REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS FOCOS DE CALOR NA RESEX ARIÓCA PRUANÃ, EM OEIRAS DO PARÁ-PA

ANALYSIS AND MAPPING OF HEAT SOURCES IN THE ARIOCA PRUANÃ EXTRACTIVE RESERVE, IN OEIRAS DO PARÁ-PA.

ANÁLISIS Y MAPEO DE FUENTES DE CALOR EN LA RESERVA EXTRACTIVA ARIOCA PRUANÃ, EN OEIRAS DO PARÁ-PA.

Lenize Mayane Silva Alves
Especialista em Agroecologia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: mayanelnz@hotmai.com

Márcia de Almeida
Eng. Sanit. e Ambiental, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil
E-mail: marcia.ufpaeng@gmail.com

Tatiane Farias de Almeida
Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: tatiane.ufpa23@gmail.com

Valfredo Almeida Chaves
Doutor em Agronomia/Ciência dos Solso, Instituto Federal do Pará, Brasil
E-mail: valfredo.chaves@ifpa.edu.br

Mirelli de Oliveira Ribeiro
Graduando em agronomia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: mrmirellii@gmail.com

Evaldo Morais da Silva
Graduando em agronomia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: **evaldomorais@ufpa.br**

Djane dos Anjos Veloso
Graduando em agronomia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: djane.veloso@cameta.ufpa.br

Ruan Benedito Gaia Cabral
Eng. Ambiental e de Energia Renováveis, SEMMA-Cametá, Brasil

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

E-mail: ruangaiacabral@gmail.com

Maria dos Anjos Corrêa Dias
Engenheira agrônoma, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: maria01cdiass@gmail.com

Glenda Ipiranga Dutra
Graduando em agronomia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: glendaipiranga2@gmail.com

Jadson Gomes Belém
Engenheiro agrônomo, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: jadsonbelem182@gmail.com

Rafael Coelho Ribeiro
Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: rribeiro@ufpa.br

Resumo

A prática tradicional do uso do fogo é comum entre as populações rurais e tem se configurado como um fator de pressão crescente sobre a integridade desses territórios, particularmente no bioma Amazônico. Diante deste cenário, esta pesquisa teve como objetivo quantificar e analisar a dinâmica espacial e temporal dos focos de calor na RESEX Arióca Pruanã, localizada em Oeiras do Pará (PA), abrangendo o período de 2021 a 2024. Para a análise, foram utilizados dados de focos de calor obtidos por meio dos satélites NOAA-21, AQUA, TERRA e S-NPP. O processamento e a análise geoespacial foram realizados no *software* QGIS 3.16.11. A distribuição espacial foi modelada pelo Estimador de Densidade de Kernel (KDE), cujo raio de influência foi definido pela metodologia de otimização de Silverman (1986). Os resultados revelaram uma alta recorrência do fenômeno, com um total de 1.840 focos de calor registrados no interior da RESEX e 5.422 em sua zona de amortecimento. O ano de 2023 concentrou a maior severidade do fenômeno, com um pico notório nos meses de outubro e novembro, responsáveis por mais de 80% dos registros anuais. Espacialmente, as maiores concentrações de foco foram observadas nas porções sul e sudeste da reserva, em áreas de transição entre a vegetação nativa e as zonas sob intervenção antrópica. A RESEX Arióca Pruanã enfrenta um quadro de vulnerabilidade crítica a incêndios, regida pela interação complexa entre fatores climáticos e o uso do solo no entorno. A aplicação do KDE demonstrou ser uma ferramenta eficaz na identificação e delimitação das áreas de maior risco, fornecendo subsídios indispensáveis para o aprimoramento do planejamento de ações de prevenção e do Manejo Integrado do Fogo.

Palavras-chave: sensoriamento remoto; Amazônia; densidade de Kernel; unidades de conservação.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

Abstract

The traditional practice of using fire is common among rural populations and has become a growing pressure factor on the integrity of these territories, particularly in the Amazonian biome. Given this scenario, this research aimed to quantify and analyze the spatial and temporal dynamics of hotspots in the Arióca Pruanã Extractive Reserve, located in Oeiras do Pará (PA), covering the period from 2021 to 2024. For the analysis, hotspot data obtained from the NOAA-21, AQUA, TERRA, and S-NPP satellites were used. Geospatial processing and analysis were performed using QGIS 3.16.11 software. The spatial distribution was modeled using the Kernel Density Estimator (KDE), whose radius of influence was defined by the Silverman optimization methodology (1986). The results revealed a high recurrence of the phenomenon, with a total of 1,840 hotspots recorded inside the RESEX and 5,422 in its buffer zone. The year 2023 concentrated the greatest severity of the phenomenon, with a notable peak in the months of October and November, responsible for more than 80% of the annual records. Spatially, the highest concentrations of hotspots were observed in the southern and southeastern portions of the reserve, in transition areas between native vegetation and zones under anthropic intervention. The Arióca Pruanã RESEX faces a critical vulnerability to fires, governed by the complex interaction between climatic factors and land use in the surrounding area. The application of KDE proved to be an effective tool in identifying and delimiting the areas of greatest risk, providing indispensable subsidies for improving the planning of prevention actions and Integrated Fire Management.

