



Temporal analysis of the outbreaks of fires in the municipality of Bom Jesus, Piauí

Análise temporal dos focos de queimadas no município de Bom Jesus, Piauí

SILVA, Leovandes Soares⁽¹⁾; TEIXEIRA, Regina dos Santos⁽²⁾; SILVA, Leonardo Máximo⁽³⁾; NOGUEIRA, Ariane da Silva⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ 0000-0002-1609-1010; Doutor em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, Minas Gerais (MG), Brasil. E-mail: leosoares.ef@gmail.com

⁽²⁾ 0000-0002-3956-4407; Geógrafa, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus (PI), Brasil. E-mail: reginasantost654@gmail.com.

⁽³⁾ 0000-0002-5187-9911; Universidade Federal de Minas Gerais: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. E-mail: leomaxsylv4@hotmail.com.

⁽⁴⁾ 0000-0002-7551-6429; Universidade Federal de Minas Gerais: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. E-mail: ariane.silva.nogueira@hotmail.com.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

In recent years, the number of fires and forest fires has been increasing in all regions of Brazil. This study aimed to evaluate the occurrence of outbreaks of fires in the municipality of Bom Jesus, state of Piauí, between 2016 and 2021. For the methodological procedures, records of the outbreaks of occurrence of fires obtained in the Burn Database (BDQueimadas -INPE) were used. Spatial interpolation of the fire and forest fire occurrence points was made. Focus data were analyzed for the years 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 and 2021, later processed in the QGIS software. In the six years most outbreaks occurred in september and october the driest months. Practically the entire area of the municipality was affected by fires and fires, but the highest density and intensities of the outbreaks were observed in the western region of the municipality. The outbreaks of fires and fires recorded in the last six years, are concentrated in the western, northwest and center of the municipality, causes serious environmental impacts for biodiversity and the general population.

RESUMO

Nos últimos anos, vem crescendo o número de ocorrência de queimadas e dos incêndios florestais em todas as regiões do Brasil. Objetivou avaliar a ocorrência dos focos de queimadas no município de Bom Jesus, estado do Piauí, entre os anos de 2016 a 2021. Para os procedimentos metodológicos utilizou-se registros dos focos de ocorrência de queimadas obtidos no Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas -INPE). Foi feita interpolação espaciais dos pontos de ocorrência das queimadas e dos incêndios florestais. Foram analisados dados de focos referentes aos anos de 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, posteriormente processadas no software QGIS. Nos seis anos a maioria dos focos ocorreram nos meses de setembro e outubro os meses mais secos. Praticamente toda a área do município foi atingida pelas queimadas e incêndios, porém as maiores densidade e intensidades dos focos foram observadas na região oeste do município. Os focos de queimadas e incêndios registrados nos últimos seis anos, se concentram na região oeste, noroeste e centro do município, provoca sérios impactos ambientais para biodiversidade e população em geral.

Introdução

As queimadas e os incêndios florestais são eventos recorrentes e vem desencadeando uma série de impactos sobre a biodiversidade (Pereira et al., 2022). Provocam devastação parcial nos diferentes biomas, bem como de seus ecossistemas e, tem potencial para causar

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 13/10/2022

Aprovado: 21/07/2023

Publicação: 03/08/2023



Keywords:

Fire, Environmental Impacts, Flora and Kernel Density

Palavras-Chave:

Fogo, impactos ambientais, flora e densidade de Kernel

prejuízos econômicos e afetar diretamente o bem-estar da sociedade humana (Pivello et al., 2021).

Desde os primórdios, as queimadas são utilizadas para diversas finalidades limpeza de pastos, preparo de áreas para plantio e queima de bagaços. No Cerrado bem como nos outros biomas brasileiros, as queimadas possuem uma estreita relação com as atividades agropecuárias e o desmatamento (Daldegan *et al.*, 2019; Rocha e Nascimento, 2021). Possivelmente, as queimadas estejam relacionadas com a expansão e o deslocamento das fronteiras agrícolas, o fogo é usado como ferramenta de manejo em diversas práticas agrícolas (Rocha e Nascimento, 2021). Outro fator comum é a queima do lixo doméstico em áreas urbanas (Lopes *et al.*, 2018).

