



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA
FACULDADE DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

BRUNA DE OLIVEIRA LIMA

**Influência da Pavimentação da PA-370 na Dinâmica Espacial do
Fogo em Santarém e Uruará (PA): Uma Análise Multitemporal
dos Anos 1985, 2005, 2015 e 2024.**

ALTAMIRA/ PA

2025

BRUNA DE OLIVEIRA LIMA

Influência da Pavimentação da PA-370 na Dinâmica Espacial do Fogo em Santarém e Uruará (PA): Uma Análise Multitemporal dos Anos 1985, 2005, 2015 e 2024.

Versão corrigida

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geografia, do Campus Universitário de Altamira, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso

ALTAMIRA/ PA

2025

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

L732i LIMA, BRUNA DE OLIVEIRA.
Influência da Pavimentação da PA-370 na Dinâmica Espacial
do Fogo em Santarém e Uruará (PA) : Uma Análise Multitemporal
dos Anos 1985, 2005, 2015 e 2024 / BRUNA DE OLIVEIRA
LIMA. — 2025.
29 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso
Trabalho de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Altamira, Faculdade de Geografia ,
Altamira, 2025.

1. PA-370. 2. uso do fogo. 3. queimadas. I. Título.

CDD 621.3678098115

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Qualificação do Ensino de Graduação (PGRAD/UFGA) da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação, composto por vários subprogramas, dentre eles o Subprograma de Apoio à Infraestrutura de Laboratórios de Ensino de Graduação e da Educação Básica, Técnica e Tecnológica (LABINFRA-PROEG) por apoiar o início da formação acadêmica de diversos estudantes universitários iguais a mim. Também agradeço a minha mãe, que desde o início me ensinou o valor da educação.

RESUMO

Este estudo analisou os padrões espaciais e temporais do uso do fogo em uma área de 2.869.064 hectares localizada na região Norte do Brasil, com ênfase nas dinâmicas associadas à rodovia PA-370 (Transurarará). A pesquisa utilizou dados do MapBiomias Fogo - Coleção 4.0 (1985-2024), considerando quatro classes principais: área queimada anual, acumulada, frequência de queimada e ano da última ocorrência de fogo. O objetivo foi compreender como o processo de asfaltamento da PA-370, influenciou a incidência e recorrência do fogo, seja por práticas de coivara, seja pela manutenção de pasto. Os resultados indicaram que o uso do fogo apresenta forte variabilidade interanual, com picos significativos em anos de estiagem prolongada. A análise anual revelou médias em torno de 30 mil hectares queimados por ano, com máximos superiores a 200 mil hectares em períodos críticos. A série acumulada mostrou que mais de 700 mil hectares já foram atingidos ao menos uma vez, representando cerca de 25% da área total de estudo. O mapa de frequência evidenciou áreas reincidentes próximas à rodovia, com até quatro eventos de queima em quarenta anos, enquanto o mapa de última ocorrência de fogo mostrou concentração de incêndios recentes (2020-2024) ao longo do eixo asfaltado. Ao cruzar os períodos de referência - 1985 (linha de base), 2005 (implementação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm)), 2015 (uma década de políticas ambientais) e 2024 (impacto do asfaltamento), observou-se que, embora o PPCDAm tenha contribuído para a redução das taxas regionais de desmatamento, o fogo manteve-se presente nas faixas de influência da rodovia, funcionando como instrumento recorrente de limpeza e manutenção. Os padrões espaciais e temporais confirmam que o fogo é um elemento estruturante da paisagem local, articulando-se às dinâmicas de infraestrutura, uso do solo e pressão agropecuária.

Palavras-chave: PA-370; uso do fogo; queimadas.

ABSTRACT

This study analyzed the spatial and temporal patterns of fire use in an area of 2,869,064 hectares located in the Northern region of Brazil, with emphasis on the dynamics associated with the PA-370 highway (Transuruará). The research used data from MapBiomass Fogo - Collection 4.0 (1985-2024), considering four main classes: annual burned area, accumulated burned area, fire frequency, and year of the last fire occurrence. The objective was to understand how the paving process of the PA-370, influenced the incidence and recurrence of fire, whether through slash-and-burn practices or pasture maintenance. The results indicated that the use of fire exhibits strong interannual variability, with significant peaks in years of prolonged drought. The annual analysis revealed averages of around 30,000 hectares burned per year, with maximums exceeding 200,000 hectares during critical periods. The accumulated series showed that more than 700,000 hectares have already been affected at least once, representing about 25% of the total study area. The frequency map highlighted recurrent areas near the highway, with up to four burning events in forty years, while the map of the last fire occurrence showed a concentration of recent fires (2020-2024) along the paved axis. By cross-referencing the reference periods – 1985 (baseline), 2005 (implementation of the Action Plan for Prevention and Control of Deforestation in the Amazon (PPCDAm)), 2015 (a decade of environmental policies), and 2024 (impact of road paving) – it was observed that, although the PPCDAm contributed to the reduction of regional deforestation rates, fire remained present in the highway's area of influence, functioning as a recurring instrument for clearing and maintenance. The spatial and temporal patterns confirm that fire is a structuring element of the local landscape, articulating with the dynamics of infrastructure, land use, and agricultural pressure.

