoreceu a comparação entre esta variável e a densidade de queimadas ocorridas no município ao longo do ano. Além do mais, apresentaram relativa similaridade entre os dados da Estação Automática Belterra, sendo uma alternativa às Estações de coleta de dados, uma vez que estas são fixas.

O Banco de Dados de Queimadas – BDQueimadas presta um importante serviço à sociedade e aos governos pois permite observar a dinâmica de queimadas no município e, aliado ao mapeamento de densidade (mapas de kernel), permite definir rapidamente áreas para monitoramento e recuperação, após as queimadas, e preservar as áreas contra novas queimadas.

O gerenciamento dos dados CHIRPS, da Estação Automática e do BDQueimadas foi possível graças ao uso de SIG, função já destacada deste tipo de software. Em se tratando do QGIS, software livre e, portanto, sem custos de licença, este se

prova eficaz para realização de tarefas de gerenciamento e controle de queimadas, suportando uma visão mais completa da realidade física.

Referências

- Alves, R. J. M., Gonçalves, W. G., Gonçalves, J. P., Raulino, S. S., Sousa, F. B. B. de. (2020). Análise espacial dos focos de calor no estado do Pará - Brasil. *Research, Society and Development*, 9(11), e66491110387. 10.33448/rsd-v9i11.10387.
- Neves, S. P. S., & Conceição, A. A. (2010). Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. *Acta Botanica Brasilica*, 24 (3), 697-707.
- Bossle, R. C. (2017). *QGIS e geoprocessamento na prática*. (2a ed.). Edição do autor.
- Botelho, M. G. L., Furtado, L. G., Lima, D. De A., Pimentel, B. Dos S., Machado, A. Do s. O., Almeida Júnior, J. P., Costa, M. S. S., Pontes, A. N. (2020). Avaliação temporal e espacial de focos de calor em Paragominas, PA, Brasil. *Research, Society and Development*, [S. 1.], 9(7), e589974501. 10.33448/rsd-v9i7.4501
- Brasil (2020). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE. *Terrabrasilis-Plataforma de dados geográficos*. PRODES (Desmatamento Amazônia Legal). http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates.
- Castro, F. R., et al. (2016). Impactos das Queimadas sobre a Saúde da População Humana na Amazônia Maranhense. *Revista de Pesquisa em Saúde*, 7(3), 141-146.
- Gerude, R. G. (2013). Focos de queimadas em áreas protegidas do Maranhão entre 2008 e 2012. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu. *Anais. Foz do Iguaçu: INPE*.
- Google earth engine data catalog. (2021). *CHIRPS Daily: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation With Station Data* (Version 2.0 Final). Endereço: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UCSB-CHG_CHIRPS_DAILY#description.
- Guimarães, P. P., et al. (2014). Análise dos impactos ambientais de um incêndio florestal. *Agrarian Academy*, 1(1), 38.
- Ichoku, C., & Kaufman, Y. J. (2005). A method to derive smoke emission rates from Modis fire radiative energy measurements. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43(11), 2636-2649.
- Instituto nacional de meteorologia – INMET. (2021). *Estação Belterra* (82246). Endereço: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/82246>.
- Instituto nacional de pesquisas espaciais – INPE. (2021). *BDQueimadas*. Endereço: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>.
- Gonçalves, K. S., Castro, H. A., & Hacon, S. S. (2012). As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1523-1532.
- Mangueira, R. S., Fonseca, R. K. S., Filho, F. G. L., & Ricarte, J. C. A. (2021). *Queimadas na Amazônia 2020: Um estudo sobre as causas e consequências em longo prazo*.
- Nepstad, D. C., A., & Moreira A. A. A. (1999). *A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Brasília, Brasil*. 202 p., il. <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/floresta-em-chamas-origens-impactos-e-prevencao-do-fogo-na-amazonia.pdf>
- Ramos, R. C., Santos, P. R., Pinheiro, P. L., Cardozo, F. S., & Pereira, G. (2015). Análise das áreas queimadas na região sul do Maranhão no ano de 2013. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 17, 2015, João Pessoa-PB. *Anais. João Pessoa: INPE*.
- Renato Prado dos Santos. Os principais fatores do desmatamento na Amazônia (2002-2007). (2010). *Uma análise econométrica e espacial*. Dissertação de mestrado. Centro de desenvolvimento sustentável. Universidade de Brasília. 129p.
- Ricarte, J. C. A. (2021). *Queimadas na Amazônia 2020: Um estudo sobre as causas e consequências em longo prazo*. Trabalho de conclusão de curso, Instituto federal da Paraíba. <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1923>
- Sales, G. M., Pereira, J. L. G., Thalês, M. C., Pocard-Chapuis, R., & de Almeida, A. S. (2019). Emprego dos focos de calor na avaliação das queimadas e em incêndios florestais em Paragominas, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, 14(1), 55-77.
- Santos, T., Filho, V., Rocha, V., & Menezes, J. (2017). Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. *Rev. Geogr. Acadêmica* 11(2) (XII.2017) (157 - 181)
- Sousa, E., Pontes, A. N., Oliveira, A. U. L., Silva, G. V., & Dias, N. M. (2015). Incêndios oficializados no Estado do Pará: uma visão panorâmica dos tipos e causas. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, 11 (21), 2467-2475.