As queimadas e os incêndios produzem e emite para a atmosfera uma série de gases nocivos na como o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO²), óxidos nitrosos (NO³), hidrocarbonetos e partículas de aerossóis (Pereira et al., 2016).

Esses impactos ambientais gerados pelas diferentes formas de exploração vêm comprometendo a sustentabilidade dos ecossistemas, como a perda da biodiversidade, invasão de espécies, degradação de ecossistemas hídricos, edáficos e modificações climáticas regionais (Sala et al., 2000; Oliveira, 2018).

Alterações em áreas naturais reduz a permeabilidade da água no solo (Brito et al., 2019). Os impactos das queimadas e as mudanças do ambiente em espaços urbanos tem o potencial de alterar o clima em intensidade superior do que a promovida pelas mudanças climáticas globais (Silva *et al.*, 2019). A fumaça gerada pelas queimadas e pelos incêndios provoca uma série de problemas para a saúde pública como: doenças respiratórias, cardiovasculares e neurológicas, principalmente entre crianças e idosos que são o grupo mais susceptível (INPE, 2020).

O monitoramento dos focos de queimadas é uma das medidas que tem o objetivo de reduzir os impactos ambientais negativos gerados pelas emissões de carbono, importante para a adoção de políticas públicas para a prevenção e combate desse agente impactante para a conservação da biodiversidade e do solo (ALVEZ; PÉREZ-CABELLO, 2017; JESUS *et al.*, 2020).

Para entender essa dinâmica é importante identificar, mapear e monitorar os locais com as maiores ocorrências de incêndios, quantificar e observar as suas mudanças nos padrões espaciais e temporais e seus impactos (intensidade, sazonalidade, tamanho e tempo de retorno) (ALVARADO et al., 2017; JESUS et al., 2020).

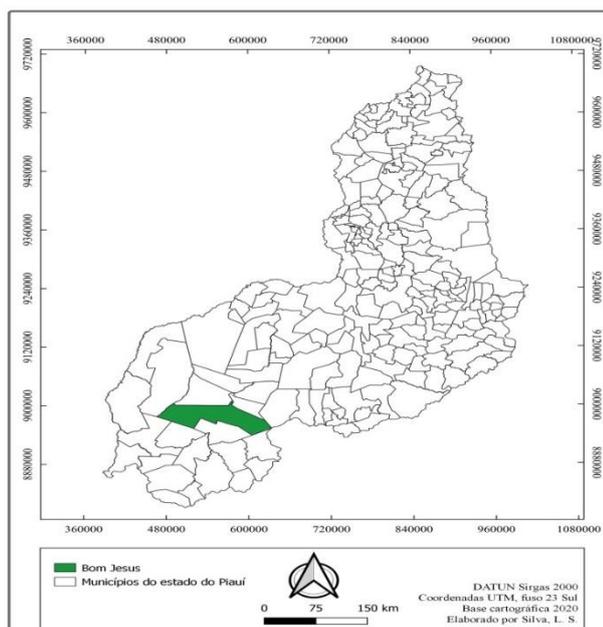
O objetivo desse trabalho foi analisar a distribuição temporal dos focos de queimadas em um período de seis anos, no município de Bom Jesus, localizado no sul do Piauí.

Procedimento Metodológico

O estudo foi realizado na cidade de Bom Jesus extremo sul do Piauí, que é localizada na mesorregião sudoeste piauiense nas coordenadas $9^{\circ}05'20,4''S$; $44^{\circ}20'55,1''W$; 277 m (Figura 1). Tem área territorial de 5.471,024km² (IBGE, 2021), cujo município é coberto por vegetação de Caatinga, Cerrado e áreas de ecótonos. Essa cidade se destaca pelos recordes na produção de grãos (soja e milho).

