

Distribuição dos focos de queimadas no município do Acará em uma década

Distribution of fire outbreaks in the municipality of Acará in a decade

Distribución de focos de incendio en el municipio de Acará en una década

Recebido: 15/09/2022 | Revisado: 16/10/2022 | Aceitado: 12/11/2022 | Publicado: 19/11/2022

Antonio Felipe da Silva Sena

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8515-7984>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: eng_antoniofelipe@outlook.com

Caio Da Conceição Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5394-7087>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
Email: caioccr16@gmail.com

Klewton Adriano Oliveira Pinheiro

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

Suelen Caroline Almeida Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8893-9551>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: suelen.araujo@icloud.com

Elayne Oliveira Braga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9033-5602>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: elaynebraga@hotmail.com

Ana Paula Magno do Amaral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1749-791X>
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil
E-mail: magno_ana@yahoo.com.br

Glaysen Francisco Bezerra das Chagas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5796-1924>
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Brasil
E-mail: chagasmeteorologista@gmail.com

Matheus Gerhardt dos Santos Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3804-6963>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: matheus.gerhardt92@gmail.com

Sayuri Brayd Minori

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1702-305X>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: sayuribraydminori@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

Resumo

Os incêndios são importantes fontes de danos aos ecossistemas florestais nas regiões em desenvolvimento. As queimadas exercem relevante impacto sobre o ecossistema amazônico na estação seca com as emissões de poluentes atmosféricos. Este artigo teve como objetivo localizar a distribuição espacial dos focos de calor de queimadas no município de Acará no estado do Pará durante o período de 2009 a 2018. Os dados de focos de queimadas foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, utilizando-se o estimador de Kernel utilizados da banda termal do satélite AQUA_M-T, manuseando seus dados em dez períodos. Os dados discutidos indicam que as queimadas se constituem como um fenômeno de ocorrência anual, pois esteve presente durante todo o intervalo temporal monitorado (2009 a 2018). As queimadas foram observadas em toda a região do município do Acará e que os focos de queimadas podem ser transportados por milhares de quilômetros.

Palavras-chave: Incêndio; Estimador de Kernel; Geotecnologia.

Abstract

Fires are important sources of damage to forest ecosystems in developing regions. Fires have a relevant impact on the Amazonian ecosystem in the dry season with emissions of atmospheric pollutants. This article aimed to locate the spatial distribution of fire hotspots in the municipality of Acará in the state of Pará during the period from 2009 to

2018. if the Kernel estimator used the thermal band of the AQUA_M-T satellite, handling its data in ten periods. The data discussed indicate that fires constitute an annual phenomenon, as it was present throughout the monitored time interval (2009 to 2018). The fires were observed throughout the region of the municipality of Acará and that the fire outbreaks can be transported for thousands of kilometers.

Keywords: Fire; Kernel estimator; Geotechnology.

Resumen

Os incêndios são importantes fontes de danos aos ecossistemas florestais nas regiões em desenvolvimento. Como queimadas ejercen un impacto relevante sobre el ecosistema amazónico en una estación seca como las emisiones de contaminantes atmosféricos. Este artigo teve como objetivo localizar a distribuição espacial dos focos de calor de queimadas no município de Acará no estado do Pará durante o período de 2009 a 2018. Os dados de focos de queimadas foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, using- Se o estimar el Kernel utilizado por la banda termal del satélite AQUA_M-T, manuseando seus dados em dez periodos. Os dados discutidos indican que as queimadas se constituyen como um fenômeno de ocorrência anual, pois esteve presente durante todo o intervalo temporal monitorado (2009 a 2018). Como queimadas foram observadas em toda una região do município do Acará y que os focos de queimadas podem ser transportados por milhares de quilômetros.

Palabras clave: Incendio; Estimador de Kernel; Geotecnología.

1. Introdução

Os incêndios são uma das mais importantes fontes de danos aos ecossistemas florestais nas regiões em desenvolvimento. A pressão que as áreas florestais sofrem devido a necessidade de novas áreas destinadas às atividades agropecuárias têm aumentado consideravelmente o número de incêndios e a extensão das áreas queimadas (Batista, 2004, Barbosa *et al.* 2022). A cada ano grandes extensões terrestres sofrem a ação antropogênica e natural das queimadas. Estima-se que mais de 100 milhões de toneladas de aerossóis provenientes da fumaça sejam lançados na atmosfera, dos quais 80% ocorrem em regiões tropicais do globo (Hao & Liu, 2000).

A facilidade que as queimadas proporcionam para a limpeza das áreas para a agricultura fazem com que muitos produtores pratiquem esses atos, porém isso causa a perda de abrigo de diversos animais que ali residiam, podendo ocasionar em casos extremos a morte deles, além de desgastar o solo (Ramos, 1995). As perdas diretas ou indiretas levam a prejuízos ambientais na fauna e flora (Oliveira *et al.* 2019, Costa *et al.* 2022).