Keywords: remote sensing; Amazon; Kernel density; conservation units.

Resumen
La práctica tradicional del fuego es común entre las poblaciones rurales y se ha convertido en un factor de presión creciente sobre la integridad de estos territorios, particularmente en el bioma amazónico. Ante este escenario, esta investigación tuvo como objetivo cuantificar y analizar la dinámica espacial y temporal de los puntos calientes en la Reserva Extractiva Arióca Pruanã, ubicada en Oeiras do Pará (PA), durante el período de 2021 a 2024. Para el análisis, se utilizaron datos de puntos calientes obtenidos de los satélites NOAA-21, AQUA, TERRA y S-NPP. El procesamiento y análisis geoespacial se realizó con el software QGIS 3.16.11. La distribución espacial se modeló utilizando el Estimador de Densidad Kernel (KDE), cuyo radio de influencia se definió mediante la metodología de optimización Silverman (1986). Los resultados revelaron una alta recurrencia del fenómeno, con un total de 1840 puntos calientes registrados dentro de la RESEX y 5422 en su zona de amortiguamiento. El año 2023 concentró la mayor severidad del fenómeno, con un pico notable en los meses de octubre y noviembre, responsables de más del 80% de los registros anuales. Espacialmente, las mayores concentraciones de puntos críticos se observaron en las zonas sur y sureste de la reserva, en zonas de transición entre la vegetación nativa y las zonas bajo intervención antrópica. La RESEX Arióca Pruanã enfrenta una vulnerabilidad crítica a los incendios, determinada por la compleja interacción entre los factores climáticos y el uso del suelo en el área circundante. La aplicación de KDE demostró ser una herramienta eficaz para identificar y delimitar las áreas de mayor riesgo, proporcionando subsidios indispensables para mejorar la planificación de las acciones de prevención y la Gestión Integrada de Incendios.

Palabras clave: teledetección; Amazonía; densidad de núcleos; unidades de conservación.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

1. INTRODUÇÃO

As Reservas extrativistas (RESEX), são unidades de conservação federal que visam proteger os saberes tradicionais, cultura e os meios de vida das populações tradicionais e garantir o uso sustentável dos recursos naturais. Nessas áreas observam-se os sistemas produtivos pautados na sociobiodiversidade, nos quais os quintais agroflorestais são a base da economia e da alimentação desses povos (SILVA, 2024).

O uso do fogo é uma prática comumente adotada principalmente pelos pequenos e médios agricultores, os biomas do Cerrado e Amazônico apresentaram no ano de 2025 maior número de focos de calor correspondendo a cerca de 78% de todo o território nacional (INPE, 2025). O fogo em Unidades de Conservação - UCs é um fenômeno espacialmente previsível, com forte influência antrópica e que apresenta sazonalidade. Essa alta frequência de fogo é uma ameaça e pressão constante para as UCs, principalmente nos biomas Cerrado e Amazônico. A ocorrência de focos de calor é, em grande parte, induzida por atividades humanas no entorno das UCs, podendo ter seu potencial amplificado por fenômenos naturais, associados a estação de seca, como El Niño, (NETO et al., 2020).

Neste contexto, Szpakowski e Jensen (2019), destacam a importância de pesquisas científicas que buscam entender como os incêndios florestais desempenham um papel importante na dinâmica dos ecossistemas, na gestão do território e nos processos globais. Compreender a dinâmica associada a incêndios florestais, como riscos, distribuição espacial e efeitos, é importante para desenvolver uma compreensão clara de suas influências ecológicas. Essa busca por entendimento traz consequências benéficas, como o desenvolvimento de ferramentas mais eficientes que ajudam a compreender essa problemática, considerando que a queima da biomassa nos ecossistemas são as principais responsáveis pelos impactos sobre clima e a biodiversidade.

Diante dessa problemática a adoção de novas tecnologias para o monitoramento e combate aos incêndios na vegetação tem ganhado destaque

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

entre a comunidade científica. O uso de geotecnologias como o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), tem se mostrado uma ferramenta importantíssima, por apresentar alta capacidade de processamento e armazenamento em larga escala de dados geoespaciais, que são fundamentais para a interpretação de focos de calor e possíveis incêndios (SANTOS et al., 2017).

