

DINÂMICA ESPACIAL E TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR EM TARTARUGALZINHO/AP NO PERÍODO DE 2001 A 2022

SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF HEAT SOURCES IN TARTARUGALZINHO/AP FROM 2001 TO 2022

DINÁMICA ESPACIAL Y TEMPORAL DE PUNTOS CALIENTES EN TARTARUGALZINHO/AP DE 2001 A 2022

Jaqueline Homobono¹

 0000-0002-0250-6780

jaqueline_homobono@yahoo.com.br

José Mauro Palhares²

 0000-0001-9311-1049

jmpalhares@gmail.com

1 Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Amapá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0250-6780>. E-mail: jaqueline_homobono@yahoo.com.br.

2 Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Amapá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9311-1049>. E-mail: jmpalhares@gmail.com.

Artigo recebido em julho de 2024 e aceito para publicação em agosto de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O estudo analisa a dinâmica espaço-temporal dos focos de calor em Tartarugalzinho, Amapá, de 2001 a 2022, destacando a relação entre esses focos e os fenômenos climáticos El Niño e La Niña. A pesquisa utilizou técnicas de geoespacialização para identificar padrões de densidade dos focos e sua correlação com o desmatamento e a precipitação. Os resultados mostram que as áreas próximas à Reserva Biológica do Lago Piratuba são consistentemente vulneráveis a incêndios florestais, principalmente durante os eventos de El Niño. O estudo revela que o desmatamento e a expansão agrícola são fatores significativos que influenciam a ocorrência de focos de calor, sugerindo a necessidade de políticas de conservação mais eficazes na região.

Palavras-chave: Queimadas. Incêndios Florestais. Mapas de Kernel.

ABSTRACT: The study analyzes the spatiotemporal dynamics of heat sources in Tartarugalzinho, Amapá, from 2001 to 2022, highlighting the relationship between these hotspots and the El Niño and La Niña climatic phenomena. The research employed geospatial techniques to identify the density patterns of the hotspots and their correlation with deforestation and precipitation. The results show that areas near the Piratuba Biological Reserve are consistently vulnerable to wildfires, particularly during El Niño events. The study reveals that deforestation and agricultural expansion are significant factors influencing the occurrence of heat sources, suggesting the need for more effective conservation policies in the region.

Keywords: Burnings. Forest Fires. Kernel Maps.

RESUMEN: Este estudio investiga la dinámica de los focos de calor en el municipio de Tartarugalzinho, Amapá, entre 2001 y 2022, explorando cómo las prácticas de uso del suelo influyen en la ocurrencia de incendios. Utilizando datos de satélite y técnicas de geoprocesamiento, identificamos patrones espaciales que demuestran una alta incidencia de focos de calor en áreas con intensa actividad antropogénica, como la deforestación y la expansión agrícola. Los resultados señalan que, incluso en ausencia de eventos climáticos extremos, la gestión del suelo y los cambios en el uso del terreno son determinantes para la frecuencia e intensidad de los incendios. Las áreas más afectadas necesitan estrategias robustas de monitoreo y manejo ambiental para mitigar los riesgos de incendios. Este trabajo subraya la importancia de enfoques integrados de conservación para proteger la biodiversidad y promover el desarrollo sostenible en la Amazonia.

Palabras clave: Quemadas. Incendios forestales. Mapas de Kernel.

INTRODUÇÃO

A Amazônia é uma das regiões mais ricas em biodiversidade do mundo, mas também uma das mais vulneráveis às atividades humanas que resultam em queimadas e incêndios florestais. Os incêndios florestais e as queimadas, em regiões tropicais, têm como principal consequência a degradação florestal (Lizundia-Loiola; Pettinari; Chivieco, 2020), sendo um fator primordial para a destruição e ameaça à biodiversidade (Lopes *et al.*, 2019). Esses eventos, que podem ocorrer tanto de forma natural quanto antrópica, têm efeitos devastadores sobre o ecossistema, incluindo a perda de vegetação nativa, a degradação do solo, e a emissão de grandes quantidades de gases de efeito estufa na atmosfera. O fogo, um agente de desordem no meio natural, pode atuar como uma ferramenta de manejo, mas também como um destruidor de ecossistemas (Miranda; Saito; Dias, 1996), causando perturbações ecológicas irreversíveis (Li; Song; Liu, 2020) e alterando a superfície terrestre e a composição da atmosfera devido à emissão de gases (Kirchhoff *et al.*, 1992; Andela *et al.*, 2017; Li; Song; Liu, 2020).