Keywords: PA-370; use of fire; wildfires.

RESUMEN

Este estudio analizó los patrones espaciales y temporales del uso del fuego en un área de 2.869.064 hectáreas ubicada en la región norte de Brasil, con énfasis en la dinámica asociada a la carretera PA-370 (Transurarará). La investigación utilizó datos de MapBiomas Fogo - Colección 4.0 (1985-2024), considerando cuatro categorías principales: área quemada anual, área quemada acumulada, frecuencia de incendios y año del último incendio. El objetivo fue comprender cómo el proceso de pavimentación de la PA-370, influyó en la incidencia y recurrencia de incendios, ya sea mediante prácticas de roza y quema o el mantenimiento de pastizales. Los resultados indicaron que el uso del fuego presenta una marcada variabilidad interanual, con picos significativos en años de sequía prolongada. El análisis anual reveló un promedio de alrededor de 30 000 hectáreas quemadas por año, con máximos que superaron las 200 000 hectáreas durante períodos críticos. La serie acumulada mostró que más de 700 000 hectáreas ya se han visto afectadas al menos una vez, lo que representa aproximadamente el 25 % del área total de estudio. El mapa de frecuencia destacó áreas recurrentes cerca de la carretera, con hasta cuatro incendios en cuarenta años, mientras que el mapa de incendios recientes mostró una concentración de incendios recientes (2020-2024) a lo largo del eje pavimentado. Al comparar los periodos de referencia —1985 (línea de base), 2005 (implementación del Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonía (PPCDAm)), 2015 (una década de políticas ambientales) y 2024 (impacto de la pavimentación de carreteras)— se observó que, si bien el PPCDAm contribuyó a la reducción de las tasas de deforestación regional, el fuego persistió en la zona de influencia de la carretera, funcionando como un instrumento recurrente para la limpieza y el mantenimiento. Los patrones espaciales y temporales confirman que el fuego es un elemento estructurador del paisaje local, que se articula con la dinámica de la infraestructura, el uso del suelo y la presión agrícola.

Palavras claves: PA-370; uso del fuego; incendios forestales.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de interesse.....	5
Figura 2 - Área queimada acumulada na área de interesse nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2024.	7
Figura 3 - Área queimada anual na área de interesse nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2024.....	9
Figura 4 - Ano da última ocorrência de fogo na área de interesse nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2024.	11
Figura 5 - Frequência da área queimada na área de interesse nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2024.	13

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Área queimada acumulada da área de interesse de 1985 até 2024.	8
Gráfico 2 - Área queimada anual da área de interesse de 1985 até 2024.	10
Gráfico 3 - Ano da última ocorrência de fogo da área de interesse de 1985 até 2024 em ordem crescente por hectare.	12
Gráfico 4 - Frequência da área queimada com os dados de 2024 na área de interesse de 1985 até 2024.	14
Gráfico 5 - Frequência da área queimada com as primeiras 6 ocorrências na área de interesse de 1985 até 2024.	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes utilizadas.....	3
------------------------------------	---

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BR-230 → Rodovia Transamazônica

CO₂ → Dióxido de Carbono

CSF → Conservation Strategy Fund

CSV → Valores Separados por Vírgulas

FAPESPA → Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa

GEE → Google Earth Engine

ha → Hectare

IBGE → Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Imazon → Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia

INPE → Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

IPAM → Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

K → Mil

km → Quilometro

km² → Quilometro Quadrado

LABINFRA → Subprograma de Apoio à Infraestrutura de Laboratórios de Ensino de Graduação e da Educação Básica, Técnica e Tecnológica

m → Metros

MAPBIOMAS → Plataforma de Monitoramento de Uso e Cobertura da Terra no Brasil

NASA → Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos

PA → Pará

PA-370 → Transuruará

PGRAD → Programa de Qualificação do Ensino de Graduação

PPCDAm → Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia

PROEG → Pró-Reitoria de Ensino de Graduação

SEMAS → Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade.

UFPA → Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	METODOLOGIA.....	3
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	4
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
5	REFERÊNCIAS	16

1 INTRODUÇÃO

Antes da década de 1970, as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil enfrentavam uma profunda crise agrária, marcada pela concentração fundiária, baixa produtividade e pressão demográfica sobre as terras agricultáveis, essa crise resultou na intensificação dos conflitos pela terra e na expulsão de trabalhadores rurais, que passaram a migrar em larga escala (Rego, 1986). Segundo Martins (1997), a impossibilidade de acesso à terra nessas regiões produziu um movimento de deslocamento populacional para as chamadas “fronteiras agrícolas”, especialmente para a Amazônia, vista pelo Estado como válvula de escape para a tensão agrária nacional. Diante desse cenário, o governo federal planejou a construção da Rodovia Transamazônica (BR-230) com o intuito de promover a ocupação da região Norte (Passos, 2019) e, simultaneamente, redistribuir terras do chamado “Norte sem homens” para “homens sem terras” de outras partes do país (Rego, 1986). A emblemática propaganda “Terras sem homens, para homens sem terras!” exerceu forte apelo, atraindo migrantes de todas as regiões (Araújo Júnior, 2025).