Nesse sentido o objetivo desta pesquisa foi quantificar e analisar o comportamento espacial e temporal dos focos de calor detectados no período de 2021 a 2024, na RESEX Arióca Pruanã e em áreas adjacentes, em Oeiras do Pará, PA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

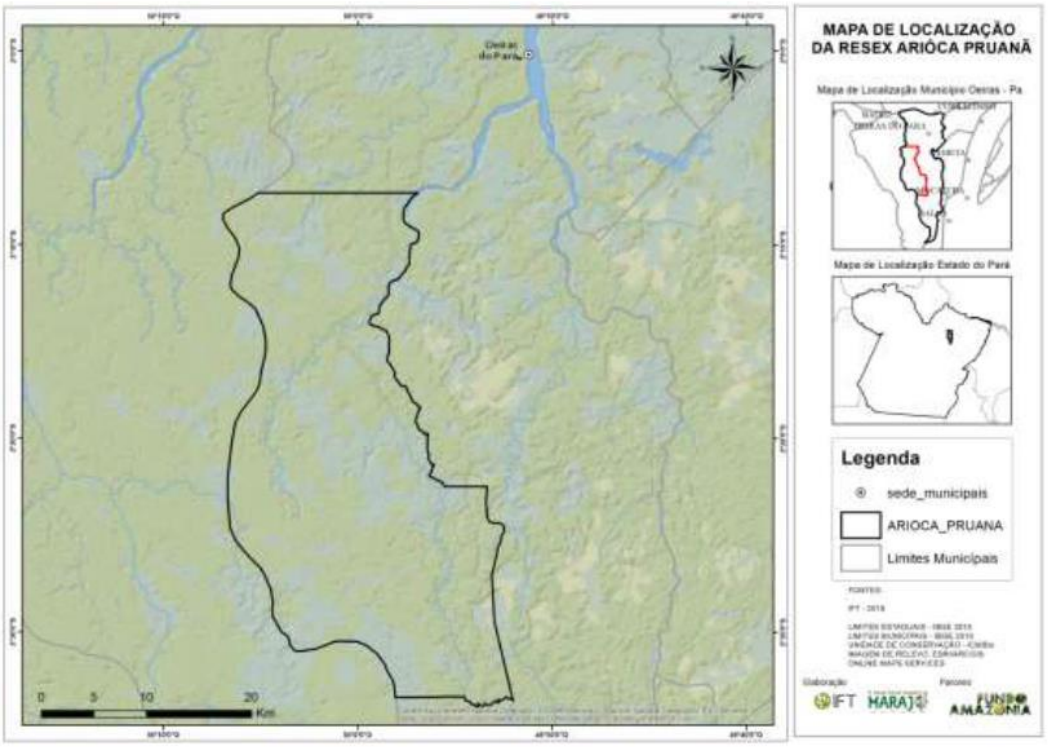
A Reserva Extrativista (RESEX) Arióca Pruanã é uma Unidade de Conservação de uso sustentável, criada pelo Decreto nº s/n, de 16 de novembro de 2005, com o objetivo de proteger o meio ambiente e garantir o uso sustentável dos recursos naturais renováveispelas comunidades extrativistas tradicionais dentro de seus limites (BRASIL, 2005).

Localizada no município de Oeiras do Pará (PA), a RESEX possui uma área de 83.445,125 hectares e está inserida na mesorregião nordeste paraense, mais especificamente na microrregião de Cametá. O território é composto por 27 comunidades organizadas em seis polos comunitários: Melancial, São Sebastião, Vila Valério, Deus Proverá, Pedreira e Palmeiras, beneficiando aproximadamente 565 famílias. Estima-se que a população residente ultrapasse 2.800 pessoas. A economia local é sustentada pela agricultura de subsistência, com destaque para a produção de farinha de mandioca, além do extrativismo de açaí, madeira, pupunha e outras espécies florestais de interesse socioeconômico (IFT, 2019). A seguir, a figura 1 indica a localização da Reserva Extrativista Arióca Pruanã.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

Figura 01 – Localização da Reserva Extrativista (Resex) Arióca Pruanã em relação a sede do município de Oeiras, estado do Pará.



Fonte: Instituto Floresta Tropical (2019)

.

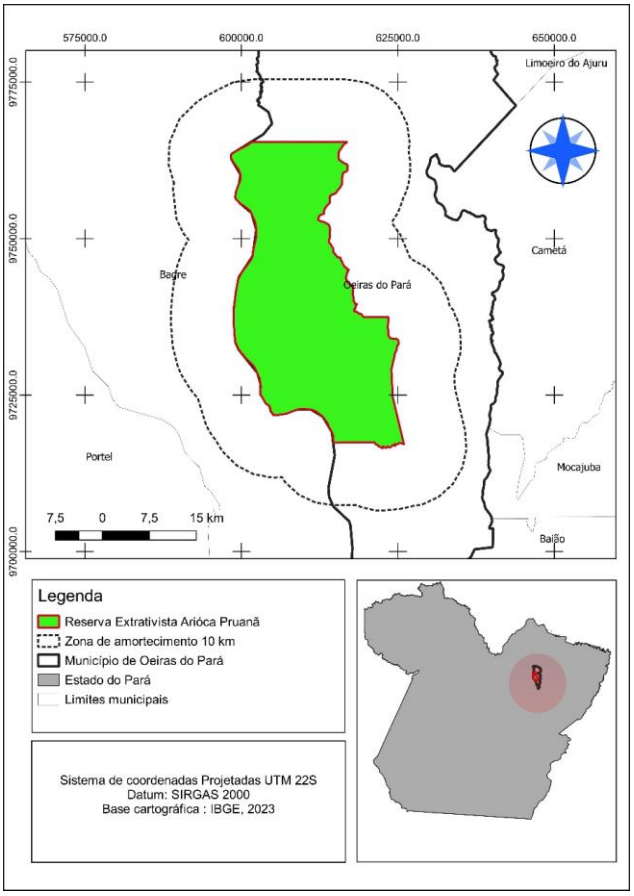
2.2 COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS

