



DETERMINAÇÃO DOS USOS E COBERTURA DO SOLO COM SENSIBILIDADE AOS EVENTOS DE QUEIMADAS NO SERTÃO E SÃO FRANCISCO DE PERNAMBUCO

José Rafael Ferreira de Gouveia¹, Cristina Rodrigues Nascimento²

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: ferreira.gouveia@hotmail.com;

² Professora Doutora, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

Recebido em: 30/11/2022 – Aprovado em: 15/12/2022 – Publicado em: 30/12/2022

DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2022B1

trabalho licenciado sob licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

RESUMO

O emprego do fogo no Brasil é longevo, contudo, caso a região atingida apresente clima seco e pluviosidade instável, os danos podem ser imensuráveis, da perspectiva do potencial de regeneração vegetal. As mesorregiões do Sertão e São Francisco Pernambucano tem o bioma Caatinga com preponderância, estes tornam-se mais susceptíveis às ocorrências de queimadas, principalmente nos meses mais secos do ano. Diante disso, o objetivo deste trabalho é coletar e quantificar as incidências de focos de calor, bem como áreas de queima nas mesorregiões citadas acima, entre 2010 a 2021, através do sensoriamento remoto, além da classificação do uso e cobertura do solo com sensibilidade a esses eventos através das imagens do Mapbiomas. Sendo de agosto à novembro os meses mais secos do ano, foi possível observar que a quantidade de focos de calor apresenta um movimento crescente no período analisado. Os meses de agosto e setembro se exibem como os de menores números de eventos, em comparação aos demais. O mês de outubro de 2021 desponta com um pico 662 casos de focos de calor, em contrapartida, o mês de novembro de 2019 conta com 208 áreas de queima apenas no município de Floresta. Ademais, Formação Savântica e pastagem representam 60% e 14,12% dos territórios afetados, respectivamente, portanto, os mais susceptíveis às queimadas. Desse modo, com a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto foi possível a definição e quantificação das regiões efetivamente afetadas pela queima, bem como a caracterização dos usos e cobertura do solo mais vulneráveis à tais ocorrências.

PALAVRAS-CHAVE: focos de calor, queima, sensoriamento remoto.

DETERMINATION OF USES AND LAND COVER WITH SENSITIVITY TO BURNING EVENTS IN THE SERTÃO AND SÃO FRANCISCO OF PERNAMBUCO

ABSTRACT

The use of fire in Brazil is long-standing, however, if the affected region has a dry climate and unstable rainfall, the damage can be immeasurable, from the perspective of the potential for plant regeneration. The mesoregions of Sertão and São Francisco Pernambucano have the Caatinga biome with preponderance, these become more susceptible to the occurrence of fires, mainly in the driest months of the year. In view of this, the objective of this work is to collect and quantify the incidence of hot spots, as well as burning areas in the mesoregions mentioned above, between 2010 and 2021, through remote sensing, in addition to the classification of use and land cover with sensitivity to these events through the images of Mapbiomas. Since August to November are the driest months of the year, it was possible to observe that the number of hot spots shows an increasing movement in the analyzed period. The months of August and September are the ones with the lowest number of events, compared to the others. The month of October 2021 appears with a peak of 662 cases of hot spots, in contrast, the month of November 2019 has 208 burning areas in the municipality of Floresta alone. Furthermore, Savanna Formation and Pasture represent 60% and 14.12% of the affected territories, respectively, therefore, the most susceptible to fires. Thus, with the application of remote sensing techniques, it was possible to define and quantify the regions effectively affected by burning, as well as to characterize the uses and land cover most vulnerable to such occurrences.

KEYWORDS: hot spots, burning, remote sensing.

INTRODUÇÃO

No Brasil o fogo é amplamente utilizado há anos como técnica para a limpeza de áreas para o cultivo de espécies agrícolas, controle e/ou redução da ocorrência de pragas e doenças, e o aumento de território para o desenvolvimento de pastagem para o emprego da pecuária (LIMA *et al.*, 2021). Porém, a prática das queimas constitui um risco considerável ao ecossistema, ao passo que esta pode provocar a destruição da fauna e flora, aumento dos processos erosivos e a queima da matéria orgânica presente no solo, causando impactos na lavoura (BENFICA *et al.*, 2020; CORDEIRO *et al.*, 2022).

Além disso, em áreas que apresentam clima seco e pluviosidade instável, como as mesorregiões do Sertão e São Francisco de Pernambuco as quais exibem o bioma Caatinga com preponderância, os infortúnios podem ser imensuráveis no que diz respeito ao potencial de regeneração e reestruturação do ambiente afetado. Por essas razões, tais mesorregiões demonstram uma alta vulnerabilidade à incidência de queimadas, principalmente nos meses de agosto a novembro, que são os mais secos do ano (GOUVEIA *et al.*, 2021).