A maior incidência de focos de calor (FCs), ou “focos de queimadas”, ocorre no Brasil de junho a outubro, com os menores valores de precipitação na parte central do País (Justino *et al.*, 2002). Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), dentre os estados da federação, o estado do Pará, junto aos estados do Maranhão e do Mato Grosso, aparecem entre os primeiros no ranking nacional de queimadas. Historicamente o mês de julho abre a temporada de queimadas na Amazônia. O período de poucas chuvas e vegetação mais seca propicia o uso e a propagação do fogo (INPE, 2018). Os recursos de integração e análise espacial do Sistemas de Informação Geográficas (SIG) os tornam ferramentas adequadas para modelagem de risco de incêndio (Pereira *et al.*, 1997).

A utilização do sensoriamento remoto possibilita o monitoramento ambiental de uma área, podendo acompanhar com maior eficiência a evolução de cada processo existente, seja ele de caráter antrópico ou natural, em análises multitemporais (Biesdorf *et al.*, 2022). O Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) representam ferramentas particularmente úteis para obter essas informações, principalmente em extensas áreas afetadas pelo fogo e/ou de difícil acesso (Pereira *et al.*, 1997). Os dados de focos de calor, extraídos de imagens de satélites, para identificação das áreas de ocorrência de incêndios, contribuem de forma eficaz na prevenção, no monitoramento e combate destes eventos. A partir destes dados, informações e estimativas sobre localização, período e frequência dos incêndios são geradas, evidenciando sua dinâmica espaço/temporal na área de ocorrência.

A melhor forma de planejar, prevenir e combater incêndios florestais é através de análises dos padrões históricos, atentando às possíveis causas, consequências e a frequência de ocorrência (Fildler *et al.*2006). Para que haja políticas

adequadas de prevenção de incêndios florestais, se faz necessário conhecer as estatísticas dos eventos, e a falta desse conhecimento podendo levar a gastos a mais ou a menos do potencial de danos provocados pelos incêndios (Soares & Batista 2007). Diante desse contexto, objetivou-se com esse estudo observar os focos de queimadas no município do Acará no estado do Pará, entre os anos de 2009 a 2018.