Para obtenção dos dados e posterior processamento, adotou-se um procedimento metodológico dividido em etapas. Na primeira etapa realizou-se a obtenção e delimitação dos dados vetoriais correspondente a RESEX Arióca Pruanã, obtidos na base de dados cartográficos do (IBGE, 2025) e (ICMBIO, 2025). Em seguida foi realizada a coleta dos dados de focos de calor para o recorte delimitado correspondente a área da RESEX Arióca Pruanã e o seu entorno, considerando uma Zona de amortização de 10 km e o período de estudo 2021 a 2024, conforme observado na figura 2.

Figura 2. Localização da área de amortecimento da Reserva Extrativista (Resex) Arióca Pruanã em relação a sede do município de Oeiras, estado do Pará.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Os dados de focos de calor utilizados nesta pesquisa foram obtidos dos sensores a bordo dos satélites da série NOAA-20, AQUA – M – T, S-NPP e TERRA nos anos de 2021 a 2024 (Tabela 1).

Tabela 1: Características dos satélites de referência utilizados pelo INPE para identificação dos focos de calor

Satélite	Resolução espacial (km)	Resolução temporal	Canal termal
AQUA/TERRA	1 X 1	2 X 2 / dia	20 (3.66-3.84 µm
Série NOAA	1,1 1,1	2 X 2 / dia	3 (3,55-3,93um)
S-NPP	1 X 1	2 X 2 / dia	22(0,412 -12,013 µm)

Fonte: Modificado de Santos et al. (2017)

Logo após o recorte contendo os focos de calor na RESEX e em sua área de amortecimento, foram confeccionados mapas de estimativa de densidade de Kernel. O mapa de Kernel é uma ferramenta estatística não-paramétrica que

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

transforma pontos a partir de coordenadas geográficas em uma superfície de distribuição espacial contínua, diminuindo a influência de erros de posicionamento. A partir desse estimador é possível gerar mapas que representem a densidade de ocorrência de determinados fenômenos como focos de incêndio, sendo fundamental para gestão de riscos, pois mapeia as áreas com maior concentração de riscos (SHUO et al., 2021).

A definição do raio de influência do estimador de *Kernel* é fundamental para se obter resultados condizentes com a realidade. Ao usar um raio muito grande, informações importantes podem ser perdidas, entretanto, ao utilizar um raio muito pequeno, informações locais terão um impacto significativo no mapa de densidade de *Kernel* (KRISP et al., 2009). Portanto, faz-se necessário adoção de métodos estatísticos que auxiliam na determinação do raio de influência.

Para a definição do parâmetro de suavização, conhecido como raio de influência ou largura de banda (h), utilizou-se a abordagem estatística de Silverman (1986), que estabelece a largura de banda ótima como $h=1.06 \times \sigma \times n^{-1/5}$, onde σ corresponde ao desvio padrão das distâncias entre pontos e n ao número total de observações. O processamento foi conduzido no QGIS através da ferramenta matriz de distância, gerando raios de influência distintos para cada período de avaliação, a saber: 4646 m (2021), 4053 m (2022), 2893 m (2023) e 3698 m (2024). Esses valores foram posteriormente aplicados na função *Kernel* para a modelagem da superfície de densidade de focos de calor.

Para a realização do processamento geoespacial e análise dos dados, recorreu-se ao *software* livre QGIS, utilizando-se a versão 3.16.11. Com o intuito de facilitar a representação e a interpretação dos resultados de interpolação, a superfície de densidade obtida foi categorizada em cinco classes distintas: 1) muito baixa, 2) baixa, 3) média, 4) alta e 5) muito alta.

Para a classificação da superfície de densidade (*raster*), foi empregado o método estatístico de Quebras Naturais (Jenks). Considerado o mais robusto para a representação de distribuições não uniformes (JENKS, 1967), este método maximiza a homogeneidade interna das classes e as diferenças entre elas, refletindo com maior fidelidade os padrões estatísticos dos dados. O

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

processamento foi executado no software QGIS, iniciando-se pela conversão do *raster* original em um conjunto vetorial de pontos. Em seguida, o método de Jenks foi aplicado para definir os intervalos de classes, que foram utilizados para a reclassificação final do *raster* por meio da ferramenta reclassificar por tabela, assegurando a coerência estatística na representação temática do fenômeno.

Para a análise das condições climáticas do município de Oeiras do Pará, utilizaram-se dados secundários provenientes dos Anuários Climatológicos do Estado do Pará dos anos de 2021, 2022, 2023 e 2024, elaborados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS/PA).