Neste sentido, o Sensoriamento Remoto se evidencia como uma excelente ferramenta para o monitoramento e obtenção de informações espaço-temporais das áreas atingidas pelo fogo, baseado na verificação das imagens de satélites e dos produtos gerados a partir delas, em diferentes resoluções espaciais (QIU, 2021; GOUVEIA *et al.*, 2022). Segundo Rocha *et al.* (2020), essas informações permitem a definição precisa do acontecimento de focos de calor e a mensuração das áreas e da biomassa acometida pelo fogo.

O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (Mapbiomas), constituído a partir da colaboração de várias organizações tem a finalidade de produzir séries temporais anuais de mapas de uso e cobertura do solo (CRUZ; CRUZ, 2021; MAPBIOMAS, 2021a; MOLENA *et al.*, 2021). Esses mapas permitem a análise e caracterização das áreas de forma mais inclusiva, podendo ser aplicados para a identificação de áreas de plantio ou outras pesquisas baseadas no Sensoriamento Remoto (COSTA *et al.*, 2018; SOUZA JR *et al.*, 2020).

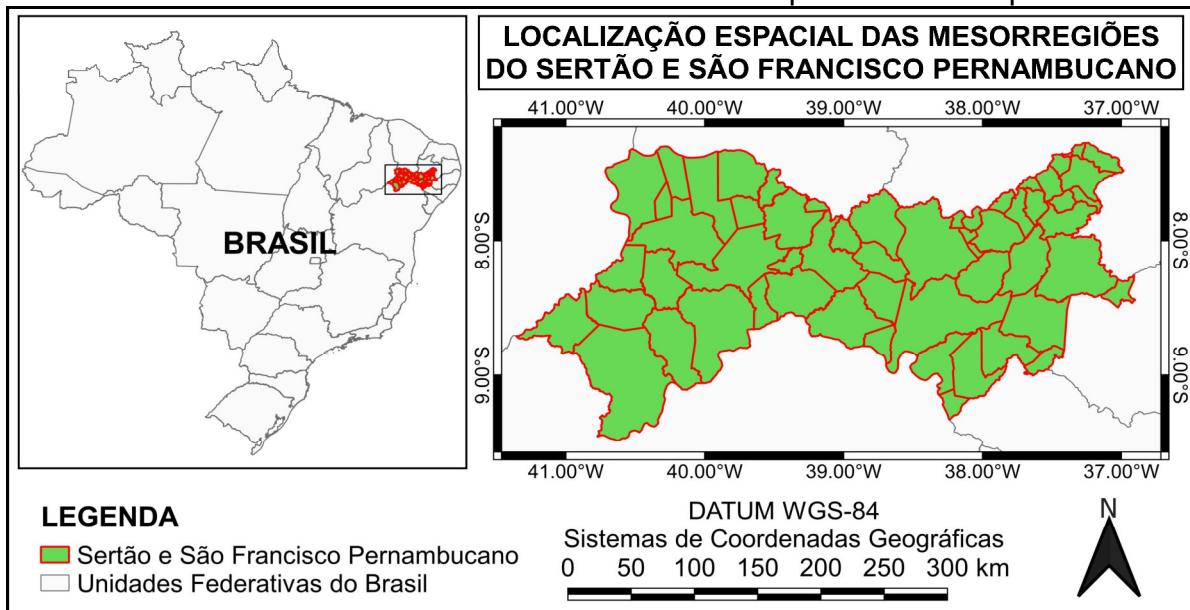
Em face do exposto, este artigo tem como objetivo o mapeamento e a quantificação da ocorrência de focos de calor, bem como a determinação das áreas afetadas pela queima a partir do emprego das técnicas de sensoriamento remoto nas mesorregiões do Sertão e São Francisco Pernambucano, entre os meses de agosto a novembro, de 2010 a 2021. Além disso, objetiva-se também classificar o uso e cobertura do solo das áreas de queima mais suscetíveis à essa ocorrência através das imagens do Mapbiomas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi promovida nas mesorregiões do Sertão e São Francisco de Pernambuco (Figura 1), as quais possuem o bioma predominante Caatinga, com clima quente e seco, e regime pluviométrico irregular (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2021). A mesorregião do São Francisco é formada pelas microrregiões: Itaparica e Petrolina. A mesorregião do Sertão Pernambucano é formada pelas microrregiões: Araripina, Pajeú, Moxotó e Salgueiro (PERNAMBUCO, 2022). A base econômica dessas mesorregiões está vinculada às atividades agropecuárias, principalmente grãos e fruticultura irrigados.