Os incêndios florestais podem ser intensificados por condições climáticas adversas, como períodos de seca, e por mudanças no uso da terra, especialmente para atividades agropecuárias, o que aumenta a vulnerabilidade dos ecossistemas tropicais. O fogo pode ser classificado em três categorias: focos de calor, queimadas e incêndios florestais, cada um com características e impactos específicos.

As queimadas, geralmente originadas por ações humanas intencionais, têm diversas finalidades, como demarcação territorial, limpeza de pasto, alteração do uso do solo ou aceleração de processos físico-químicos em vegetações específicas. Esses eventos resultam em alterações na porosidade do solo, infiltração, perda de biomassa, modificação do equilíbrio hidrológico e impactos negativos na saúde humana (CBMGO, 2017; Barros *et al.*, 2018). Já os incêndios florestais referem-se à propagação descontrolada do fogo em qualquer tipo de vegetação, podendo ocorrer em áreas protegidas ou em outras regiões, sempre com a consequência de degradação da qualidade do ar (COBRADE, 2015). De acordo com Lyra (2015), os incêndios florestais podem ter origem natural, acidental ou criminosa.

A identificação e o monitoramento dos focos de calor, que são indicadores dessas queimadas, são essenciais para entender e mitigar seus impactos. Esses focos de calor são detectados principalmente por satélites e indicam áreas com temperaturas elevadas, associadas ao início ou à propagação de incêndios. O monitoramento contínuo permite uma compreensão mais aprofundada da distribuição e frequência desses eventos, oferecendo subsídios para a implementação de políticas públicas voltadas à preservação ambiental e à mitigação dos efeitos das queimadas.

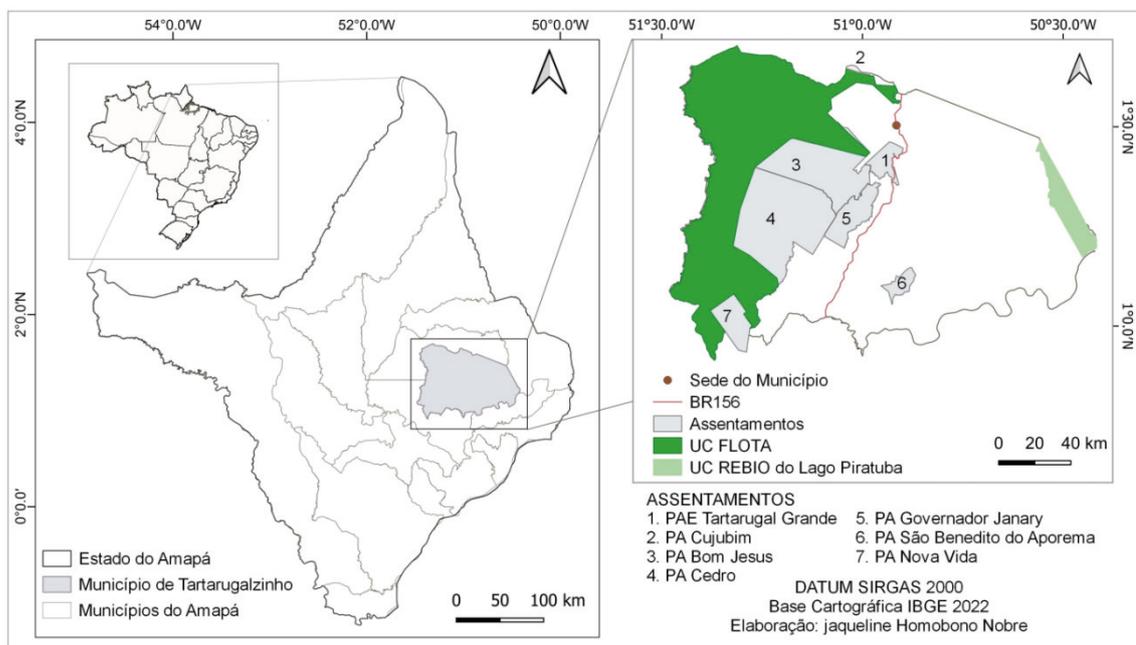
No contexto do estado do Amapá, o município de Tartarugalzinho se destaca pela sua localização estratégica e pelas características ambientais que o tornam particularmente relevante para estudos sobre queimadas e focos de calor. Situado em uma área que combina florestas densas com zonas de transição, Tartarugalzinho é representativo dos desafios enfrentados na preservação da Amazônia. Essas características tornam Tartarugalzinho um local representativo para estudar como essas mudanças impactam a ocorrência de queimadas em uma área que ainda conserva grande parte de sua cobertura florestal original.