Havia, inicialmente, um planejamento para a organização e distribuição das terras destinadas ao fluxo migratório e às iniciativas privadas. Entretanto, à medida que o processo migratório se intensificava, o governo perdia progressivamente o controle sobre a ocupação das extensões territoriais (Silva Filho, 2017). Para que um colono fosse reconhecido como proprietário, exigia-se o desmatamento de 50% da área total (Loureiro, 2005). Essa prática gerava excesso de resíduos vegetais, cuja decomposição natural levaria anos. O uso do fogo, portanto, surgia como o método mais rápido, econômico e eficaz para a “limpeza” do terreno, transformando os resíduos em cinzas desde que houvesse o devido controle (Silva, 2020). Essa técnica, conhecida como coivara, foi incorporada pelos colonizadores portugueses a partir dos conhecimentos dos povos indígenas, ainda no período colonial (Sousa Júnior, 2008; Holanda, 1995).

O fogo não é um fenômeno natural da Amazônia, uma vez que a floresta úmida não apresenta adaptações ecológicas para incêndios recorrentes e depende de altos níveis de umidade para manter sua dinâmica ecológica. Quando introduzido por atividades humanas, especialmente após desmatamento ou abertura de áreas, o fogo cria um ciclo de retroalimentação que seca a vegetação, reduz a resiliência ecológica e facilita novas queimadas (Cochrane et al., 1999). Esse processo contribui diretamente para a substituição da cobertura florestal por áreas antropizadas, resultando na perda de biodiversidade e na expansão de fronteiras agropecuárias (Brando et al., 2020). Além disso, a queima de biomassa florestal libera

grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂), tornando o fogo uma das principais fontes de emissões associadas ao desmatamento na Amazônia (IPAM, 2022). Assim, o uso do fogo transforma a floresta tanto em termos ecológicos quanto climáticos, intensificando a degradação ambiental.

Nesse contexto, as rodovias tornaram-se importantes vetores de pressão sobre a paisagem, uma vez que ampliavam a mobilidade no território e favoreciam o processo de perenização da ocupação humana. Na Amazônia, em particular, isso se traduz frequentemente em mudanças no uso e na cobertura da terra (IPAM; CSF, 2020). O processo costuma implicar a substituição da floresta por outros usos, de modo que as rodovias passam a garantir não somente a fluidez territorial, mas também a incorporação das áreas adjacentes ao circuito econômico, transformando a terra em mercadoria e estimulando sua valorização (Oliveira Neto, 2020; Fearnside et al., 2009). Assim, as rodovias configuram-se como principais promotoras da ocupação e da expansão da fronteira (Brandão Júnior et al., 2007).

A PA-370, conhecida como Transuruará, não possui documentação oficial que registre sua data de abertura, mas é possível observar sua existência desde 1969, conforme imagens históricas disponíveis no Google Earth (Google Earth, 2025). Originalmente, atendia ao trecho entre Santarém e a Usina Hidrelétrica de Curuá-Una (aproximadamente 70 km), pavimentado em 2008 (Governo do Pará, 2020). Posteriormente, o corredor foi estendido até o município de Uruará, totalizando cerca de 140 km, que permaneceram sem pavimentação até recentemente. Essa via era utilizada informalmente por moradores rurais, madeireiros e produtores locais. Em 2023, o processo de pavimentação foi retomado, com a entrega de 70 km do trecho Santarém–Curuá-Una até o Rio Tutuí incluindo a construção de pontes sobre os rios Curuá-Una (60 m) e Tutuí (50 m), substituindo antigas travessias de madeira. O total pavimentado atingiu 102 km (Governo do Pará, 2023).

Apesar de os impactos de grandes rodovias, como a Transamazônica, serem amplamente documentados, os efeitos da pavimentação de eixos secundários, como a PA-370, sobre o uso do fogo ainda constituem um campo de investigação pouco explorado (IPAM, 2022). Este trabalho busca preencher essa lacuna ao analisar a dinâmica espacial do uso do fogo associada à consolidação da PA-370, abrangendo os municípios de Santarém e Uruará, no Estado do Pará. Para tanto, são utilizados dados do MapBiomas Fogo - Coleção 4, referentes aos anos de 1985, primeiro ano com dados disponíveis; 2005, ano de implementação do PPCDam, marco nas políticas de combate ao desmatamento (Soares; Mendonça; Ferreira, 2025; Assunção; Gandour; Rocha, 2015); 2015, que permite avaliar uma década de políticas de

mitigação antes da intensificação das obras de pavimentação da PA-370 (INPE, 2022); e 2024, último ano com dados atualizados, refletindo o impacto direto da pavimentação concluída entre 2023 e 2025 (IPAM, 2022).