FIGURA 1. Localização espacial da área de estudo: mesorregiões do Sertão e São Francisco Pernambucano com os recortes dos seus respectivos municípios.



Fonte: Os autores (2022).

Coleta e quantificação de focos de calor

Com o intuito de se verificar os dias com a maior ocorrência de focos de calor nos anos de 2010 a 2021, nos meses mais secos do ano, como também a realização da sua quantificação, foram empregados os dados disponibilizados pelo Banco de Dados de Queimadas (BDQ) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Estes focos de calor são representados por arquivos vetoriais definidos por uma área mínima de 900 m², com temperatura na superfície do solo superior a 47 °C (COSTA *et al.*, 2022; DALL'IGNA; MANIESI, 2022; OLIVEIRA; ANUNCIAÇÃO, 2022). O INPE processa mais de 200 imagens por dia para a detecção de queima da vegetação, provenientes de satélites de órbita polar e geoestacionários (INPE, 2022).

Imagens do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS)

Utilizou-se as imagens do sensor MODIS/TERRA, produto MOD14A1, que disponibiliza as Anomalias Térmicas/Incêndio em resolução espacial de 1 km e resolução temporal diária. Essas diferenciam os pixels em três classes: Fogo, Sem Fogo e Sem Observação (HAO *et al.*, 2022; JIN; LEE, 2022). Fundamentado no confrontamento dessas imagens com os vetores de focos de calor do INPE, foram definidas as áreas de queima como aquelas onde ambas as informações coocorreram. Os tiles foram os h13v9 e h14v9, necessitando a conversão do formato *HDF-EOS para *GeoTIFF no *software Modis Reprojection Tool* (MRT). O processamento das imagens foi realizado no *software ENVI* 5.3.

Imagens Mapbiomas

Em seguida a definição dos dias e pontos de queima, foi aplicada a análise das imagens do Mapbiomas, Coleção 6, para a designação do uso e cobertura do solo nas áreas atingidas pela queima, como também a descrição daquelas mais suscetíveis à ocorrência dos eventos de queimadas. Esse projeto tem a finalidade de produzir mapas anuais sobre a cobertura e uso do solo no Brasil desde o ano de 1985 a 2020, em formato matricial de 30x30 m. Sendo que cada uso e cobertura do solo é sistematizado por intermédio de uma identificação numérica (ID) (MAPBIOMAS, 2021b; MAPBIOMAS, 2021c).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme Gouveia *et al.* (2021) e Silva (2021), para as mesorregiões do Sertão e São Francisco Pernambucano, a partir de uma análise climática, observa-se que os meses de agosto a novembro são os mais secos do ano. Consequentemente, esses meses são aqueles mais suscetíveis à ocorrência de focos de calor. Por efeito de condições atmosféricas instáveis em relação a pluviosidade, com períodos secos, o ambiente natural pode apresentar conjunturas que favorecem o princípio ou intensificação das queimadas, bem como o aumento no cenário de focos de calor, como evidenciado por Nascimento *et al.* (2020), Silva e Furtado (2020) e Aires e Angelini (2022). Em virtude disso, a coleta e quantificação dos dias com maior incidência de focos de calor foi realizada no período mais seco do ano, nos anos de 2010 a 2021. Constatou-se com base na Tabela 1 que os municípios foram afetados pelos focos de calor entre os meses de agosto a novembro, com maior número no mês de outubro.

TABELA 1. Maiores quantificações diárias de focos de calor por município.