Figura 1.

Estado do Piauí e localização do município de Bom Jesus



O clima da região é do tipo Aw (clima tropical com período seco de inverno), pluviosidade média anual varia de 900 a 1200 mm ao ano e temperatura média de 26,2 °C (INMET, 2021). Possui dois períodos bem definidos, sendo um período seco que compreende os meses de maio a outubro e outro período chuvoso que ocorre entre novembro e abril (Alvares et al., 2013).

Análise dos dados

Os dados dos focos de fogo no Brasil foram obtidos no banco de dados do Programa Queimadas na página <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>, para o período de 2016 a 2022, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2018). Foi utilizado o satélite de referência AQUA_M-T, o qual, conforme o INPE (2018) é indicado para as análises de séries temporais de eventos de queimadas, analisando especificamente o número de focos.

Foi realizado cruzamentos de informações geográficas dos pontos de ocorrência por intermédio de interpolações espaciais. A interpolação espacial utilizada foi pelo método da

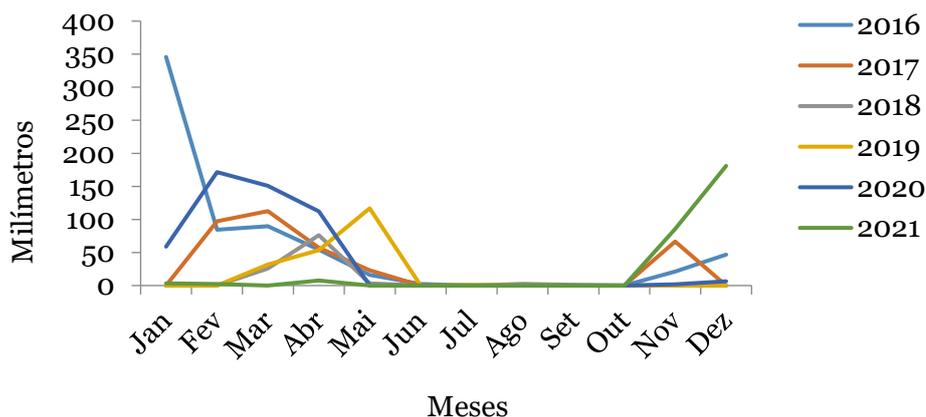
Inverse Distance Weighting (IDW) para a superfície de interpolação e geração dos mapas. Foram analisados dados de focos de queimadas referentes aos anos de 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, posteriormente processadas no software QGIS 3.18.3. Foi utilizado o algoritmo Kernel que é um método estatístico de estimativa de densidades foi empregado para analisar a distribuição espacial, o padrão e a intensidade do fogo ao longo do município. A densidade dos focos de queimadas foi calculada por meio do estimador de Kernel com classificação dos focos em níveis: sem registro, mínima, baixa, média, alta e crítica.

Resultados e Discussão

Conforme a figura 2, entre os meses de junho a outubro os eventos de baixa/ou ausência de precipitação, baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas favorecem o aumento das queimadas e dos incêndios florestais. Foram esses os meses com os maiores números de registros de queimadas observados por Abreu e Souza (2016), afirmaram que esses meses são considerados de seca, são os meses com as maiores temperaturas.

Figura 2.

Gráfico de precipitação acumulada entre os anos de 2016 a 2021. Fonte: INPE.



Nos meses com ausência de precipitação é que se observa a maior quantidade desses distúrbios. Enquanto a baixa quantidade dos focos desses distúrbios é observado no período chuvoso entre os meses de novembro a maio (Figura 3). São vários os motivos para o surgimento de queimadas, entre eles: limpeza de terrenos, formação e renovação de pastos em áreas rurais e incêndios criminosos. E na área urbana queima de resíduos sólidos domiciliares e limpeza de lotes.