2 METODOLOGIA

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos na plataforma Google Earth Engine (GEE), a partir do acesso à Coleção 4 do MapBiomas Fogo, derivada da série histórica de imagens dos satélites Landsat, cobrindo o período de 1985 a 2024, a coleção é feita a partir do mapeamento das cicatrizes de fogo/queimadas. Essa coleção disponibiliza diferentes camadas de informação relacionadas à dinâmica do fogo, incluindo Queimada Anual, Queimada Mensal, Acumulado, Frequência, Ano do Último Fogo e Tamanho dos Eventos.

Neste estudo, foram empregadas as classes de análise Fogo Anual, Acumulado, Frequência e Ano do Último Fogo. A camada Fogo Anual permite a identificação da localização e do período em que o evento de fogo ocorreu a cada ano. A classe Acumulado indica os pixels que registraram a ocorrência de fogo pelo menos uma vez durante a série temporal. Por sua vez, a Frequência representa o total de vezes em que um mesmo pixel foi detectado como queimado. Finalmente, o Ano do Último Fogo armazena o ano mais recente em que o evento foi registrado em cada pixel (Tabela 1).

Tabela 1 - Classes utilizadas.

Neste artigo foram utilizadas as seguintes classes da Coleção 4 do MapBiomas Fogo		
Classe	Descrição do Dado	Valores dos Pixels
Anual	Os mapas de área queimada anual indicam os locais onde foi mapeado fogo em um determinado ano, com valores de pixel de 1 para áreas queimadas naquele respectivo ano.	Os pixels têm os valores 1 para representar o Fogo e 0 para representar o restante da área delimitada.
Acumulado	Os mapas de área queimada acumulada foram construídos a partir do incremento da área queimada em cada ano ao longo de um período; ou seja, um mesmo pixel é contabilizado como fogo apenas uma vez, independentemente do número de ocorrências no período analisado. Assim, os dados representam a área total queimada ao menos uma vez, para diferentes períodos.	Os pixels têm os valores 1 para representar o Fogo e 0 para representar o restante da área delimitada.

Frequência	Os mapas de frequência de área queimada representam quantas vezes um mesmo pixel foi mapeado como fogo ao longo de um período. Os pixels indicam o número de vezes em que foi observado como fogo no intervalo do período analisado.	Os pixels têm o valor correspondente ao número de ocorrências de fogo no período, variando de: 1: Uma ocorrência de fogo Até 40: quarenta ocorrências de fogo.
Ano Último Fogo	Os dados de “Ano da última ocorrência de fogo” representam o ano em que o pixel pegou fogo pela última vez, cobrindo o período de 1985 a 2024.	Cada pixel contém o valor do ano em que foi mapeada a área queimada pela última vez, com os valores dos pixels variando de 1985 a 2024.
Fonte: Modificado pela autora MapBiomias (2024)		