Por fim, o município tem sido alvo de atenção crescente devido à sua relevância no contexto das políticas públicas de conservação ambiental no Amapá. Entender os fatores que contribuem para a ocorrência de queimadas em Tartarugalzinho é crucial para a formulação de políticas eficazes de prevenção e controle de incêndios florestais, além de contribuir para a proteção de ecossistemas vitais na região.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é uma compreensão sobre a dinâmica dos focos de calor no município de Tartarugalzinho, Amapá, no período de 2001 a 2022. Para alcançar esse propósito, os objetivos específicos incluem identificar os padrões de distribuição espacial dos focos de calor, destacando as áreas com maior ocorrência; analisar a relação temporal entre a frequência de focos de calor. Esses objetivos buscam fornecer uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de monitoramento e mitigação dos impactos ambientais e sociais das queimadas na Amazônia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Tartarugalzinho foi criado pela Lei nº 7.639 de 17 de dezembro de 1987, está situado na região central do estado do Amapá e se localiza cerca de 230 quilômetros da capital, Macapá, conforme apresentado na Figura 1. Possui população estimada em 12.945 pessoas e uma área de 6.684,705 km² (IBGE, 2022). Seus limites são com os municípios de Pracuúba, ao norte, Ferreira Gomes ao sul, Amapá e Cutias do Araguaí ao leste e Mazagão, Pracuúba e Ferreira Gomes a oeste (Amapá, 2017).



Fonte: IBGE (2022).

Figura 1. Localização do município de Tartarugalzinho.

A Figura 1 ilustra os seguintes atributos territoriais do município de Tartarugalzinho que são: duas Unidades de Conservações, a Floresta Estadual (FLOTA) do Amapá e a Reserva Biológica (REBIO) do Lago Piratuba, representadas pelo verde escuro e claro da Figura; cinco projetos de assentamentos, PA Cujubim, PA Bom Jesus, PA Cedro, PA São Benedito do Aporema, PA Vida Nova e PA Governador Janary que correspondem aos

polígonos cinza escuro; tem como limite físico, com o município de Cutias do Araguari, o Rio Araguari, pois está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari e na Região dos Lagos; e é um município cortado pela BR 156.

A economia de Tartarugalzinho tem base no funcionalismo público e arrecadação de impostos, além do Fundo de Participação dos Municípios (FPM). No setor primário, destaca-se a criação de gado bovino e bubalino (em maior proporção), além de suínos. A agricultura é de subsistência (mandioca, laranja etc.), além da pesca ser artesanal (Amapá, 2017).

O Estado do Amapá possui de forma geral um clima tropical quente e úmido, caracterizado por um período de seis meses chuvosos e seis meses ou menos secos com significativas variações de precipitação e das taxas de evaporação espaço-sazonais (Neves, 2012; Cunha; Sternberg, 2018).