MUNICÍPIO	LAT.	LONG.	DATA DE OCORRÊNCIA	NÚMERO FOCOS	FOCOS CONFIRMADOS	RISCO
PETROLINA	-9,13°	-40,57°	16/08/2010	10	2	1
AFRÂNIO	-8,71°	-41,08°	25/08/2010	10	3	1
SERRA TALHADA	-8,01°	-38,22°	25/08/2010	10	1	1
BODOCÓ	-7,93°	-39,82°	16/10/2010	66	2	1
SÃO JOSÉ DO BELMONTE	-7,90°	-38,90°	16/10/2010	66	1	1
CARNAUBEIRA DA PENHA	-8,24°	-38,82°	16/10/2010	66	3	1
EXU	-7,55°	-39,59°	04/11/2010	220	3	1
PARNAMIRIM	-8,21°	-40,15°	04/11/2010	220	2	1
CABROBÓ	-8,25°	-39,51°	04/11/2010	220	1	1
LAGOA GRANDE	-8,75°	-40,30°	04/11/2010	220	1	1
FLORES	-7,88°	-37,88°	04/11/2010	220	2	1
FLORESTA	-8,52°	-37,99°	04/11/2010	220	3	1
DORMENTES	-8,50°	-40,61°	10/08/2011	7	1	1
SERTÂNIA	-7,99°	-37,47°	10/08/2011	7	2	1
DORMENTES	-8,45°	-40,50°	27/09/2011	52	1	1
AFRÂNIO	-8,65°	-41,06°	27/09/2011	52	1	1
PETROLINA	-8,87°	-40,82°	27/09/2011	52	2	1
PETROLINA	-8,82°	-40,56°	29/10/2011	196	1	1
PARNAMIRIM	-8,16°	-39,50°	29/10/2011	196	1	1
SERRA TALHADA	-7,96°	-38,38°	29/10/2011	196	2	1
MIRANDIBA	-8,11°	-38,63°	29/10/2011	196	1	1
CARNAUBEIRA DA PENHA	-8,26°	-38,72°	29/10/2011	196	1	1
TUPARETAMA	-7,70°	-37,24°	16/11/2011	124	1	1
CUSTÓDIA	-8,07°	-37,77°	16/11/2011	124	1	1
SERTÂNIA	-8,32°	-37,35°	16/11/2011	124	1	1
CARNAUBEIRA DA PENHA	-8,28°	-38,75°	16/11/2011	124	2	1
SALGUEIRO	-8,27°	-39,07°	16/11/2011	124	1	1
OURICURI	-7,85°	-40,25°	16/11/2011	124	3	1
DORMENTES	-8,39°	-40,44°	16/11/2011	124	1	1
AFRÂNIO	-8,47°	-40,87°	16/11/2011	124	4	1
PETROLINA	-8,78°	-40,42°	08/09/2012	70	1	1
SERTÂNIA	-8,01°	-37,17°	31/10/2012	215	1	1
SERRA TALHADA	-7,95°	-38,47°	31/10/2012	215	2	1
ARARIPINA	-7,59°	-40,31°	31/10/2012	215	2	1
AFRÂNIO	-8,70°	-41,10°	31/10/2012	215	3	1
PETROLINA	-8,74°	-40,83°	31/10/2012	215	2	1
CARNAUBEIRA DA PENHA	-8,42°	-38,76°	16/11/2012	128	2	1

BODOCÓ	-7,51°	-40,03°	16/11/2012	128	1	1
ARARIPINA	-7,61°	-40,39°	16/11/2012	128	1	1
SANTA MARIA DA BOA VISTA	-8,79°	-39,86°	16/11/2012	128	1	1
CUSTÓDIA	-8,08°	-37,69°	19/10/2013	120	5	1
ARARIPINA	-7,42°	-40,38°	13/08/2014	18	2	1
IGUARACY	-7,74°	-37,31°	30/09/2014	68	1	1
SANTA CRUZ	-8,34°	-40,28°	06/11/2014	108	3	1
SOLIDÃO	-7,57°	-37,73°	06/11/2014	108	1	1
AFOGADOS DA INGAZEIRA	-7,68°	-37,67°	06/11/2014	108	2	1
DORMENTES	-8,45°	-40,64°	06/11/2014	108	1	1
PETROLINA	-8,81°	-40,79°	06/11/2014	108	4	1
SANTA CRUZ	-8,32°	-40,34°	20/09/2016	75	2	1
ARARIPINA	-7,36°	-40,38°	21/11/2017	137	1	1
SÃO JOSÉ DO BELMONTE	-8,03°	-38,64°	21/11/2017	137	1	1
SANTA CRUZ DA BAIXA VERDE	-7,90°	-38,18°	21/11/2017	137	2	1
SANTA CRUZ	-8,32°	-40,34°	28/09/2019	120	1	1
IGUARACY	-7,79°	-37,50°	28/09/2019	120	2	1
DORMENTES	-8,58°	-40,72°	28/09/2019	120	1	1
SOLIDÃO	-7,61°	-37,62°	31/10/2019	236	4	1
TRINDADE	-7,75°	-40,35°	06/11/2019	549	9	1
SANTA MARIA DA BOA VISTA	-8,45°	-39,78°	06/11/2019	549	7	1
FLORESTA	-8,64°	-38,34°	06/11/2019	549	208	1
PETROLINA	-9,46°	-40,64°	15/08/2020	50	3	1
PETROLINA	-9,09°	-40,65°	24/09/2020	127	3	1
SÃO JOSÉ DO BELMONTE	-7,81°	-38,70°	11/10/2020	316	3	1
MIRANDIBA	-8,18°	-38,77°	11/10/2020	316	1	1
SERTÂNIA	-7,97°	-37,42°	11/10/2020	316	2	1
IBIMIRIM	-8,59°	-37,57°	11/10/2020	316	1	1
PETROLINA	-8,90°	-40,88°	11/10/2020	316	6	1
TABIRA	-7,64°	-37,50°	13/11/2020	330	1	1
IGUARACY	-7,91°	-37,50°	13/11/2020	330	2	1
PETROLINA	-8,83°	-40,53°	13/11/2020	330	4	1
SANTA MARIA DA BOA VISTA	-8,39°	-39,75°	28/09/2021	209	2	1
DORMENTES	-8,45°	-40,48°	28/09/2021	209	1	1
INGAZEIRA	-7,65°	-37,38°	16/10/2021	662	1	1
SÃO JOSÉ DO BELMONTE	-8,01°	-38,73°	16/10/2021	662	2	1
IPUBI	-7,57°	-40,26°	16/10/2021	662	1	1
PETROLINA	-8,71°	-40,50°	16/10/2021	662	7	1
SANTA MARIA DA BOA VISTA	-8,73°	-40,05°	16/10/2021	662	4	1