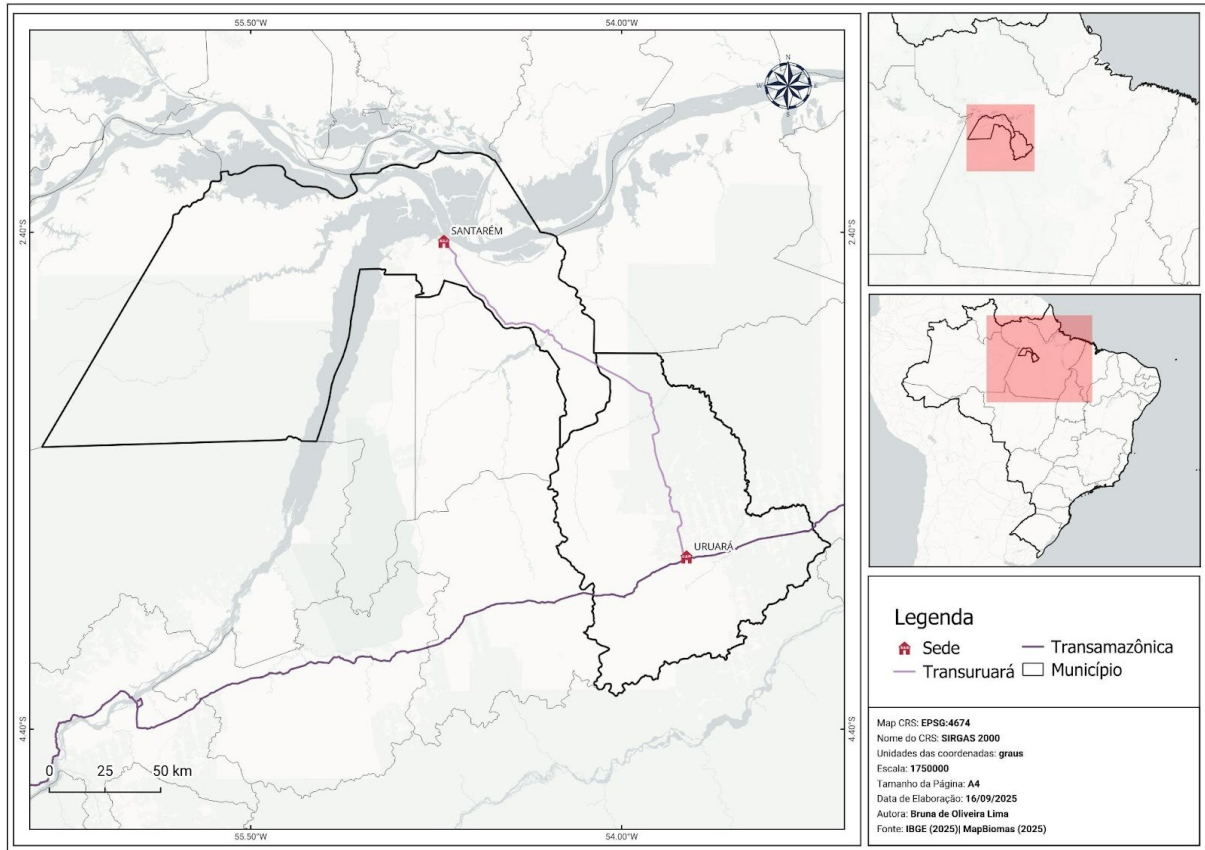
Já os dados referentes ao período de 1985 a 2024 foram exportados do GEE em formato CSV, tabulados no Microsoft Excel e posteriormente processados no software Scimago Graphica (versão 1.0.51) para a elaboração dos gráficos. Para fins comparativos e de análise temporal, foram selecionados quatro marcos cronológicos: 1985, 2005, 2015 e 2024. Após a seleção dos anos de interesse, procedeu-se ao recorte espacial da área de estudo, abrangendo os municípios de Santarém e Uruará, onde se insere o traçado da PA-370 (Figura 1). A produção das figuras cartográficas foi realizada no software QGIS (versão 3.34.14), preservando a consistência entre os recortes temporais e a base espacial de referência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise concentra-se na PA-370 (Transuruará), eixo rodoviário que atravessa os municípios de Santarém e Uruará, ambos localizados na região oeste do Estado do Pará (Figura 1). O município de Santarém possui 17.899,24 km² de extensão territorial (IBGE, 2023a), enquanto Uruará abrange 10.791,40 km² (IBGE, 2023b), totalizando uma área de interesse de 28.690,64 km², equivalente a 2.869.064 hectares após conversão de unidades. Este recorte espacial foi definido por representar um dos principais corredores de transformação da paisagem na região, articulando dinâmicas históricas de ocupação, expansão agropecuária e recentes processos de pavimentação que alteram significativamente o uso e a cobertura da terra. A partir dessa área, foram analisados os padrões espaço-temporais de ocorrência e recorrência do fogo ao longo de quatro marcos temporais (1985, 2005, 2015 e 2024), com o intuito de

compreender de que forma a consolidação da infraestrutura viária influencia a dinâmica do fogo e, conseqüentemente, a estrutura ecológica da paisagem amazônica.

Figura 1 - Localização da área de interesse.



Fonte - Autora.