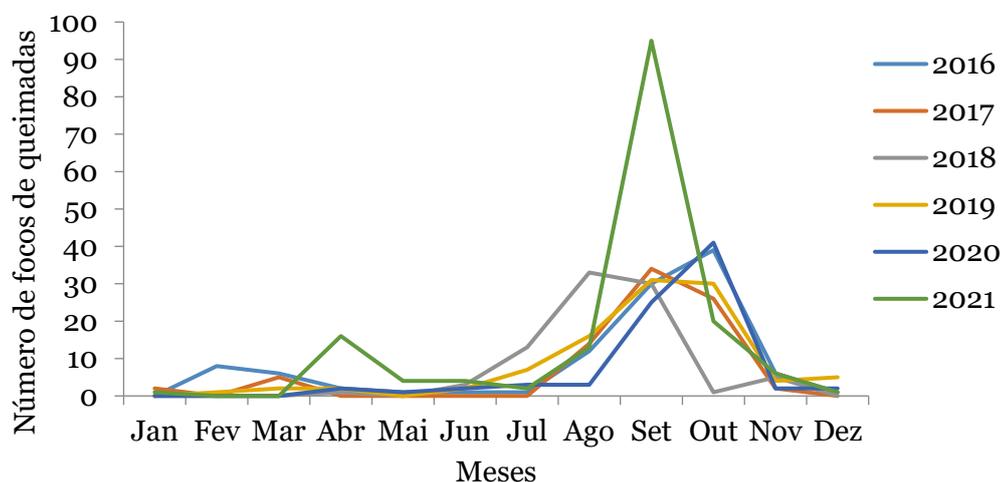
O município de Bom Jesus possui áreas tradicionalmente exploradas pelas atividades agrícolas, na maioria em regime de agricultura familiar que ainda utilizam do fogo para limpeza das áreas para cultivo, registrando assim inúmeras queimadas antes do período chuvoso. Isso também foi observado por Costa (2019) em outras regiões do Brasil.

Nos últimos seis anos foram registrados um elevado número de focos de queimadas, em 2016 (107), 2017 (83), 2018 (86), 2019 (100), 2020 (81) e 2021 (162) ocorrências. A figura 3 mostra que a distribuição mensal dos focos de queimadas, os meses com as maiores

ocorrências foram os meses mais secos (agosto a novembro), corroborando com Alvarado et al. (2017) e Jesus et al. (2020), Souza Neto et al. (2021). Por isso, a ação antrópica é responsável pelas principais causas de queimadas nesse município, pois, existe baixa probabilidade de ocorrência de fogo por raios, já que as queimadas e incêndios ocorrem no período seco, como observado por Cunha-Neto et al. (2021).

Figura 3.

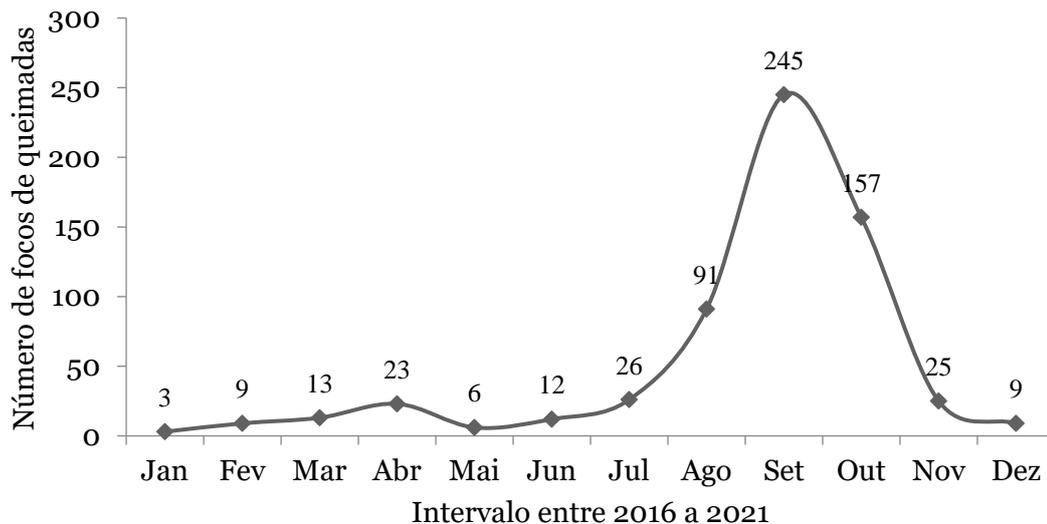
Registro temporal dos focos de queimadas e incêndios florestais entre os anos 2016 a 2021.