SÃO JOSÉ DO EGITO	-7,57°	-37,18°	20/11/2021	456	1	1
INGAZEIRA	-7,77°	-37,43°	20/11/2021	456	2	1
CUSTÓDIA	-7,91°	-37,63°	20/11/2021	456	2	1
QUIXABÁ	-7,70°	-37,90°	20/11/2021	456	2	1
SERRA TALHADA	-8,03°	-38,55°	20/11/2021	456	9	1
MIRANDIBA	-8,23°	-38,54°	20/11/2021	456	1	1
SÃO JOSÉ DO BELMONTE	-8,00°	-38,61°	20/11/2021	456	1	1
PARNAMIRIM	-8,31°	-39,90°	20/11/2021	456	1	1

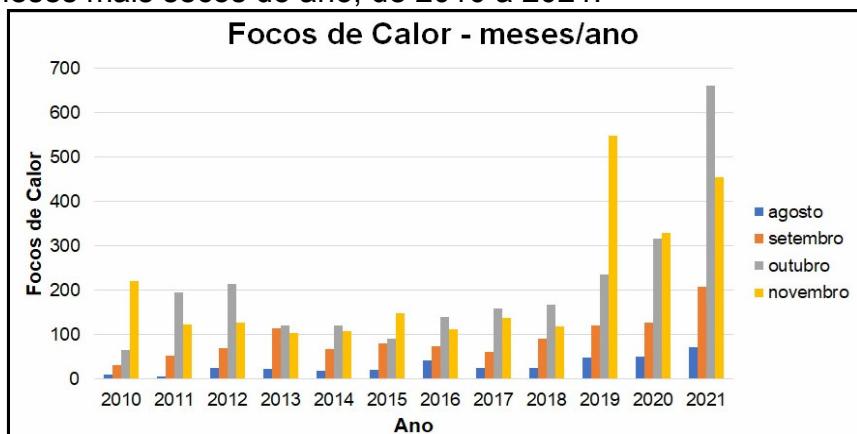
Onde: Lat. – Latitude; Long. – Longitude.

Em uma análise espaço-temporal aplicada na área de estudo, o mês de outubro em 2021 apresentou destaque na quantidade de focos de calor, com total de 662 focos. Além disso, pode-se perceber que o risco de fogo é sempre igual a 1 para todos os episódios, o que significa que tais áreas contêm relevante probabilidade de cenários de focos de calor no campo e/ou de seu alastramento. Este índice de perigo de incêndio pode assumir valores de 0 a 1, tendo sua severidade influenciada pelas circunstâncias atmosféricas locais do dia (GOUVEIA; NASCIMENTO, 2022). Setzer *et al.* (2019) ressaltam que fatores como precipitação, temperatura máxima do ar, umidade relativa mínima do ar, tipo de vegetação e ciclo de desfolha; são parâmetros que também interferem na severidade do risco de fogo.

Destaca-se que nem todo foco de calor representa um episódio de queima. Quaresma *et al.* (2022) corroboram que não há uma relação direta entre as evidências de focos de calor e de queimadas. Nesse sentido, há a necessidade de validação das áreas efetivamente afetadas. Desse modo, na coluna “NÚMERO FOCOS” são exibidos apenas aqueles focos de calor identificados pelo INPE através de diversas plataformas orbitais. Por conseguinte, na coluna “FOCOS CONFIRMADOS” são reveladas as quantidades de vetores de focos do INPE que contiveram simultaneidade com os pixels de anomalias termais das imagens do sensor MODIS, produto MOD14A1, e que por ocasião foram monitorados como queima. Dentro desse cenário, foram detectados 208 focos de calor confirmados como de queima no município de Floresta, no dia 06/11/2019. Desse modo, com proeminência em relação aos demais casos.