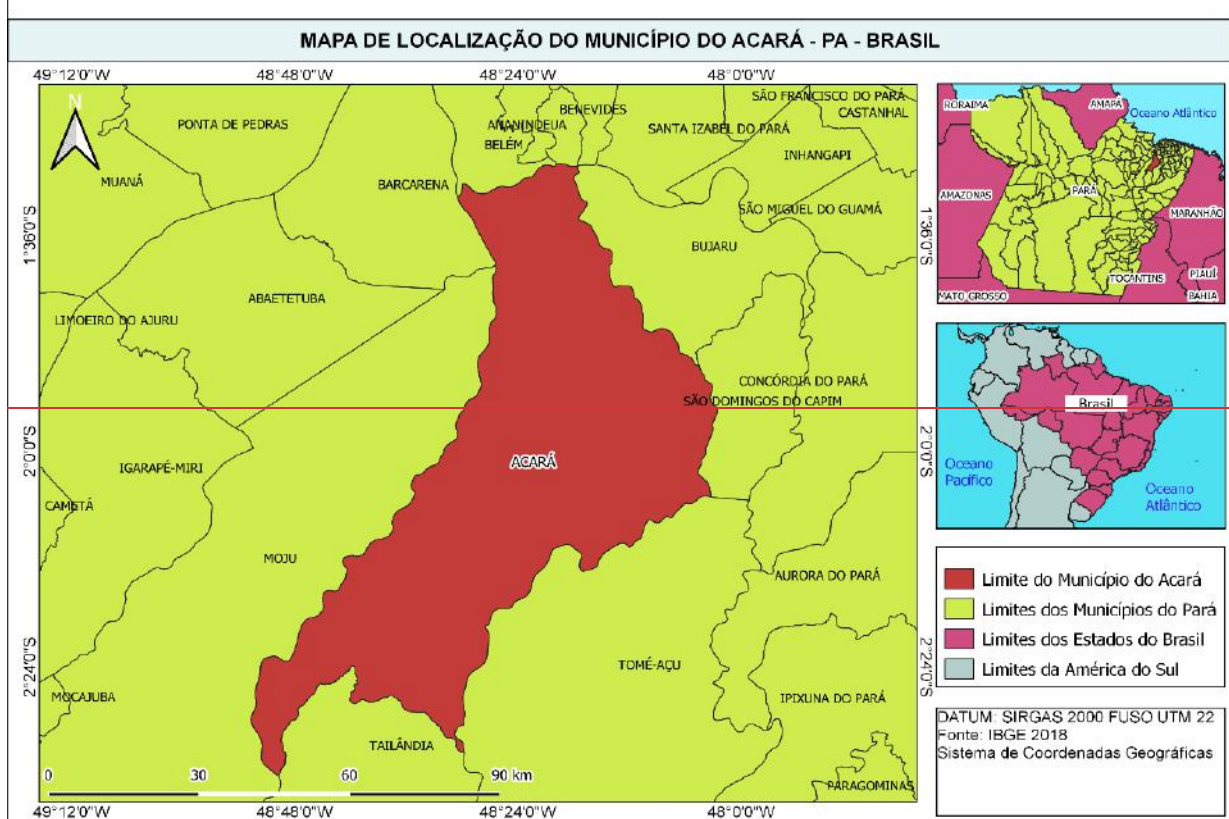
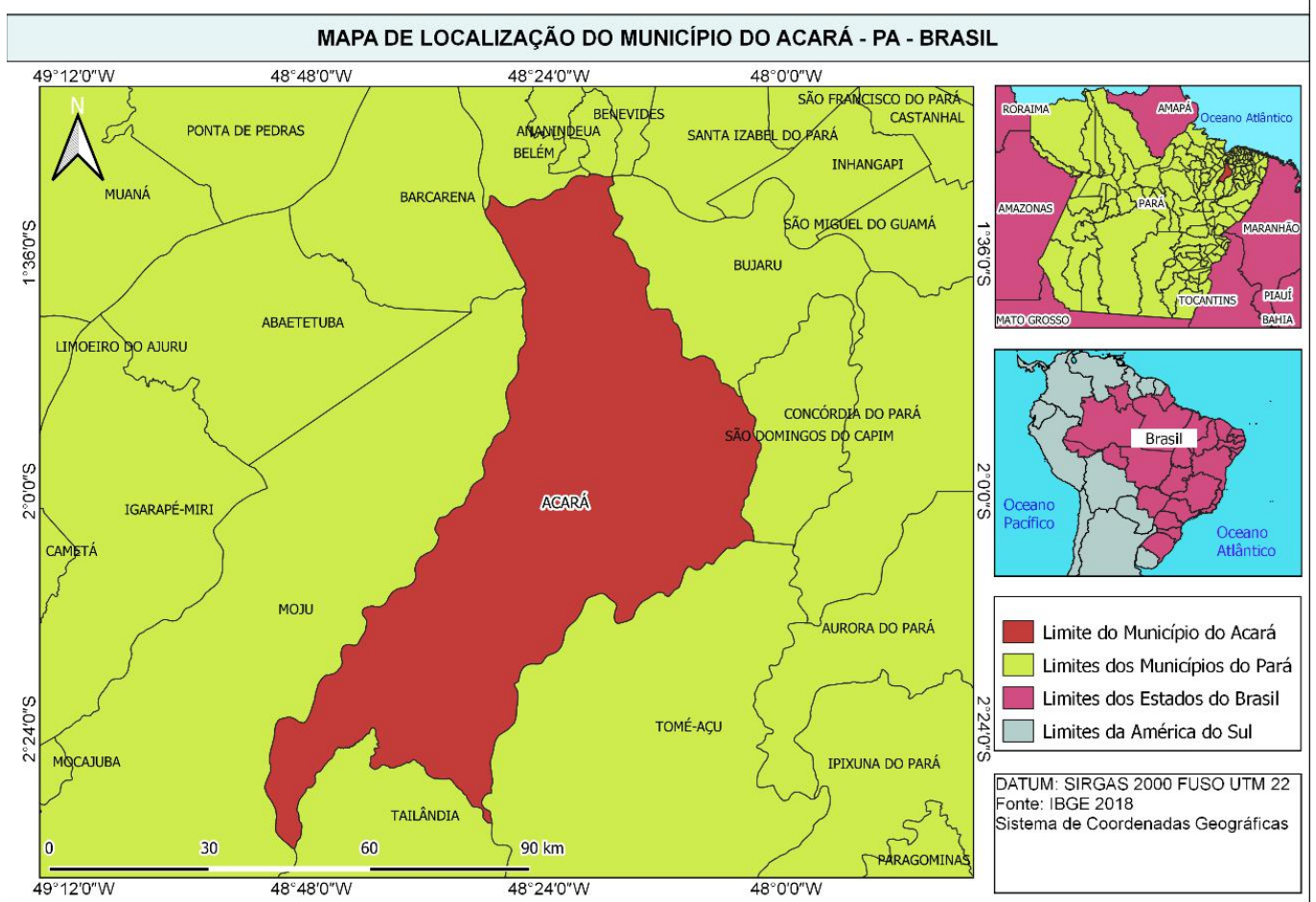
2. Metodologia