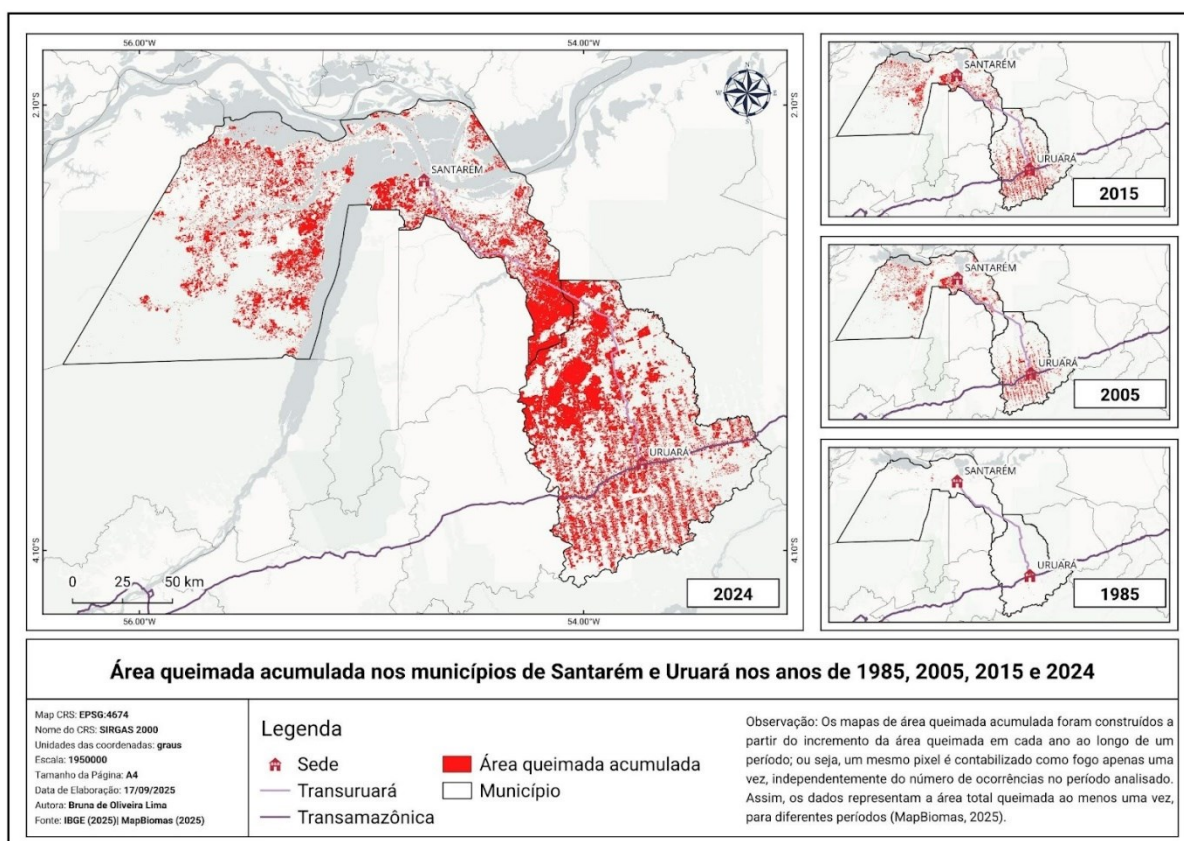
Na Figura 2 apresenta a evolução das áreas queimadas ao longo dos anos analisados, evidenciando transformações expressivas na dinâmica espacial do fogo entre 1985 e 2024. Em 1985, registraram-se 3.844 hectares de área queimada, correspondendo a 0,13% da área total de estudo, com ocorrência concentrada principalmente nas proximidades das sedes urbanas. Esse padrão inicial indica que as queimadas estavam associadas a atividades antrópicas localizadas, típicas de áreas de ocupação incipiente e abertura de pequenas propriedades rurais.

Em 2005, observa-se um aumento expressivo para 316.320 hectares, o equivalente a 11% da área de interesse, com os focos de fogo expandindo-se para zonas mais distantes dos centros urbanos e configurando o padrão espacial conhecido como “espinha de peixe” (fishbone pattern) estrutura frequentemente associada à penetração de frentes pioneiras e à abertura de ramais a partir das rodovias principais (Maeda et al., 2021; NASA Earth Observatory, 2019). Essa configuração espacial reflete a intensificação do processo de ocupação e conversão florestal, característico das fases intermediárias de expansão da fronteira agrícola na Amazônia.

No ano de 2015, as áreas queimadas continuaram a avançar para o interior da floresta, atingindo 389.830 hectares, aproximadamente 13,6% da área total. Esse crescimento mantém a tendência de interiorização das queimadas, mas com redução da linearidade dos vetores de desmatamento, sugerindo um processo de fragmentação e requeima de áreas anteriormente convertidas. A dinâmica observada nesse período coincide com o enfraquecimento das políticas de comando e controle, bem como com a intensificação das obras de pavimentação da PA-370, o que potencializou o acesso a áreas antes isoladas.

Por fim, em 2024, a área total queimada alcançou 739.429 hectares, correspondendo a 25,8% da área de interesse. As cicatrizes de fogo estendem-se agora ao longo de todo o eixo da PA-370, alcançando os limites administrativos entre Santarém e Uruará e avançando para regiões mais distantes das sedes municipais. Nessa etapa, a estrutura de ocupação deixa de seguir o padrão clássico de “espinha de peixe”, indicando um estágio consolidado de exploração e uso do território, em que o fogo passa a ocorrer de forma difusa e recorrente, muitas vezes associado ao manejo de pastagens, renovação de áreas agrícolas e manutenção de clareiras (Maeda et al., 2021; NASA Earth Observatory, 2019). Esses resultados demonstram o papel da infraestrutura viária como elemento estruturante da dinâmica do fogo e corroboram estudos que apontam a pavimentação de rodovias como vetor de intensificação das pressões antrópicas sobre a cobertura florestal amazônica.

Figura 2 - Área queimada acumulada na área de interesse nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2024.



Fonte - Autora.