As nuvens convectivas, brisa marítima e terrestre, aglomerados de nuvens, linhas de instabilidade, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), El Niño/ Oscilação Sul são fenômenos atmosféricos atuantes sobre o Estado do Amapá. Dentre estes o principal sistema gerador de chuva para o Estado do Amapá é a Zona de Convergência Intertropical ZCIT, que define a qualidade da estação chuvosa sobre o Estado (Souza *et al.*, 2000). Lopes (2009) acrescenta, ainda, que a ZCIT é um fenômeno meteorológico de escala intrasazonal que influencia a distribuição de precipitação e em muitos casos, é responsável pela variabilidade no clima regional.

Levantamento de Dados

Os dados de focos de calor são shapefiles (formato vetorial comum de arquivo utilizado por Sistemas de Informações Geográficas - SIG) de pontos mensais e anuais do período de 01 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro de 2021, retirados do portal BD Queimadas (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>), desenvolvido pelo INPE.

Os dados utilizados são de satélites de referências, mais indicados para análise de séries históricas. No INPE os satélites de referências utilizados são: desde 1998 a julho de 2002 foi utilizado o NOAA-12 (sensor AVHRR, passagem no final da tarde), e a partir de então o AQUA_M-T (sensor MODIS, passagem no início da tarde) (INPE, 2022). Assim, para a série histórica desta pesquisa, no período de 01 de janeiro de 2000 a 30 de junho de 2002 os dados utilizados são do satélite NOAA-12 e no período de 01 de julho de 2002 a 31 de dezembro de 2021 os dados do satélite AQUA_M-T. Ambos possuem sensores óticos operando na faixa termal-média de 4um, com detecção maior ou igual a frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura. (INPE, 2022).

Análise de dados

A análise de dados retrata nesta pesquisa é a técnica de geoespacialização dos dados. A análise de espacialização dos dados foi realizada em duas etapas. Na primeira, utilizou-se a técnica dos Mapas de Kernel, com processamento de dados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS 3.16, para identificar a densidade dos focos de calor, aplicando o método de quebras naturais (JENKS).

Os mapas foram gerados a partir de dados de focos de calor (*shapefiles*) para cada ano, apresentando cinco categorias de densidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Em seguida, sobrepueram-se os polígonos de desmatamento com dados do mesmo período para estabelecer uma relação entre a área desmatada e a densidade dos focos de calor.

Na segunda etapa, realizou-se a interpolação dos dados de precipitação anual das três estações pluviométricas (Itaubal, Tartarugal Grande e Aporema) para criar mapas de precipitação média anual no QGIS 3.16, também utilizando as quebras naturais. Posteriormente, esses mapas foram comparados com os mapas de densidade de focos de calor do mesmo período.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo das últimas duas décadas, os crescentes focos de calor registrados no município de Tartarugalzinho têm suscitado uma preocupação cada vez maior. A incidência de incêndios e queimadas na região tem captado a atenção das autoridades ambientais e das comunidades locais, dada a potencial capacidade desses eventos em causar danos ao ecossistema local, à biodiversidade e à qualidade do ar.

A Tabela 1 apresenta os registros de focos de calor no município de Tartarugalzinho entre os anos 2001 e 2022. Os dados mostram uma tendência consistente em que a incidência de focos de calor se inicia a partir do mês de agosto na maioria dos anos analisados. Contudo, o ponto de maior intensidade ocorre no mês de novembro, revelando a presença do maior número de focos de calor durante esse período em comparação com os demais meses do ano.

Tabela 1. Ocorrência de focos de calor no município de Tartarugalzinho no período de 2001 a 2022.