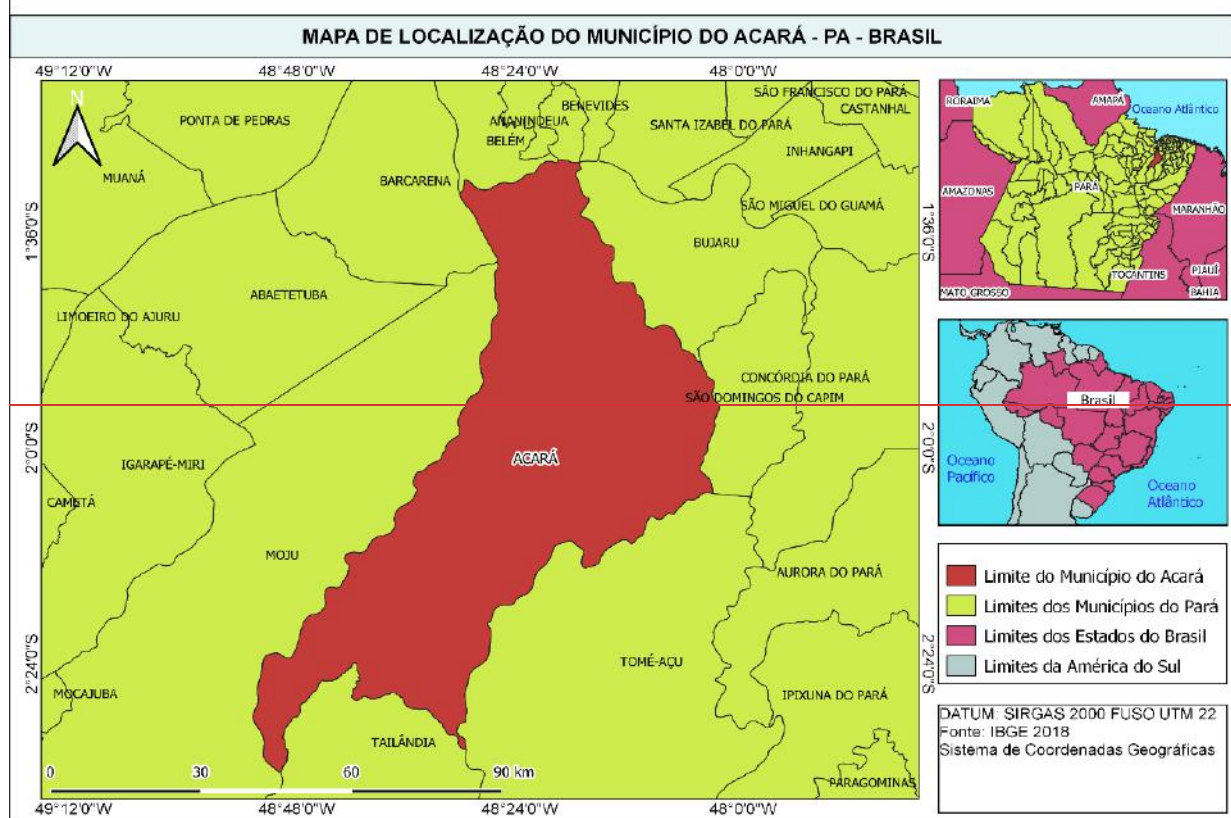
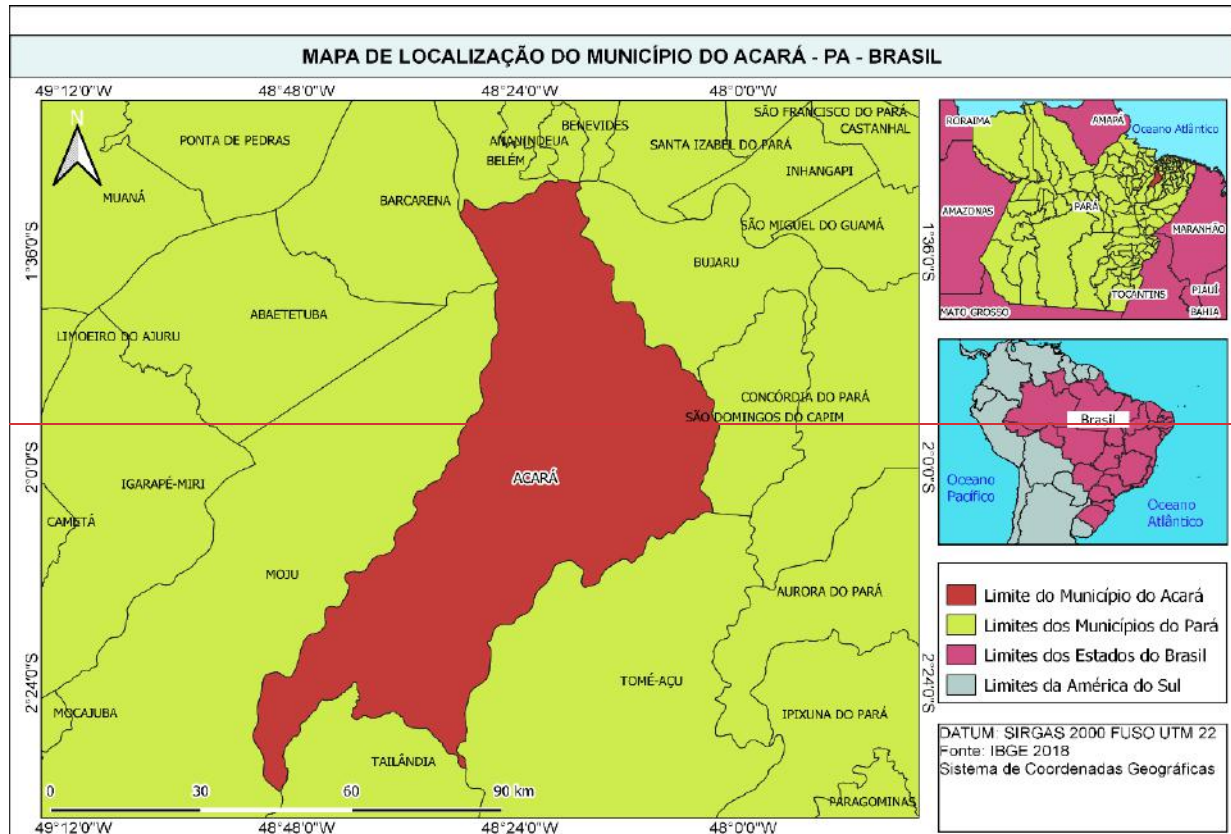
O município de Acará (lat. 1° 57' 22.97"S e long. 48° 11' 56.18"W) tem em suas atividades agropastoris uma considerável gama de produtos, assim como no extrativismo e pecuária: dendê, carne bovina, pimenta-do-reino, produtos granjeiros, cupuaçu, pupunha, madeira, açaí, frutas diversas, sendo considerado o principal produtor brasileiro de mandioca, com cerca de 600 mil toneladas por ano, o que correspondendo a 2,3% da produção nacional (IBGE, 2010). O município conta com três distritos, Acará, Guajará-Mirim e Jaguarari, tendo como comunidades no meio rural as Vilas Guarumã, Boa Vista, Vila Colatina, Vila Juvenal km 30, Nínive, Natalzinho, Nova Aliança, Progresso, Vila Formosa, Vila da Paz, São Lourenço, Santa Bárbara, Vila dos Gonçalves, Calmaria, Vera Cruz, Nazaré do Alto. (IBGE,2018).