Conforme a figura 3, o ano de 2020 foi o que apresentou o menor número de ocorrência de incêndios, com 81 casos no total. Já em 2021 houve aumento significativo no número de focos 162 ocorrências. No período de seis anos a maioria dos focos ocorreram nos meses de setembro e outubro (Figura 4). Ou seja, a grande concentração do número de focos ocorre no período de estiagem. Foi também nesse mês que Carneiro e Albuquerque (2019) observaram o maior número de focos de queimadas. Janeiro foi o mês que registrou os menores números de focos de queimadas (Figura 4).

Figura 4.

Distribuição dos focos de queimadas e incêndios entre os meses durante seis anos.



Os dados mostram que no contexto temporal anual um grande número de registros de queimadas ocorre no segundo semestre, é um padrão que se repete todos os anos, as condições atmosféricas favoráveis, como observado por Coelho Junior; Martins; Carvalho, 2018).

Historicamente, no estado do Piauí, o segundo semestre é reconhecido como o período em que é registrado o maior número de queimadas, nesse período esses eventos também ocorrem em nível de Brasil (INPE, 2020).

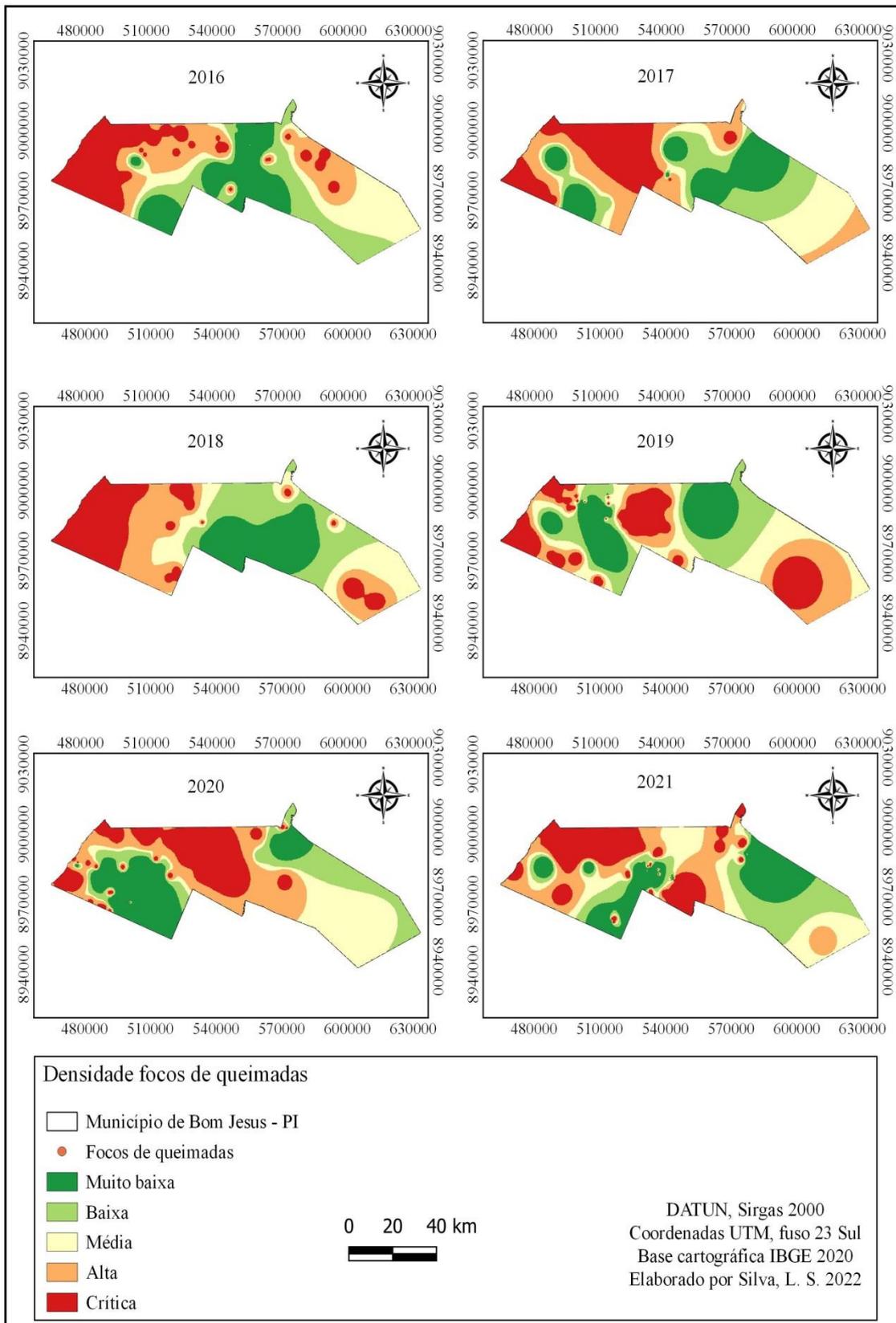
Na figura 5, os mapas de Kernel resultantes da interpolação dos focos de queimadas, observa-se a intensidade destes no município de Bom Jesus, a densidade dos focos é mostrada em cinco classes. Toda a área do município foi praticamente atingida pelas queimadas e incêndios, porém as maiores intensidades dos focos foram observadas na região oeste do município. As manchas de densidade alta e crítica apresentaram-se dispersas na região oeste, noroeste e centro.