Como o município de Oeiras do Pará não possui estação meteorológica, adotou-se como referência a estação Cametá (INMET – código A249), por estar localizada a aproximadamente 53 km de distância e apresentar condições climáticas semelhantes, pertencendo à mesma microrregião do Baixo Tocantins.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 e 3 são apresentados o número de focos de calor registrados no entorno da zona de amortecimento e no interior da área da Reserva Extrativista (RESEX) Arióca Pruanã em Oeiras do Pará, PÁ. Como pode ser observado, foram registrados um total de 1840 focos de calor dentro da reserva e 5422 no entorno durante o período de avaliação, compreendido entre janeiro de 2021 a dezembro de 2024.

Tabela 2: Focos de calor detectados entre 2021 e 2024 na Reserva Extrativista (RESEX) Arióca Pruanã pelos satélites série NOAA-21, AQUA – M – T e S-NPP.

Ano/Mês	2021	2022	2023	2024	Total mensal
Janeiro	0	0	2	0	2
Fevereiro	1	0	0	0	1
Março	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

Maio	0	0	0	0	0
Junho	1	0	6	4	11
Julho	7	3	16	6	32
Agosto	17	4	21	11	53
Setembro	4	11	56	8	79
Outubro	20	73	419	105	617
Novembro	66	50	742	156	1014
Dezembro	10	2	8	13	33
Total Anual	**126**	**143**	**1268**	**303**	

Fonte: Terra Brasilis, INPE (2025)

Tabela 3: Focos de calor detectados entre 2021 e 2024 na área do entorno da Reserva extrativista (RESEX) Arióca Pruanã pelos satélites série NOAA-21, AQUA – M – T e S-NPP.

Ano/Mês	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**Total mensal**
Janeiro	0	4	4	5	**13**
Fevereiro	0	0	0	3	**3**
Março	0	0	0	0	**0**
Abril	0	0	0	0	**0**
Maio	1	0	1	0	**2**
Junho	3	1	19	4	**27**
Julho	8	17	29	35	**89**
Agosto	12	29	74	43	**158**
Setembro	12	143	187	62	**404**
Outubro	154	275	1175	569	**2173**
Novembro	147	13	931	1307	**2398**
Dezembro	42	3	26	84	**155**
Total Anual	**379**	**485**	**2446**	**2112**	

Fonte: Terra Brasilis, INPE (2025)

A avaliação temporal dos focos de calor na Reserva Extrativista (RESEX) Arioca Pruanã revelou uma acentuada variabilidade interanual e sazonal no período de 2021 a 2024. O somatório de 1.840 focos de queimadas registrados atesta que este é um fenômeno recorrente na área de conservação, sendo o ano de 2023 o período de maior criticidade em número de ocorrências. Tal comportamento sugere uma forte correlação com as condições climáticas que favorecem a propagação do

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

fogo caracterizadas por períodos de estiagem prolongada e o aumento das temperaturas médias. Conforme apontado por Brando et al. (2019), esses fatores intensificam significativamente a suscetibilidade à ignição e a propagação de incêndios florestais na Amazônia.

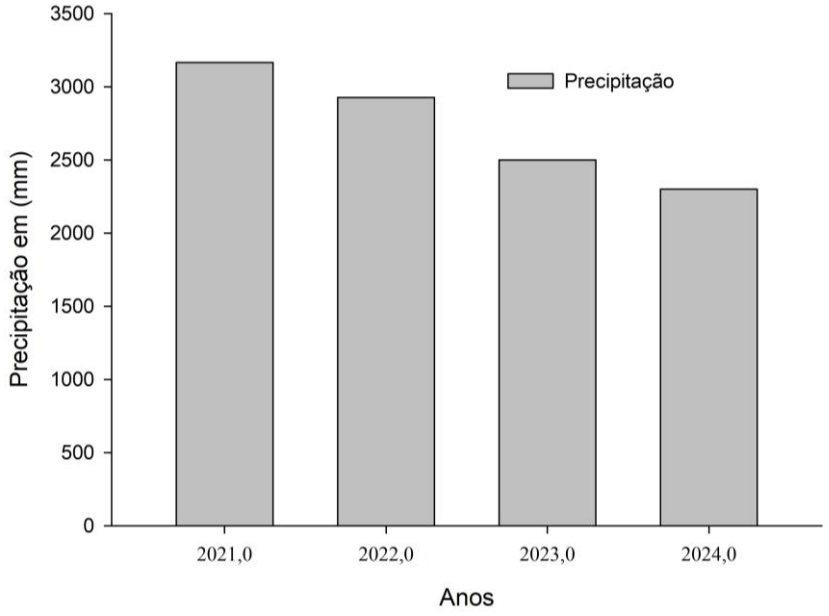
O ano de 2023 apresentou maior número de focos de queimadas dentro da reserva, seguido de 2024. O ano 2021, no período de avaliação considerado, foi o que apresentou um menor número de focos de queimadas. Esse crescimento notório na quantidade de focos em 2023 pode ser igualmente atribuído à intensificação das atividades antrópicas no entorno da reserva, notadamente a expansão de áreas destinadas à agricultura e pecuária. Tais práticas, recorrentes na Amazônia durante a estação seca, exercem uma pressão considerável. Segundo Silva Junior et al. (2018), a proximidade com áreas sob intervenção humana influencia diretamente a dinâmica do fogo em unidades de conservação, particularmente em cenários marcados pela deficiência na fiscalização e pela fragilidade da gestão territorial. Na tabela 3 são apresentados os focos de calor no entorno da RESEX, demonstrando que os dados observados corroboram os autores citados.