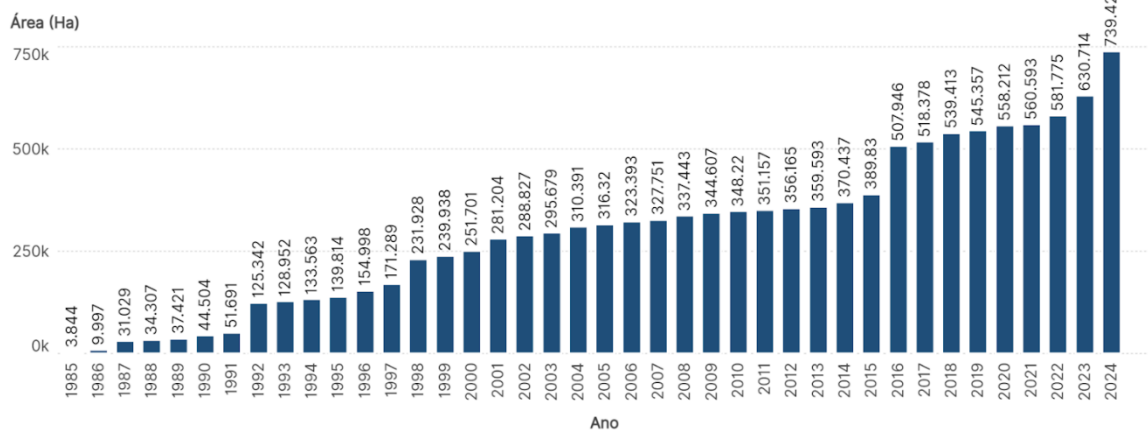
O Gráfico 1 apresenta a evolução da área queimada acumulada no período de 1985 a 2024, totalizando 739.429 hectares, o que corresponde a aproximadamente 25,8% da área de interesse. Observa-se uma tendência de crescimento contínuo ao longo de toda a série temporal, refletindo o avanço gradativo da ocupação e da conversão de florestas em áreas agropecuárias. O padrão cumulativo evidencia que o fogo passou a constituir um elemento recorrente da dinâmica territorial, não apenas associado à abertura inicial de áreas, mas também à sua manutenção produtiva.

Entre os anos analisados, destaca-se o pico de 2016, quando a área queimada atingiu 507.946 hectares, representando um aumento de 130,3% em relação a 2015, ano de forte influência do PPCDAm e de relativa redução das taxas de desmatamento. Esse comportamento abrupto pode estar relacionado à combinação de fatores climáticos e estruturais, incluindo eventos de seca associados ao El Niño 2015–2016, amplamente documentados por intensificarem a propagação do fogo na Amazônia (Aragão et al., 2018). Além disso, o período coincide com a retração de políticas ambientais e a redução de fiscalização federal, o que favoreceu o uso descontrolado do fogo como instrumento de manejo e limpeza de pastagens.

Em geral, a trajetória ascendente observada sugere que a infraestrutura rodoviária, somada a variáveis climáticas e institucionais, atua como vetor sinérgico na ampliação das áreas queimadas, reforçando a necessidade de políticas integradas de gestão territorial, controle de fogo e ordenamento do uso da terra na região de influência da PA-370.

Gráfico 1 - Área queimada acumulada da área de interesse de 1985 até 2024.

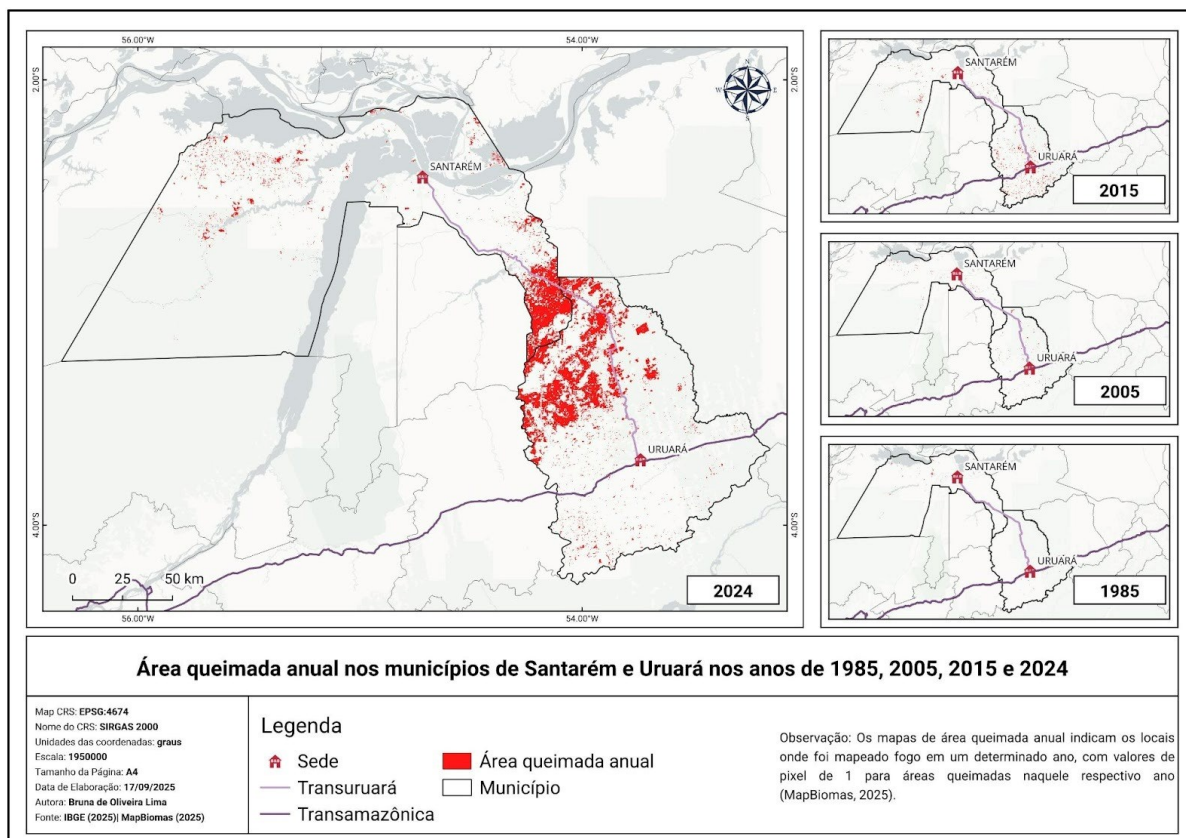
Área queimada acumulada da área de interesse de 1985 até 2024