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
2001	0	0	0	0	0	0	0	6	22	29	117	70	244
2002	0	0	0	0	0	0	0	9	37	43	146	47	282
2003	0	0	0	0	0	1	0	6	27	79	146	86	345
2004	0	0	0	0	0	0	2	2	30	70	166	83	353
2005	15	0	0	0	0	0	0	0	35	35	130	6	221
2006	0	0	0	0	0	0	0	6	58	104	99	35	302
2007	0	0	0	0	0	0	1	0	27	64	100	4	196
2008	0	0	0	0	0	1	2	0	43	78	153	11	288
2009	1	0	0	0	0	0	1	10	49	91	82	0	234
2010	0	0	0	0	0	0	0	1	24	58	48	2	133
2011	0	0	0	0	2	0	0	3	52	58	61	60	236
2012	0	2	0	0	1	0	0	2	43	70	77	53	248
2013	0	0	0	0	0	0	0	2	39	42	92	18	193
2014	2	0	0	0	0	0	4	2	60	60	68	50	246
2015	3	0	0	0	0	0	0	2	51	83	178	23	340
2016	1	0	0	0	1	0	0	9	23	62	84	16	196
2017	0	0	0	1	0	0	0	6	16	25	79	50	177
2018	0	0	0	0	0	0	2	10	23	75	49	0	159
2019	0	0	0	0	0	0	2	7	51	76	41	6	183
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	6	64	2	6	78
2021	0	0	0	0	0	2	1	9	35	52	15	0	114
2022	0	1	0	0	1	1	0	7	39	75	6	1	131

Fonte: BD queimadas (INPE).

Observou-se, na Tabela 1, que a incidência de focos de calor geralmente se inicia no mês de agosto, com um aumento progressivo até alcançar o ápice em novembro, quando o número de focos de calor é consistentemente maior. Este padrão sazonal está associado à estação seca, que coincide com a redução da umidade do solo e da vegetação, criando condições ideais para a propagação do fogo.

A Tabela 2 estabelece a relação entre os focos de calor no estado do Amapá e a contribuição específica do município de Tartarugalzinho. Ao analisar a série temporal, observamos que a porção de focos de calor registrados em Tartarugalzinho representa, em média, 13% do total do estado do Amapá. Adicionalmente, o município frequentemente ocupa uma posição entre os quatro primeiros lugares nos anos com maior incidência de focos de calor.

Tabela 2. Relação dos focos de calor do município de Tartarugalzinho com o estado do Amapá.