O município é formado de Floresta Equatorial Úmida de terra firme, no caso, a Floresta Densa dos baixos platôs, sobretudo no alto curso do Rio Acará. Na região do Baixo Acará localizam-se as matas de várzea, coincidentes com o relevo baixo e alagável da área (Miranda, *et al.*, 2015), no qual a Figura 1 mostra a localização do município de Acará no estado do Pará.

A área que integra o município de Acará, pertence a faixa climática AMI da classificação de kppen, sendo um clima quente e úmido com uma estação chuvosa bem pronunciada e um período de estiagem reduzido, que não acarreta deficiência hídrica para a maioria das culturas. A cobertura vegetal primária é constituída de Floresta Tropical subperenifólia densa. O relevo dominante é suave ondulado com ocorrência de áreas onduladas. Os solos dominantes deste município são os Latossolos Amarelo Álicos, sendo solos profundos, bem drenados (Silva, 1976).

Figura 1 - Mapa de localização do município de Acará - PA





Fonte: IBGE (2018).

Para a realização desse estudo foram selecionados dados de sensoriamento remoto, a série temporal dos focos de queimadas foi obtida no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram utilizados os

considerados “satélites de referência”, AQUA_M-T, no intervalo de 1 de janeiro de 2009 até 31 de dezembro de 2018, os quais permitem analisar as tendências espaciais e temporais dos focos, ao longo dos anos, em uma região.

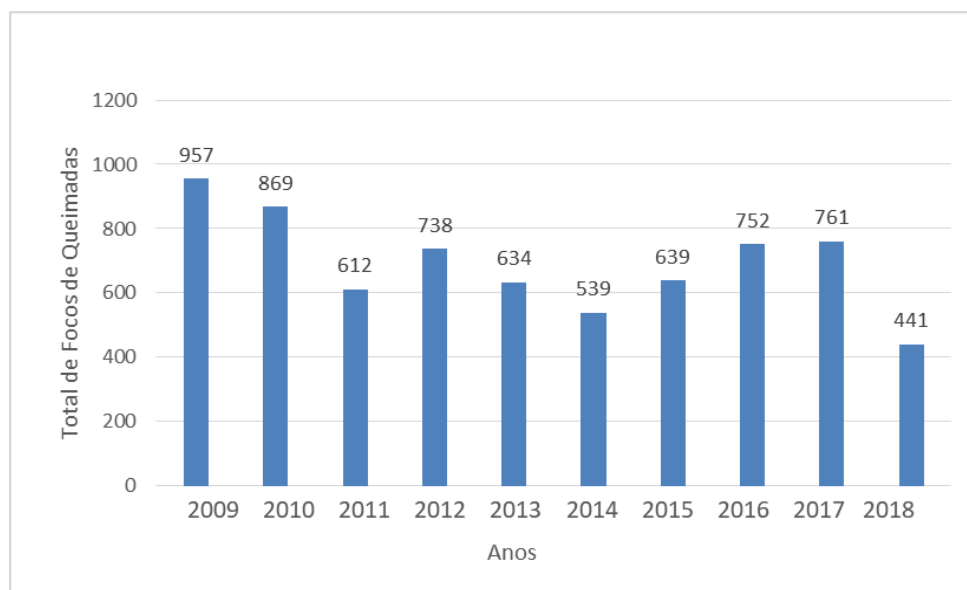
A distribuição espacial foi estudada a partir da construção de mapas resultantes da estimativa de densidade de Kernel (estimador de Kernel) do software QGIS. O estimador de densidade kernel desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência e então é aplicada uma função matemática que varia de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. O valor para acélula é a soma dos valores kernel sobrepostos e divididos pela área de cada raio de pesquisa (Silverman, 1986 apud Souza *et al.*, 2013). Para a identificação das áreas de maiores concentrações dos desfechos e relevância (“áreas quentes”) dos indicadores de análise. As “áreas quentes” são uma aproximação das possíveis áreas geográficas de risco, uma vez que representam a concentração de focos no espaço (Rodrigues *et al* 2015). Essas análises foram conduzidas pelo software Qgis 2.18 com os seguintes parâmetros: inserir os dados do INPE em Shape Shource, algoritmo de função do quarto grau e raio de 4 km. No cálculo matricial foram levados em consideração o centroide do município. O nível de significância de 5% foi considerado em todas as análises.