Em 2017 a classe muito alta e crítica se concentraram na região norte, sul, noroeste e oeste do município de Bom Jesus. Em 2018 a classe muito alta e crítica se concentraram na região oeste, sudoeste e noroeste. Em relação as áreas com incidência da classe muito alta e crítica representam extensões com percentual significativo no território bonjesuense, indicam uma região de alerta para a quantidade de registro de focos detectados.

Na região oeste notaram maiores áreas queimadas onde predomina a vegetação do Cerrado, no período de seca, principalmente na metade desta estação como observado por outros autores (Araújo e Ferreira, 2015; Alves; Pérez-Cabello, 2017; Jesus et al., 2020), devido a baixa umidade é o período mais favorável à propagação do fogo.

Já na região leste nota-se que a apresentou uma baixa densidade de focos nos níveis alta e crítica em relação as outras regiões, é a parte do município localizado dentro do Parque Nacional da Serra das Confusões. Mesmo sendo área de unidade de conservação ainda ocorre esses distúrbios.

Figura 5.
Gráficos da distribuição mensal dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUA_M_T, entre os anos de 2016 a 2021.



A forte pressão do fogo, na época seca do ano pode contribuir para incêndios mais intensos e prolongados (Menezes et al., 2019). O aumento dos incêndios nas maiores classes de focos indica a necessidade urgente de melhorias na proteção, pois indica uma deficiência das ações de mobilização, de detecção, deslocamento e combate ao fogo (Machado Neto et al., 2017). Portanto, é importante que o poder público e a sociedade se conscientizem e se envolvam no combate aos incêndios, pois sua frequência pode colocar em risco de extinção espécies da fauna e da flora e o empobrecimento solo (Lourenço, 2018).