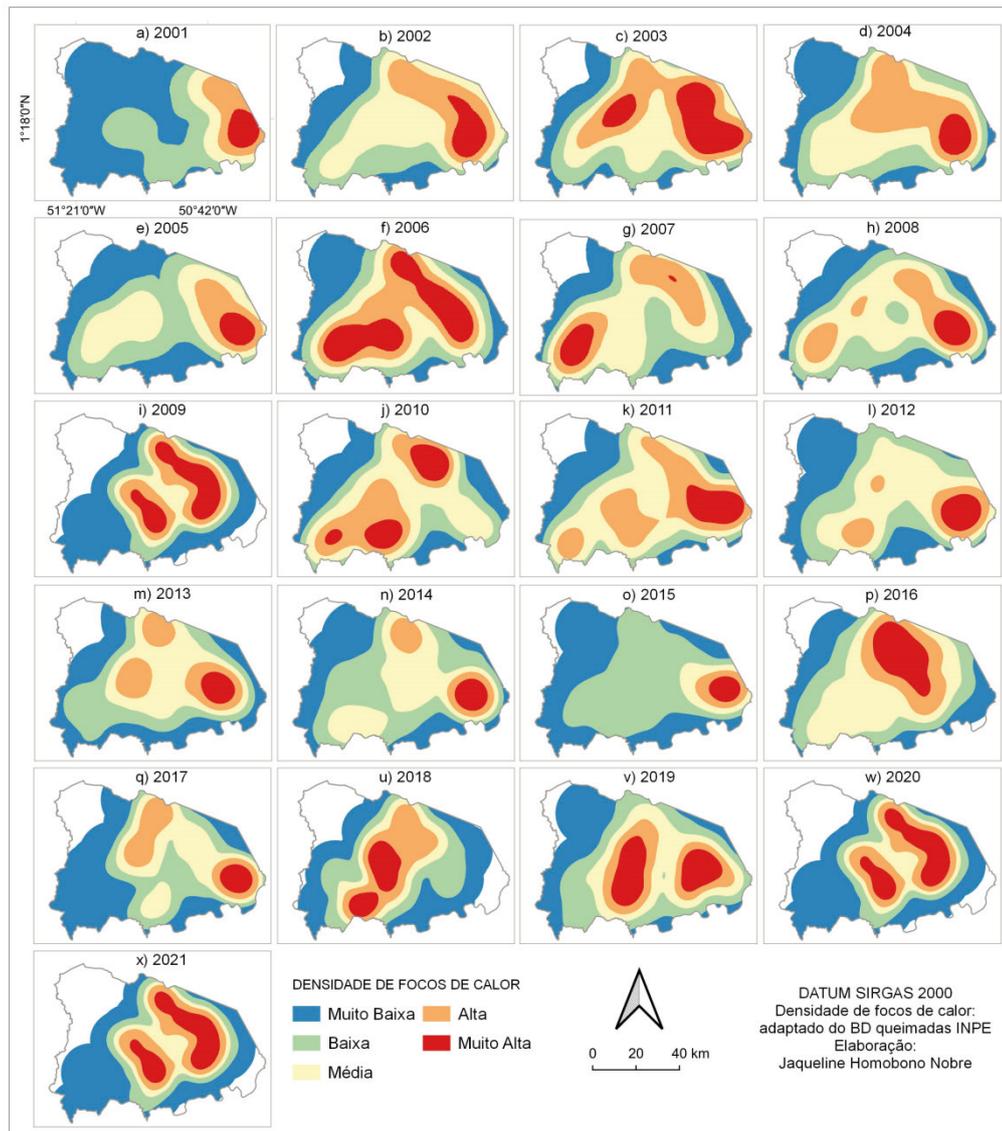
Ano	Amapá(ha)	Tartarugalzinho	%	Colocação
2001	1300	244	18,8	2º
2002	2652	282	10,6	2º
2003	2516	345	13,7	1º
2004	3413	353	10,3	4º
2005	2020	221	10,9	4º
2006	1665	302	18,1	1º
2007	1484	196	13,2	2º
2008	2153	288	13,4	3º
2009	2456	234	9,5	5º
2010	1000	133	13,3	3º
2011	1396	236	16,9	2º
2012	2518	248	9,8	5º
2013	1529	193	12,6	4º
2014	1848	246	13,3	1º
2015	2936	340	11,6	3º
2016	2595	196	7,6	6º
2017	1946	177	9,1	4º
2018	1206	159	13,2	2º
2019	1277	183	14,3	3º
2020	750	78	10,4	4º
2021	676	114	16,9	1º
2022	990	131	13,2	4º
Média	1833	223	13	

Fonte: Adaptado com os dados BD queimadas (INPE).

A incidência de focos de calor no município de Tartarugalzinho segue um padrão semelhante ao observado no estado do Amapá. Essa congruência de comportamento é evidente na Tabela 2, onde a sobreposição dos padrões do estado do Amapá e de Tartarugalzinho revela uma notável semelhança entre ambos. No entanto, em 2006, observou-se um comportamento divergente. Enquanto no estado do Amapá houve uma diminuição no número de focos de calor, seguindo uma tendência decrescente desde 2004, em Tartarugalzinho ocorreu um aumento nos focos de calor em 2006 em comparação com 2005.

Quando se realiza a análise de espacialização dos dados, os mapas da série histórica, gerados através da técnica de Kernel, destacam as densidades de ocorrência desses focos.

A Figura 2 apresenta a série histórica dos dados de focos de calor no período de 2001 a 2022, destacando a localização das diferentes classes de densidade de focos de calor, classificadas como muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. A região destacada em vermelho, que representa a classe de densidade muito alta, concentra-se consistentemente ao longo dos anos no setor leste do município de Tartarugalzinho, próximo à Reserva Biológica do Lago Piratuba, com exceção dos anos de 2007 e 2010.



Fonte: Adaptado do BD Queimadas INPE (2023).

Figura 2. Densidade de focos de calor anual do município de Tartarugalzinho para o período de 2001 a 2022.