3. Resultados e Discussão

O município do Acará-PA tem sido tem tido uma ocorrência anual de frequentes eventos de fogo. De acordo com os dados analisados, nos últimos 10 anos, 6942 focos de calor foram detectados pelos sensores a bordo do satélite AQUA_M-T dentro dos limites do município. Os mapas de distribuição dos focos de calor (Figura 2) revelam o comportamento espacial na área de estudo ao longo do recorte temporal analisado, podendo ser analisado a recorrência dos eventos de fogo nessa região. De forma geral, verificou-se que os focos de calor apresentam-se dispersos pelo município do Acará-PA (Gráfico 1), no mapa de distribuição não foi observado um padrão claro para o período de 2009 a 2018.

Foi estruturada uma tabela com o número de focos anuais para cada mês (Tabela 1), verificou-se que os anos de maior incidência de focos de calor no município do Acará foi o de 2009, com 957 focos detectados, seguido do ano de 2010, com 869 números de focos de calor. Ao total no intervalo do estudo foram observados 6942 focos de queimadas, no qual o maior número foi observado em 2009 decrescendo em de 46,08% comparado aos focos do ano de 2018 que foi o ano com menor número de focos de calor (6,35%) durante os anos do estudo.

Gráfico 1 - Distribuição dos focos de queimadas por ano no município de Acará-PA.