Baseado na Figura 2, é possível inferir que o mês de outubro foi aquele que apresentou uma maior incidência de focos de calor verificados pelo INPE, quando comparado com os meses de agosto, setembro e novembro, nas mesorregiões do Sertão e São Francisco, nos anos de 2010 a 2021. Em contrapartida, o mês de agosto apresentou quantidades de focos sempre inferiores em relação aos meses de setembro a novembro. Ademais, através da análise de tais dados de focos de calor constantes na Figura 2, pode-se observar que se comparados com os meses de outubro e novembro de anos equivalentes, os meses de agosto e setembro dos anos de 2010 a 2021 apresentaram as menores quantidades da incidência de focos de calor.

FIGURA 2. Análise temporal do número de focos de calor nos meses mais secos do ano, de 2010 a 2021.

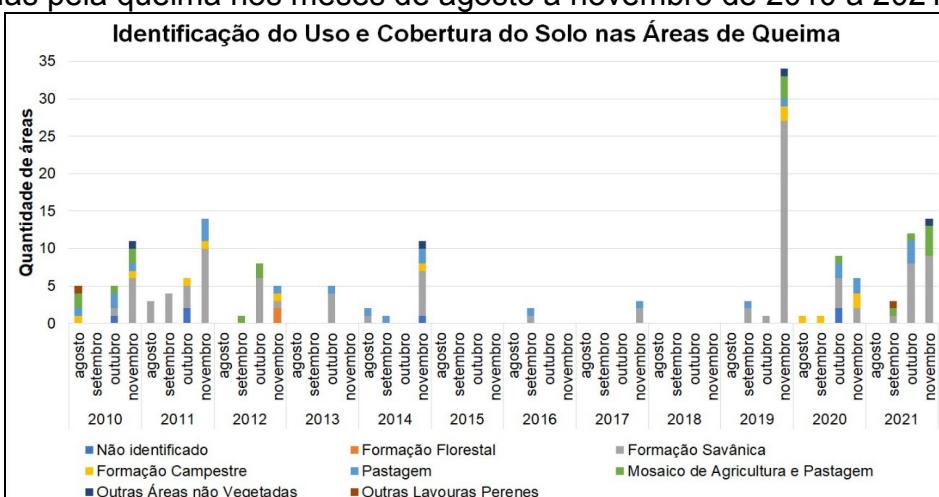


Fonte: Os autores (2022).

Os dados do INPE indicam uma crescente no número de focos de calor no período analisado, dado que tais quantidades vêm aumentando ano após ano. Um fato que corrobora esta constatação é que no mês de agosto de 2010, foram registrados 10 focos e no mesmo mês no ano de 2021, foram registrados 73. Apesar desta crescente, o mês de novembro apresentou uma decrescente no ano de 2020, visto que no ano de 2019 foram registrados 549 focos de calor e no mesmo mês no ano de 2020, foram registrados 330. No entanto, novembro de 2021 voltou a exibir valores elevados de focos de calor, com 456 eventos. De todo modo, o pico crescente desses episódios ocorreu no mês de outubro de 2021 com 662 casos.

Em seguida a definição dos dias e municípios com a presença de focos de calor confirmados como de queima no período de agosto a novembro dos anos de estudo, foi realizada a caracterização do uso e cobertura do solo com base nos mapas disponibilizados pelo Mapbiomas, Coleção 6. De acordo com a Figura 3 pode-se constatar que na época analisada as áreas se demonstraram com classificações diversas de utilização do solo. Porém, houve a maior incidência de dois tipos que estiveram presentes em praticamente todos os meses verificados, que são: Formação Savânicas e Pastagem.

FIGURA 3. Caracterização do tipo de uso e cobertura do solo nas áreas atingidas pela queima nos meses de agosto a novembro de 2010 a 2021.



Observa-se que do total de 170 áreas, a Formação Savânica representou 60,00%, ao passo que a Pastagem ocupou 14,12%. Ou seja, ambos os tipos de utilização do solo agregados despontam com 74,12% das áreas afetadas pela queima. Isso com destaque para os municípios de Bodocó em outubro de 2010 e Iguaracy em novembro de 2020 que exibiram 2/2 das áreas como de Pastagem, e Floresta em novembro de 2019 que apresentou 27/31 das áreas como de Formação Savânica.