A Reserva Biológica do Lago Piratuba tem um histórico de ocorrência de queimadas criminosas e incêndios florestais, geralmente associados a conflitos socioambientais relacionados ao extrativismo animal, degradação de lagos e igarapés, práticas agrícolas predatórias e à pecuária bubalina extensiva (Brito *et. al.*, 2016). No ano de 2000, ocorreram alguns focos de queimadas criminosas ocasionadas por pescadores da região e em novembro de 2001, um incêndio tomou grandes proporções na Reserva (Dias, 2003).

Assim, a área da Reserva Biológica do Lago Piratuba tem sido consistentemente afetada ao longo dos anos, indicando uma vulnerabilidade persistente a incêndios florestais, sendo essa área de risco elevado.

A classe de densidade média, identificada em amarelo na Figura 2, também apresenta uma distribuição significativa, embora menos concentrada do que a classe alta. As áreas de densidade média estão distribuídas de forma mais dispersa ao longo do município, e que requer consideráveis atenção. A presença de focos de calor em áreas de densidade média pode estar relacionada a fatores como a expansão agrícola moderada e o uso do fogo como prática de manejo de terras, especialmente em áreas de transição entre florestas e zonas de uso agropecuário.

O que é corroborado por Rauber (2019) ao apresentar que tanto o desmatamento quanto a incidência de focos de calor está relacionada com o eixo de influência da BR-156, que são áreas remanescentes do Cerrado amapaense, que corresponde cerca de 12% da área total do estado do Amapá e, sofre em média, 40% dos focos de queimadas registrados. Ainda enfrenta a expansão da fronteira agrícola, sendo o município de Tartarugalzinho um dos três polos de concentração de cultivo empresarial de soja.

Este resultado pode estar relacionado ao que foi discutido por Caric *et al.* (2022), as áreas queimadas registradas no estado do Amapá estão principalmente localizadas nas regiões previamente desmatadas pelos seus usos anteriores.

Desse modo, essas queimadas ocorrem principalmente ao longo das áreas de savana no estado do Amapá, especialmente nas proximidades das rodovias.

Conforme relatado por Do Nascimento (2023), a predominância dos focos de queimada nesta região está relacionada ao avanço da expansão agrícola e ao desmatamento ao longo das rodovias. A pecuária e a agricultura são os principais meios de desenvolvimento econômico na área, sendo práticas que, de maneira antiquada, dependem do uso do fogo como meio de limpeza do local para realizar o manejo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo sobre a dinâmica espacial e temporal dos focos de calor no município de Tartarugalzinho, Amapá, no período de 2001 a 2022, revelou como resultado as áreas próximas à Reserva Biológica do Lago Piratuba, especialmente no setor leste do município, são consistentemente vulneráveis a incêndios florestais, destacando-se como zonas de risco elevado.

A análise das classes de densidade de focos de calor, com ênfase nas categorias alta e média, demonstra que a recorrência de queimadas nessas áreas pode estar associada a atividades humanas, como o desmatamento e a expansão agrícola. Indicando a necessidade de um aprofundamento maior na investigação das atividades agrícolas e pecuárias e sua relação com a ocorrência de focos de calor. A influência dessas atividades sobre a dinâmica dos focos de calor é um aspecto crucial que ainda não foi explorado em profundidade.