Ao analisarmos os focos de calor considerando os meses do ano, constata-se que o mês de novembro foi o que se observou o maior número de focos de queimadas (1014), seguido do mês de outubro que apresentou 617 focos dentro da área da reserva. Os meses de janeiro a maio apresentaram o menor número de focos de queimadas dentro da reserva. A distribuição dos focos de calor demonstrou uma alta concentração nos meses de outubro e novembro, os quais agruparam 99,04% do total de registros. Este pico de incidência coincide perfeitamente com o ápice do período de estiagem no estado do Pará. A figura 3, ilustra os valores acumulados anuais de precipitação para região de estudo no período de 2021 a 2024.

Figura 3. Precipitação total (mm) anual, no município de Oeiras do Pará, com base na estação de Cametá (referência climática), no período de 2021 a 2024.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados de SEMAS/PA (2021–2024).

Conforme observado na figura 3 os anos de 2023 e 2024 apresentaram menor precipitação acumulada no ano, o que favoreceu o aumento no número de focos de calor nesse período.

O padrão observado é coerente com a literatura especializada: Barlow et al. (2020), indicam em seu trabalho a janela de setembro a dezembro como o momento de maior criticidade na Amazônia, quando a umidade relativa do ar atinge seus patamares mínimos e a disponibilidade de biomassa seca como combustível é elevada. Em contraste, os meses correspondentes à estação chuvosa (janeiro a maio) registraram uma frequência de ocorrências significativamente menor, solidificando a forte correlação entre as condições meteorológicas e a deflagração dos focos de calor.

Para além da influência dos fatores climáticos, o padrão de comportamento sazonal observado pode também ser um indicativo da persistência de práticas culturais locais que fazem uso tradicional do fogo, seja para a manutenção e limpeza de áreas de cultivo ou para a renovação de pastagens. Conforme destacam Lemos e Cunha (2021), o fogo ainda figura como uma ferramenta agrícola de importância nas comunidades extrativistas e rurais da Amazônia. No

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

entanto, o seu uso sem o devido controle ou manejo adequado eleva substancialmente o risco de deflagração de incêndios florestais no interior das unidades de conservação.