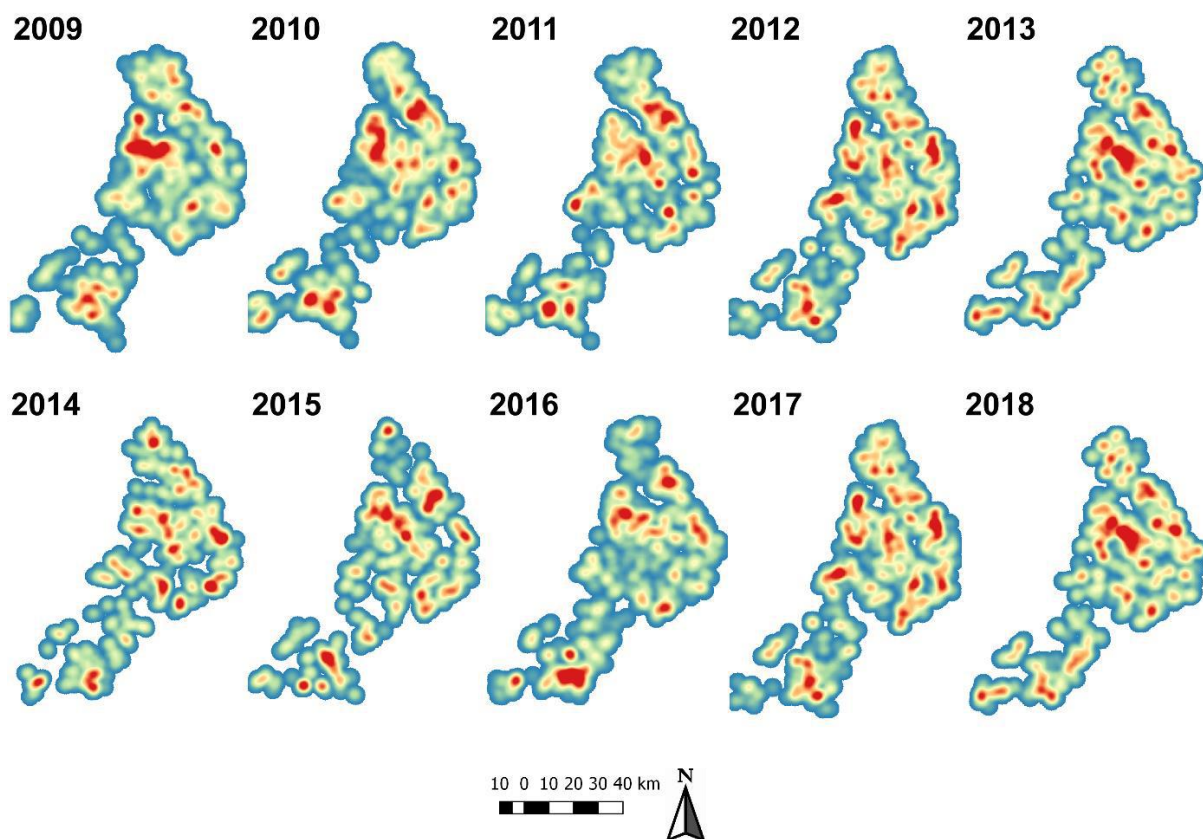


Fonte: Autores.

A diferença da configuração espacial das “áreas quentes” entre as variáveis de análise também foi observada por Rodrigues *et al.* 2013, em um estudo similar no estado de Rondônia, com o objetivo de descrever a distribuição espaço-temporal dos focos de queimadas e das internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças menores de cinco anos de idade, no período de 2001 a 2010. Este estudo também utilizou a metodologia das estimativas de densidade de Kernel, mas sua base geográfica de análise foi trabalhada em microrregiões. O refinamento deste estudo em uma base municipal possibilitou investigar novos parâmetros da análise.

Nos mapas de Kernel na Figura 2 é possível observar como as queimadas se distribuíram durante o período de 2009 a 2018, refletindo que nas áreas mais escuras ou densas são espaços nos quais há maiores concentrações de focos de queimadas.

Figura 2 - Mapa de densidade dos focos de calor detectados pelos sensores do satélite AQUOA_M-T para os anos de 2009 a 2018.



Fonte: Autores.

De acordo com (Ramos *et al.*, 2011) os focos de calor, indicadores dos incêndios florestais, apresentam alta correlação com o desmatamento, em termos de distribuição espacial; e também alta correlação com a quantidade de chuvas, em termos da densidade/intensidade (quantidade) dos focos de calor.

Tabela 1 - Focos de calor detectados entre 2009 e 2018 no município do Acará-PA, pelo satélite AQUA.

MÊS /ANO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Janeiro	8	28	3	6	16	25	11	3	0	6
Fevereiro	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0
Março	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1
Abril	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mai	0	1	0	1	2	0	0	2	3	1
Junho	2	4	5	1	11	0	1	20	17	22
Julho	26	32	46	10	25	6	9	61	133	23
Agosto	93	93	50	90	87	9	43	79	55	36
Setembro	88	106	102	42	68	20	41	70	48	75
Outubro	260	219	83	96	168	112	114	164	70	94
Novembro	376	311	174	388	91	227	302	279	355	169
Dezembro	108	72	149	103	165	140	118	74	80	14
Total de Focos	957	869	612	738	634	539	639	752	761	441

Fonte: Autores.

No mapa de distribuição de focos totais, de 2009 a 2018 (Figura 2), têm-se espacialização do conjunto total de pontos encontrados para o município do Acará-PA por unidade municipal e unidade temporal. Verificou-se que dos 6942 focos detectados, 2672 ocorreram no mês de novembro (38%), 1380 focos ocorreram no mês de outubro (20%) 1023 focos ocorreram no mês de dezembro (15%), 660 focos foram no mês de setembro, numa porção sudoeste (10%), em agosto foram detectados 639 focos (9%), em julho foram encontrados 371 focos (5%) no mês de janeiro foram detectados 106 focos (1,5%) e junho com 83 focos (1%), os meses com o maior índice de precipitação tiveram menos focos detectados no período em estudo, no mês de fevereiro teve focos apenas no ano de 2016 com 30 focos, no mês de maio teve menores focos detectados contabilizando 10 focos, no mês de março apenas 4 focos foram detectados sendo um (1) no ano de 2010 e três (3) no ano de 2018, o mês de abril apresentou um (1) foco de calor detectado no ano de 2012.

4. Considerações Finais

Foram verificados 6942 focos de calor no município do Acará no estado do Pará, os dados discutidos indicam que as queimadas constituem um fenômeno de ocorrência anual estando presente durante todo o intervalo temporal monitorado (2009 a 2018). Observou-se um padrão sazonal bem estabelecido para a ocorrência desses focos no território municipal. Além do fator clima, as formas de uso e ocupação do solo de origem antrópica, sobretudo as oriundas da agricultura familiar na zona rural podem influenciar o fenômeno das queimadas no município do Acará-PA.

O estimador de densidade Kernel, na análise do comportamento espacial dos focos de calor, teve grande relevância, sendo possível obter informações qualitativas sobre a distribuição dos focos na área de estudo e com isso averiguar a existência de áreas críticas para período abrangido por este trabalho. Porém, uma análise mais criteriosa deve ser feita para tentar identificar um padrão de distribuição mais claro, como por exemplo, sobreposições com mapas temáticos de uso e ocupação, vegetação ou relevo.