Conclusões

Diante do aumento dos focos de queimadas registrados nos últimos seis anos, a concentrada na região oeste, noroeste e centro do município, provoca sérios impactos ambientais para biodiversidade e população em geral, é necessário portanto, monitoramento sistemático e periódico, brigada municipal visando o combate a essas práticas causadoras de degradação, além de outras medidas que possam minimizá-las.

REFERÊNCIAS

- Abreu, F. A., Souza, J. S. A. (2016). Dinâmica Espaço-temporal de Focos de Calor em Duas Terras Indígenas do Estado de Mato Grosso: uma Abordagem Geoespacial sobre a Dinâmica do Uso do Fogo por Xavantes e Bororos. *Floresta e Ambiente*. 23(1), 1-10, 2016. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.041813>
- Alvarado, S. T., Fornazari, F., Cóstola, A., Morellato, P. C., Silva, F. (2017). Drivers of fire occurrence in a mountainous Brazilian cerrado savanna: Tracking long-term fire regimes using remote sensing. *Ecological Indicators*, 78, 270-281, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.037>
- Alves, D. B., Pérez-Cabello, F. (2017). Multiple remote sensing data sources to assess spatio temporal patterns of fire incidence over Campos Amazônicos Savanna Vegetation Enclave (Brazilian Amazon). *Science of the Total Environment*, Amsterdam, 601-602, 142-158, mai. 2017. [10.1016/j.scitotenv.2017.05.194](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.194)
- Araújo, F. M.; Ferreira, L. G. (2015). Satellite-based automated burned área detection: A performance assessment of the MODIS MCD45A1 in the Brazilian savanna. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 36, 94-102, 2015. doi.org/10.1016/j.jag.2014.10.009
- Araújo, L. O., Cunha Neto, E. M., Melo, M. R. S., Santos, N. F. A., Borges, L. S. (2020). Ação antrópica na incidência dos focos de calor na Microrregião de Paragominas, Estado do Pará, Norte do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 7(17), 1153-1164, 2020. [10.21438/rbgas\(2020\)071708](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)071708)
- Brito, G.Q, Sampaio, J. A. G., Luiz, G. P., Melo, A. C. A., Simões, V. P., Martins, P. R., Neves, G., Murta, J. R. M., Mendonça Filho, S. F., Couto Junior, A. F., Vieira, L. C. G., Teixeira, A. C. O., Salemi, L. F. (2019). Efeitos da conversão de floresta ripária em pastagem sobre as propriedades físico-hídricas do solo. *Espaço & Geografia*, 22, 73:89. 2019 <https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegografia/article/view/40154/31200>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), área territorial do município de Bom Jesus-PI, 2021. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/bom-jesus.html>. Acesso em setembro 2022.