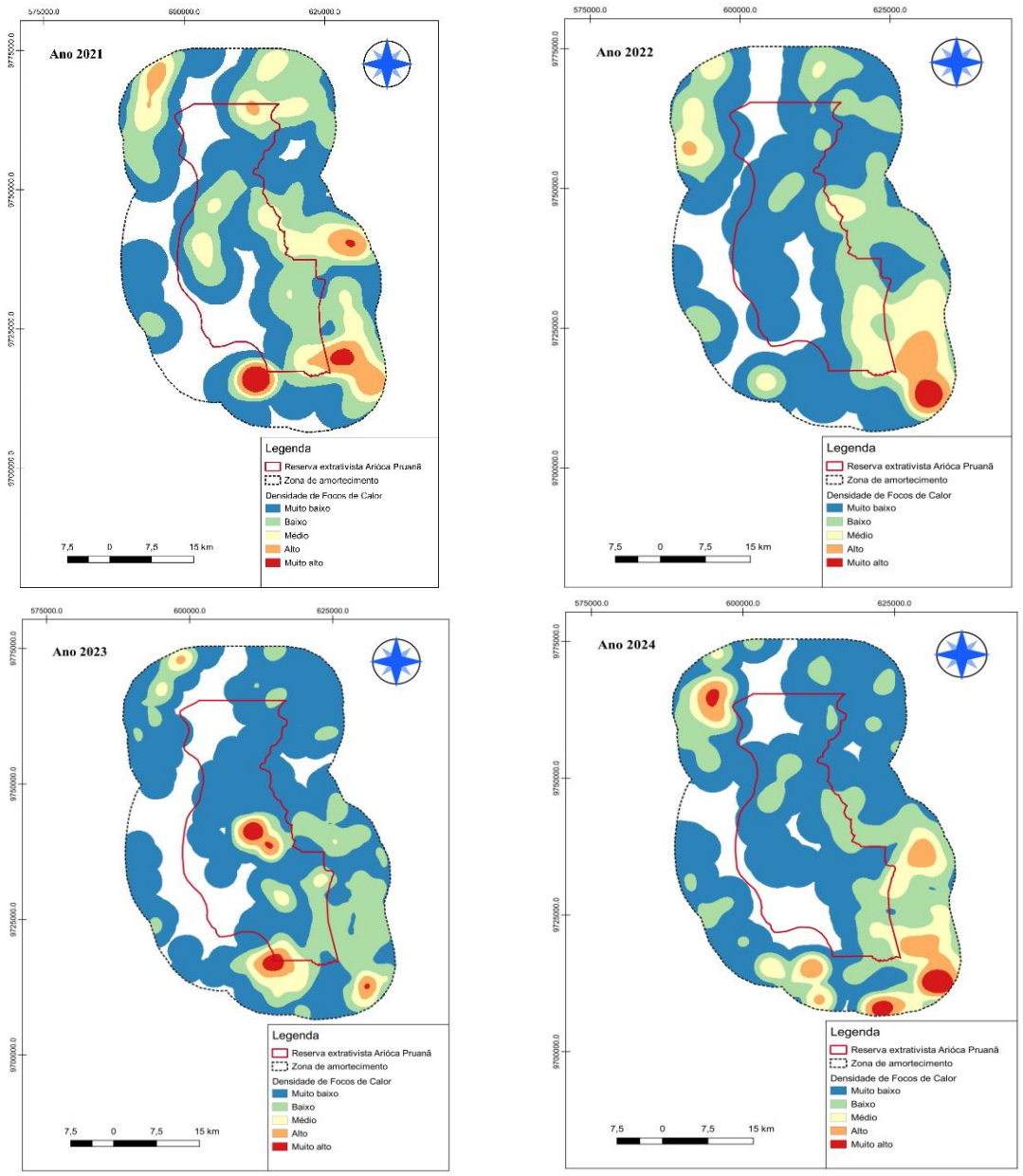
A figura 4 ilustra a distribuição espacial dos focos de calor na RESEX Arióca Pruanã, modelada pelo Estimador de Densidade de Kernel (KDE) para os anos de 2021 a 2024. A avaliação do período de estudo demonstra variações significativas na intensidade e na localização dos focos de calor, o que reflete a dinâmica espaço-temporal da ocupação do solo na região. O KDE forneceu uma representação contínua da intensidade pontual, permitindo a identificação e o mapeamento das áreas de maior risco dentro da Reserva extrativista Arióca Pruanã e sua zona de amortecimento. A escolha metodológica é corroborada por Santos et al. (2017), cuja pesquisa demonstrou que o estimador de densidade otimiza a análise visual para a detecção de focos de queimadas. Desse modo, a análise empregada possui um alto potencial para delimitar as áreas prioritárias de intervenção e gestão de risco de incêndios na unidade de conservação estudada.

Em 2021, as áreas de alta densidade concentraram-se majoritariamente na porção sul da RESEX, em zonas limítrofes à transição entre floresta e áreas antropizadas. Segundo Silva Junior et al. (2022), afirmam que uma das principais causas de incêndios florestais é a ocorrência de períodos de seca atípicos na Bacia Amazônica. As interações entre a dinâmica da vegetação, as mudanças climáticas regionais e a pressão antropogênica levam a uma alta heterogeneidade na distribuição espaço-temporal dos incêndios (CANO-CRESPO et a., 2023). Assim como evidenciado nos trabalhos de Silva Junior et a. (2022) e Cano-Crespo et al. (2023), este estudo demonstra que o padrão identificado sugere uma forte influência das atividades agropecuárias e das queimadas associadas ao preparo do solo durante a estação seca.

Figura. 4 - Mapas de densidade dos focos de calor detectados pelos sensores dos satélites da série NOAA-20, AQUA – M – T e S-NPP e TERRA no período de 2021 a 2024 gerado pelo estimador de densidade *kernel*

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

O ano de 2022 apresentou uma redução na intensidade geral dos focos, com uma distribuição mais dispersa e a predominância de densidades moderadas. Tal diminuição pode ser correlacionada a condições climáticas mais úmidas ou à eficácia das ações de monitoramento e de políticas de restrição ao uso do fogo na região.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

Em contrapartida, 2023 foi marcado por uma intensificação expressiva da densidade de Kernel, com a formação de núcleos críticos nas regiões sul e nordeste e dentro da própria reserva diferentemente dos outros períodos avaliados em que ficou evidenciado pontos críticos apenas na zona de amortecimento da reserva. Este aumento acentuado é frequentemente associado a eventos climáticos extremos, como o El Niño, que elevam a temperatura e reduzem drasticamente a umidade relativa do ar, ampliando a propagação de incêndios florestais. Assim como observado por Neto et al. (2019), em seu estudo dentro de uma unidade de conservação onde evidenciaram uma alta incidência de focos de incêndio nas zonas de amortecimento internas e externas, o que demonstra uma maior ocorrência de incêndios originados fora das áreas circundantes e que se alojam no Parque.