Referências

- Barbosa, M. T., Rodrigues, C. Da C., Cruz, H. Dos S., Rosário, R. R. Do, Carneiro, F. Da S., Santos, L. B., Jesus, R. C. S. De, Cordeiro, D. De F. De J., Souza, C. B. G., & Ataíde, W. L. Da S. (2022). Geotecnologia aplicada na identificação de incidências de queimadas no município de São Félix do Xingu/PA. *Research, Society and Development*, [S. l.], 11(6), e34311628206, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i6.28206.
- Batista, A. C. (2004). Detecção de incêndios florestais por satélites. *Revista Floresta*, 34(2):237-241.
- Biesdorf, D. L., Mito, C. L., Barbosa, D. S., Paranhos Filho, A. C., & Silva, N. M. da. (2022). Estudo bibliométrico sobre o uso de geotecnologias na análise da vulnerabilidade ambiental: perspectivas para a gestão ambiental. *Research, Society and Development*, 11(10),
- Costa, R. R., Oliveira, B. L., Paiva, P. F. P. R., Rocha, E. S. Da., Silva Junior, O. M. Da., Carneiro, F. Da S., Pinheiro, K. A. O., Amorim, M. B. (2022). Análise dos focos de calor no estado do Pará no período de 2016 a 2019. *Research, Society and Development*, 11(6), e31611625793. 10.33448/rsd-v11i6.25793.
- Fiedler, N. C., Merlo, D. A., & Medeiros. M. B. (2006). Ocorrência de incêndios florestais no parque nacional da Chapada dos veadeiros, Goiás. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 16(2), 153-161
- Hao, W. M., & Liu, M-H. (2000). Spatial and temporal distribution of biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*, 8, 495-503.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2010). Servidor de arquivos. http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/ Arquivado em 6 de abril de 2010, no Wayback Machine.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2018). Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data referência em 1º de julho de 2018» (PDF). <https://www.ufjf.br/ladem/2018/08/29/ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018/#:~:text=O%20IBGE%20divulga%20hoje%20as,82%25%20entre%202017%20e%202018.>
- Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais -INPE. (2018). INPE aprimora sistema de monitoramento de queimadas na Amazônia. http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4814.
- Justino, F. B., Souza, S. S., & Setzer, A. (2002). Relação entre “Focos de Calor” e Condições Meteorológicas no Brasil. In: *XII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Foz de Iguaçu-PR.
- Miranda, C., Borges, A. L. I., & Maciel, S. (2015). Avencas (*Adiantum L.* – Pteridaceae) do município de Acará, Pará, Brasil. *Biota Amazônia*, 5, 26-30.
- Oliveira, J. P. De M., Shitsuka, R., & Shitsuka, D. M. (2019). Queimadas e Incêndios: Um Estudo por meio de Cartoons da Web. *Research, Society and Development*, 8(11), e338111479. 10.33448/rsd-v8i11.1479. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1479>.
- Pereira, J. M. C., Chuvieco, E., Beaudoin, A., & Desbois N. (1997). Remote sensing of burned areas: a review. In: Chuvieco, E., Ed. A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires. *Alcalá de Henares*. p. 127-183.
- Ramos, A. B. R., Nascimento, E. R. P., & Oliveira, M. J. (2011). Temporada de incêndios florestais no Brasil em 2010: Análise de série histórica de 2005 a 2010 e as influências das chuvas e do desmatamento na quantidade dos focos de calor. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, 15, 2011, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE. Artigos, p.7902.
- Ramos, P. C. M. (1995). Sistema nacional de prevenção e combate aos incêndios florestais. In: Fórum Nacional Sobre Incêndios Florestais, 1,1995, Piracicaba -SP. *Anais eletrônicos, abril, 1995*. 29-38. http://www.ipef.br/publicacoes/forum_incendios/cap09.pdf.
- Rodrigues, P. C. O., Ignotti, E. E., & Hacon, S. S. (2013). Distribuição espaço-temporal das queimadas e internações por doenças respiratórias em menores de cinco anos de idade em Rondônia, 2001 a 2010. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 22(3). 455-464. http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742013000300010&lng=pt&nrm=iso. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742013000300010>.
- Silva, B. N. R. (1976). *Os solos dos municípios de Acara, Tome-Açu e Bujaru*. Embrapa. 20p.
- Silverman B. W. (1986). *Density Estimation For Statistics And Data Analysis*. Livro, 176p. Chaptan And Hall.
- Soares, R. V., & Batista, A. C. (2007). *Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo*. 264 p.
- Souza, N. P., Silva, E. M. G. C., Teixeira, M. D., Leite, L. R., Reis, A. A., Souza, L. N., Acerbi Junior, F. W., & Resende, T. A. (2013). Aplicação do estimador de densidade kernel em unidades de conservação na bacia do rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. In: *Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR)*, 2013, Foz do Iguaçu. Anais. São José dos Campos: INPE. p. 4958-4965.