- Carneiro, K. F.S.; Albuquerque, E. L. S. (2019). Análise multitemporal dos focos de queimadas em Teresina, estado do Piauí. *REGNE*, 5(2), 31-40, 2019. <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/18388/12026>
- Coelho Junior, L. M., Martins, K. L. C., Carvalho, M. (2018). Carbon Footprint Associated with Firewood Consumption in Northeast Brazil: An Analysis by the IPCC 2013 GWP 100y Criterion. *Waste and Biomass Valorization*, 10(10), 2985–2993, 2018. [10.1007/s12649-018-0282-1](https://doi.org/10.1007/s12649-018-0282-1)
- Costa, J. D. M., Melo, J. C., Brito, E. J., Santos, S. L. C., Filho, H. S., Funi, C. (2019). Análise espacial da densidade de focos de calor e desflorestamento no município de Porto Grande no Estado do Amapá. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos. Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ, 2019.
- Cunha Neto, E. M., Bezerra, J. C. F., Moura, I. M. M., Araujo, E. C. G., Melo, M. R. S., Santos, N. F. A., Borges, L. S. (2021). Identificação espaço-temporal dos padrões de focos de calor no estado do Maranhão. *Ci. e Nat.*, Santa Maria, 43, e99, 2021. <https://doi.org/10.5902/2179460X64834>
- Daldegan, G., Roberts, D., Figueiredo R. F. (2019). Spectral mixture analysis in Google Earth Engine to model and delineate fire scars over a large extent and a long time-series in a rainforest-savanna transition zone. *Remote Sensing of Environment*, 232(15), 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111340>
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brasil). Programa Queimadas. 2020. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/apresentacao>. Acesso em: 26 maio 2022.
- Jesus, J. B., Rosa, C. N., Barreto, I. D. C., Fernandes, M. M (2020). Análise da incidência temporal, espacial e de tendência de fogo nos biomas e unidades de conservação do Brasil. *Ciência Florestal*, 30(1), 176-191, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509837696>.
- Lourenço, L. (2018). Incêndios florestais em Portugal continental fora do “período crítico”, estudados numa tese que fornece importantes contributos para o seu conhecimento. *Territorium, Coimbra*, 25(1), 151- 154, 2018. https://doi.org/10.14195/1647-7723_25-1_15.
- Machado Neto, A. de P., Batista, A. C., Biondi, D., Soares, R. V., Batista, A. P. B (2017). Incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT entre 2005 e 2014. *Revista Nativa, Sinop, MT*, 5(5), 355-361, 2017. <http://dx.doi.org/10.5935/2318-7670.v05n05a09>
- Menezes, E. S., Mucida, P. D., França, L. C. J., Aguilar, M. V. M., Pereira, I. M (2019). Análise temporal de focos de calor na reserva da biosfera da Serra do Espinhaço. *Nativa, Sinop*, 7(3), 256-261, mai/jun. 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i3.6877>
- Oliveira, E. M (2018). O significado do processo de modernização agrícola e os impactos ambientais em áreas de cerrado. *Revista Cerrados*, 16, 40-58, 2018. <https://doi.org/10.22238/rc24482692201816014058>
- Pereira, A. A., Teixeira, F. R., Libonati, R., Melchiori, E. A., Carvalho, L. M. T (2016). Avaliação de índices espectrais para identificação de áreas queimadas no cerrado utilizando dados landsat TM. *Revista Brasileira de Cartografia* 68, 1665-1680, 2016.
- Pereira, P. B., Viana, F. D. A., Furtado Júnior, F. W. S., Morais, R. C. S (2022). Análise espacial e temporal de focos de calor no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, no estado do Maranhão. *Geoambiente*, 43, 2022. <https://orcid.org/0000-0001-5686-9184>
- Pivello, V. R., Vieira, I., Christianini, A. V., Ribeiro, D.B., Menezes, L. S., Berlinck, C.N., Melo, F. P. L., Marengo, J. A., Tornquist, C. G., Tomas, W. M., Overbeck, G. E. (2021). Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19, 233-255, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.005>.
- Rocha, M. I. S., Nascimento, D. T. F (2021). Distribuição espaço-temporal das queimadas no bioma Cerrado (1999/2018) e sua ocorrência conforme os diferentes tipos de cobertura e uso do solo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(03), 1220-1235, 2021. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/244925/38744>

- Sala, E. O., Chapin Iii, F. S., Armesto, J. J. (2000). Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 287, 1770-1774, 2000.
- Silva, E. M. F., Bender, F., Monaco, M. L. S., Smith, A. K., Silva, P., Buckeridge, M. S., ELBL, P. M., Locosselli, G. M. (2019). Um novo ecossistema: florestas urbanas construídas pelo Estado e pelos ativistas. *Estud. av.* 33(97), 2019. 10.1590/s0103-4014.2019.3397.005
- Souza Neto, L. T., Silva, M. T., Vale, W. K. S., Grigio, A. M. O uso do mapa de Kernel como subsídio para identificação da dispersão dos focos de queimadas no município de Mossoró (RN). *Revista de Geografia (Recife)*, 38(2), 2021. 10.51359/2238-6211.2021.247425