Em vista disso, é concebível depreender que as áreas de vegetação nativa do bioma Caatinga, ostentado nas mesorregiões de estudo, representado pela Formação Savânica, é altamente suscetível aos eventos de queimadas. Com isso, necessitando de contínuo monitoramento de tais episódios a fim de evitar danos intensos e permanentes ao ambiente, assim interferindo negativamente no desenvolvimento das atividades de cultivo agrícola.

CONCLUSÃO

Mediante a aplicação das técnicas do sensoriamento remoto com a sobreposição dos dados do INPE como vetores e das imagens do sensor MODIS a bordo da plataforma TERRA, produto MOD14A1, foi exequível a definição e quantificação das áreas efetivamente afetadas pela queima nas mesorregiões do Sertão e São Francisco Pernambucano, nos meses mais secos do ano, entre 2010 e 2021.

As imagens do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (Mapbiomas) associadas aos resultados da identificação das áreas de queimada possibilitaram a designação do uso e cobertura do solo mais suscetível à ocorrência de eventos de queimadas. Assim, viabilizando o melhor planejamento dos cultivos, bem como demonstrando a necessidade de monitoramento desses episódios.

REFERÊNCIAS

AIRES, L. S. S.; ANGELINI, L. P. Avaliação espaço-temporal de focos de calor no sudoeste do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 06, p. 3136-3155, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/254737>>. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p3136-3155>.

BENFICA, N. S.; SILVA, D. P.; FIGUEIREDO, R. M.; BRUNOW, J. C. Validação do Produto de Área Queimada MCD64A1 de Resolução Moderada. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 91164-91171, 2020. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/20358>>. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-504>.

CORDEIRO, L. C.; SOUZA, M. B.; PAIVA, P. F. P. R.; GUSMÃO, M. T. A.; SILVA JUNIOR, O. M.; et al.; Temporal analysis of the occurrence of hot spots and land use and cover in the municipality of Marabá, Pará, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25198>>. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25198>.

COSTA, D. P.; SANTOS, J. J.; CHAVES, J. M.; ROCHA, W. J. S. F.; VASCONCELOS, R. N. Novas tecnologias e sensoriamento remoto: aplicação de uma oficina didática para a disseminação das potencialidades dos produtos e ferramentas do mapbiomas. **Sustainability, Agri, Food and Environmental Research**, v. 6, n. 3, p. 6-46, 2018. Disponível em: <<https://portalrevistas.uct.cl/index.php/safer/article/view/1402>>. doi: <https://doi.org/10.7770/safer-V0N0-art1402>.

COSTA, R. R.; OLIVEIRA, B. L.; PAIVA, P. F. P. R.; ROCHA, E. S.; SILVA JUNIOR, O. M.; et al.; Análise dos focos de calor no estado do Pará no período de 2016 a 2019. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25793>>. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.25793>.

CRUZ, C. L. Z.; CRUZ, C. B. M. Avaliação da Exatidão Temática da Cobertura e Uso da Terra Representada através do Mapbiomas no Rio de Janeiro. **GEOgraphia**, v. 23, n. 50, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/47001/29137>>. doi: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2021.v23i50.a47001>.

DALL'IGNA, F.; MANIESI, V. Spatial and temporary dynamics of heat spots in the amazon ecological corridor conservation unit: the case of intense anthropic pressure in the National Forest of Jamari/RO. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29271>>. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29271>.

GOUVEIA, J. R. F.; NASCIMENTO, C. R. Uso e cobertura do solo após eventos de queimadas no município de Floresta em Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 06, p. 3121-3135, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf/article/view/254526>>. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p3121-3135>.

GOUVEIA, J. R. F.; NASCIMENTO, C. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. G.; MOURA, G. B. A.; LOPES, P. M. O. Caracterização de Cicatrizes de Queimadas nas Mesorregiões do Sertão e São Francisco Pernambucano a partir de dados do Sensor MODIS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 02, p. 881-996, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf/article/view/246099/38962>>. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.2.p881-996>.

GOUVEIA, J. R. F.; NASCIMENTO, C. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. G.; MOURA, G. B. A.; LOPES, P. M. O. Correlação entre área plantada x queima da cana-de-açúcar no Litoral e Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 02, p. 841-855, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf/article/view/252760>>. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.2.p841-855>.

HAO, B.; XU, X.; WU, F.; TAN, L. Long-Term Effects of Fire Severity and Climatic Factors on Post-Forest-Fire Vegetation Recovery. **Forests**, v. 13, n. 6, p. 883, 2022.

Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1999-4907/13/6/883>>. doi: <https://doi.org/10.3390/f13060883>.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2022. **Programa Queimadas: Sistemas de Monitoramento - BDQueimadas.** Disponível em: <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>>. Acesso em: 24 out. 2022.

JIN, R.; LEE, K.; Investigation of Forest Fire Characteristics in North Korea Using Remote Sensing Data and GIS. **Remote Sensing**, v. 14, n. 22, p. 5836, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-4292/14/22/5836>>. doi: <https://doi.org/10.3390/rs14225836>.

LIMA, E. G. S.; KATO, O. R.; FREITAS, T. P. M.; NAGAISHI, T. Y. R.; COSTA, M. S. S.; et al.; Uso de sistemas alternativos e a redução das queimadas: uma análise temporal de focos de calor nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 11345-11371, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23987>>. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-775>.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas – Coleção 6 (1985-2020) da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, 2021a. **O Projeto**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/o-projeto>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas – Coleção 6 (1985-2020) da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, 2021b. **Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 6 do MapBiomas**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/codigos-de-legenda>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas – Coleção 6 (1985-2020) da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, 2021c. **Produtos**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/produtos>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

MOLENA, C.; GAVIOLI, F. R.; MOLIN, P. G.; MELILLO, R. C. S. Análise das Mudanças do Uso e Cobertura do Solo entre 1985 e 2018 da Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim–Jundiaí/São Paulo. **Geografia**, v. 46, n. 1, p. 1-22, 2021. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/15756>>. doi: <https://doi.org/10.5016/geografia.v46i1.15756>.

NASCIMENTO, A. L. S.; TEIXEIRA, M. S.; ALONSO, M. F.; JACONDINO, W. D. Avaliação da Ocorrência de Focos de Calor na região da Estação Ecológica do Taim e Campos Neutrais, Rio Grande do Sul-Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 4, p. 460-469, 2020. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/36146/22000>>. doi: https://doi.org/10.11137/2020_4_460_469.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. G.; SANTOS, J. M.; POLYCARPO, J. S. M.; LOPES, P. M. O.; MOURA, G. B. A.; et al.; Mapeamento Espectral de Cicatrizes de Queimadas na

Caatinga através de dados orbitais MODIS e LANDSAT. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 15, n. 1, p. 1-13, 2021. doi: 10.7127/rbai.v1501164.

OLIVEIRA, B. G.; ANUNCIAÇÃO, V. S. Focos de calor, queimadas e problemas respiratórios em Campo Grande (MS) no período de 2014-2020. **Estrabão**, v. 3, p. 75-90, 2022. Disponível em: <<https://estrabao.press/ojs8/index.php/estrabao/article/view/26>>. doi: <https://doi.org/10.53455/re.v3i.26>.

PERNAMBUCO – BDE – Base de dados do Estado, 2022. **Divisão Geopolítica**. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/mesorregioes.aspx>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

QIU, J.; WANG, H.; SHEN, W.; ZHANG, Y.; SU, H.; LI, M. Quantifying Forest Fire and Post-Fire Vegetation Recovery in the Daxin'anling Area of Northeastern China Using Landsat Time-Series Data and Machine Learning. **Remote Sensing**, v. 13, n. 4, p. 792, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-4292/13/4/792>>. doi: <https://doi.org/10.3390/rs13040792>.

QUARESMA, M. N. S.; SANTOS, V. C.; SOBRERO, J. S.; PIMENTEL, M. A. S. Focos de Calor na Microrregião do Salgado Paraense: análise multitemporal dos municípios de Marapanim, Maracanã e Magalhães Barata-PA. **Geoambiente Online**, n. 42, 2022. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/70184>>.

ROCHA, K. S.; ARAÚJO, A. A.; DUETI, L. S. M. Focos de calor no sudoeste da Amazônia: indicador do efeito da Ação Civil Pública – ACP do “fogo zero”. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 30597-30609, 2020. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/10573>>. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-499>.

SETZER, A. W.; SISMANOGLU, R. A.; SANTOS, J. G. M. Método do Cálculo do Risco de Fogo do Programa do INPE - Versão 11, junho/2019. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE**, v. 11, 2019. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3UEDKUB>>. Acesso em: 18 dez. 2022.

SILVA, M. G.; FURTADO, G. N. Análise espacial dos focos de calor no município de São Félix do Xingu, Estado do Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10331>>. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10331>.

SILVA, T. R. B. F. **Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica do estado de Pernambuco utilizando índices climáticos**. 2021. 106 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.

SOUZA JR, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; et al.; Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.9, n.18; p. 12 2022

biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735>>. doi: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>.