Finalmente, os resultados de 2024 apontam para uma distribuição mais dispersa e homogênea, com o predomínio de densidades baixas a moderadas. Este cenário indica uma possível redução na ocorrência de queimadas e/ou uma maior efetividade nas medidas de prevenção e controle, sugerindo um menor uso do fogo nas práticas produtivas locais.

Em contra partida, esse período apresentou pontos mais críticos na porção sudeste da zona de amortecimento da reserva e na região noroeste, o que ainda não havia sido observado nos anos anteriores.

4. CONCLUSÃO

A análise temporal evidenciou que os meses de outubro e novembro, apresentaram maior número de focos de calor.

Quanto a espacialização e distribuição desses focos observou-se um padrão de distribuição, onde as zonas limítrofes da reserva na sua porção sudeste e sul apresentaram maior densidade de kernel. O ano de 2023 configurou-se como o período de maior criticidade dentro da série histórica, notabilizado pela observação de focos de calor em áreas sensíveis situadas no interior da própria reserva.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

Em relação a quantidade de focos de calor, os anos de 2023 e 2024 apresentaram o maior número de focos sendo 3.714 e 2.415 respectivamente, considerando a área da Reserva e a Zona de amortecimento.

A aplicação do Estimador de Densidade de Kernel, parametrizado pela metodologia estatística de Silverman, permitiu a representação acurada e robusta da distribuição espacial dos focos de calor na área de pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARLOW, Jos et al. Clarifying Amazonia's burning crisis. **Global change biology**, v. 26, n. 2, p. 319-321, 2020.

Brando, P. M., Paolucci, L., Ummenhofer, C. C., Ordway, E. M., Hartmann,H., Cattau, M. E., Balch, J. Droughts, wildfires, and forest carbon cycling: A pantropical synthesis. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, *47*(1), 555–581, 2019.

BRASIL. **Decreto de 16 de novembro de 2005**. Cria a Reserva Extrativista Arióca Pruanã, no Município de Oeiras do Pará, no Estado do Pará. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 17 nov. 2005.

CANO-CRESPO, A. et al. Characterization of land cover-specific fire regimes in the Brazilian Amazon. **Regional Environmental Change**, v. 23, n. 1, p. 19, 2023.

IFT – INSTITUTO FLORESTA TROPICAL. *Plano de Manejo Florestal Sustentável da Reserva Extrativista Arióca Pruanã*. Oeiras do Pará: AMOREAP, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Bases cartográficas contínuas.* Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas.html. Acesso em: 29 out. 2025.

NSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Portal institucional do ICMBio*. Brasília: ICMBio, Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/resex-arioca-pruana/resex-arioca-pruana. Acesso em: 6 nov. 2025.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/12/2025 - **Accepted:** 01/01/2026
Vol: 01.01
DOI: 10.61164/204anm25
Pages: 1-17

INPE. (2025). *Banco de Dados de Queimadas. INPE -Programa Queimadas*. Retrieved from http://queim adas.dgi.inpe.br/queim adas/bdque imadas.

JENKS, G. F**.** The data model concept in statistical mapping. **International Yearbook of Cartography**, v. 7, p. 186–190, 1967.

KRISP, Jukka M. et al. Visual bandwidth selection for kernel density maps. **PFG-Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation**, v. 5, p. 441-450, 2009.

LEMOS, N. S. A.; CUNHA, J. M. Analysis of fire risk in the Amazon: a systematic review. **Revista Ambiente & Água**, v. 16, p. e2706, 2021.

NETO, A. de P. M. et al. Evaluation and quantification of heat hotspots in the Chapada dos Guimarães-MT National Park. 2020.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS). Anuário Climatológico do Estado do Pará – Ano de 2021. Belém: SEMAS, 2022. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br. Acesso em: 11 nov. 2025.

SHUO, Zhen et al. Identifying the density of grassland fire points with kernel density estimation based on spatial distribution characteristics. **Open Geosciences**, v. 13, n. 1, p. 796-806, 2021.

SANTOS, S. M. B. dos et al. Quantificação e avaliação dos focos de calor no parque na-cional da chapada diamantina e entorno no período de 2007 a 2016. Revista Brasileira de Cartografia, v. 69, n. 4, p. 701-712, 2017.

SILVA JUNIOR, C. A. da et al. Fires drive long-term environmental degradation in the Amazon Basin. **Remote Sensing**, v. 14, n. 2, p. 338, 2022.

SILVA JUNIOR, C.et al. Deforestation-induced fragmentation increases forest fire occurrence in central Brazilian Amazonia. **Forests**, v. 9, n. 6, p. 305, 2018.

SILVA, A. G. da. Reservas Extrativistas na Amazônia Brasileira: temas e questões de pesquisa. **Ensaios de Geografia**, v. 11, n. 24, 2024.

SILVERMAN, B. W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. **Chapaman & Hall, London, New York**, p. 876–877, 1986.

SZPAKOWSKI, D. M.; JENSEN, J. L. R. A review of the applications of remote sensing in fire ecology. **Remote sensing**, v. 11, n. 22, p. 2638, 2019.