REFERÊNCIAS

- AMAPÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amapá. **Relatório diagnóstico da gestão ambiental do Município de Tartarugalzinho** / Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Assessoria de Municipalização (ASSEMUN); Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM). – Macapá: Sema, 2017. 20 p.
- ANDELA, N.; MORTON, D. C.; GIGLIO, L.; CHEN, Y.; VAN DER WERF, G. R.; KASIBHATLA, P. S.; DEFRIES, R. S.; COLLATZ, G. J.; HANTSON, S.; KLOSTER, S.; BACHELET, D.; FORREST, M.; LASSLOP, G.; LI, F.; MANGEON, S.; MELTON, J. R.; YUE, C.; RANDERSON, J. T. **A human-driven decline in global burned area.** *Science*, n. 356, p. 1356-1362, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aal4108>.
- BARROS, J. R. B.; ZAVATINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. *Mercator*, v. 08, n. 16, 2009, p. 255 – 261.
- BRITO, D. M. C.; BASTOS, C. M. C. B.; FARIAS, R. T. S. de; SOARES A. C. de P. M. Conflitos Socioambientais na Reserva Biológica do Lago Piratuba/Ap. 5º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade, *Anais [...]*, 2016.
- CARIC, G. S.; ROCHA, G. F.; BELÉM, F. L.; ARAÚJO, F. M. D. Desmatamentos e queimadas no estado do Amapá entre os anos de 2001 e 2019. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, n. 57, 2022.
- CBMGO. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. **Manual Operacional de Bombeiros: prevenção e combate a incêndios florestais.** Goiânia: CBMGO, p. 260, 2017.
- COBRADE. Classificação e Codificação Brasileira de Desastres. **Classificação e codificação brasileira de desastres. 2015.** Disponível em <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=2a09db34-e59a-4138-b568e1f00df81ead&groupId=185960>. Acesso: 15 outubro 2021
- CUNHA, A. C. da; STERNBERG, L. da S. L. Using stable isotopes O18 and H2 of lake water and biogeochemical analysis to identify factors affecting water quality in four estuarine Amazonian shallow lakes. *Hydrological Processes*, v. 32, p. 1188-1201, 2018.
- DIAS, T. C. **Gestão Participativa: Uma alternativa de eco desenvolvimento para a Reserva Biológica do Lago Pirituba/AP.** Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental). Universidade de Brasília, Brasília. P. 155, 2003.
- DO NASCIMENTO, F. I. C.; ARRAES, G. A.; ALVIM, D. S.; PAULO, J.; GOBO, A.; DE MOURA JESUS, L. I. Análise da concentração de black carbon e focos de queimadas na amazônia legal entre os anos de 2016 e 2021 a partir de dados do merra-2. XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, *Anais [...]* v. 20, p. 1-4, 2023.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais.** 2022. Disponível em <<http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 26/01/2022.
- KIRCHHOFF, V. W. J. H.; NAKAMURA, Y.; MARINHO, E. V. A.; MARIANO, M. M. Excess ozone production in Amazonia from large scale burnings. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, v. 54, n. 5, p. 583-588, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0021-9169\(92\)90098-6](https://doi.org/10.1016/0021-9169(92)90098-6).

- LI, X.; SONG, K.; LIU, G. Wetland fire scar monitoring and its response to changes of the Pantanal wetland. **Sensors**, v. 20, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20154268>
- LIZUNDIA-LOIOLA, J.; PETTINARI, M. L.; CHUVIECO, E. Temporal anomalies in burned area trends: satellite estimations of the Amazonian 2019 fire crisis. **Remote Sensing**, v. 12, n. 151, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12010151>.
- LOPES, M. N. G.. **Aspectos regionais da variabilidade de precipitação no Estado do Pará: estudo observacional e modelagem climática em alta resolução**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará/ Faculdade de Meteorologia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Belém-PA, P. 80, 2009.
- LOPES, P. P. P. **Transporte de sólidos em suspensão e qualidade da água em Zona Estuarina Amazônica**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical). Universidade Federal do Amapá, p. 62, 2019.
- LYRA, A. A. **Estudo de vulnerabilidade do bioma Amazônia aos cenários de mudanças climáticas**. 2015. 128 p. Dissertação (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sao Jose dos Campos, 2015. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34P/3K3ATEL>>. Acesso em: 05 de abri. de 2021.
- MIRANDA, H. S.; SAITO, C. H. & DIAS, B. F. S. **Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga**. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, 187p. 1996.
- NEVES, D. G. **Influência da vegetação na precipitação pluviométrica Sazonal do Estado do Amapá: um estudo de variabilidade climática**. 2012. 129 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá. 2012.
- RAUBER, A. L. **A dinâmica da paisagem no estado do Amapá: análise socioambiental para o eixo de influência das rodovias BR-156 e BR-210**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás/UFG, 2019.
- SOUZA, E. B. D.; KAYANO, M. T.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G.; NOBRE, C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. **Acta Amazônica**, v.30, n.2, p.305-318. 2000.