Fonte - Autora.

Na Figura 3 ilustra a distribuição espacial das áreas queimadas nos anos analisados. Em 1985 e 2005, observam-se poucos sinais de fogo, com manchas pequenas e dispersas, totalizando menos de 11.000 hectares, conforme corroborado pelo Gráfico 2. Em 2015, as queimadas tornam-se mais visíveis e concentradas, somando 41.241 hectares, correspondendo a 1,45% da área de interesse, indicando uma expansão gradual das ocorrências em relação aos períodos anteriores. Já em 2024, destaca-se uma ampla mancha contínua de áreas queimadas ao longo da PA-370 e na fronteira entre os municípios de Santarém e Uruará, totalizando 214.695 hectares, aproximadamente 7,48% da área total. Esse padrão reflete a intensificação dos eventos de fogo em áreas próximas à rodovia, evidenciando a influência direta da infraestrutura viária sobre a dinâmica espacial das queimadas na região.

Figura 3 - Área queimada anual na área de interesse nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2024.

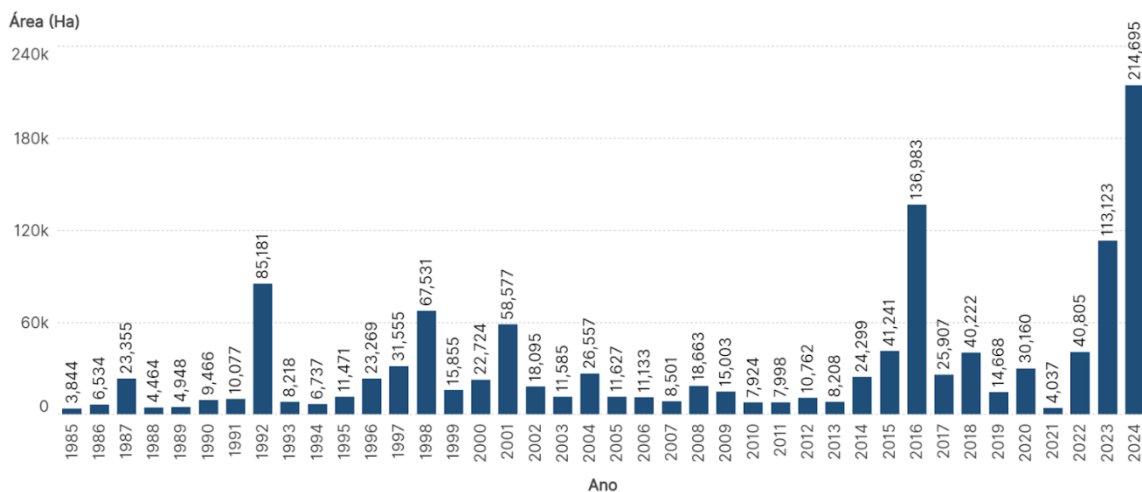


Fonte - Autora.

No Gráfico 2 apresenta a variação da área queimada anual entre 1985 e 2024. Os principais picos observados ocorreram em 2024, com 214.695 hectares queimados, correspondendo a 7,48% da área de interesse; em 2016, quando houve um aumento de 332,15% em relação ao ano anterior, totalizando 136.983 hectares frente aos 41.241 hectares registrados em 2015; e em 2023, com 113.123 hectares de área queimada. Esses valores evidenciam a intensificação recente das ocorrências de fogo, com destaque para o aumento expressivo após 2015, coincidindo com o período de maior consolidação da infraestrutura viária e expansão das atividades antrópicas ao longo da PA-370.

Gráfico 2 - Área queimada anual da área de interesse de 1985 até 2024.

Área queimada anual da área de interesse de 1985 até 2024



Fonte - Autora.

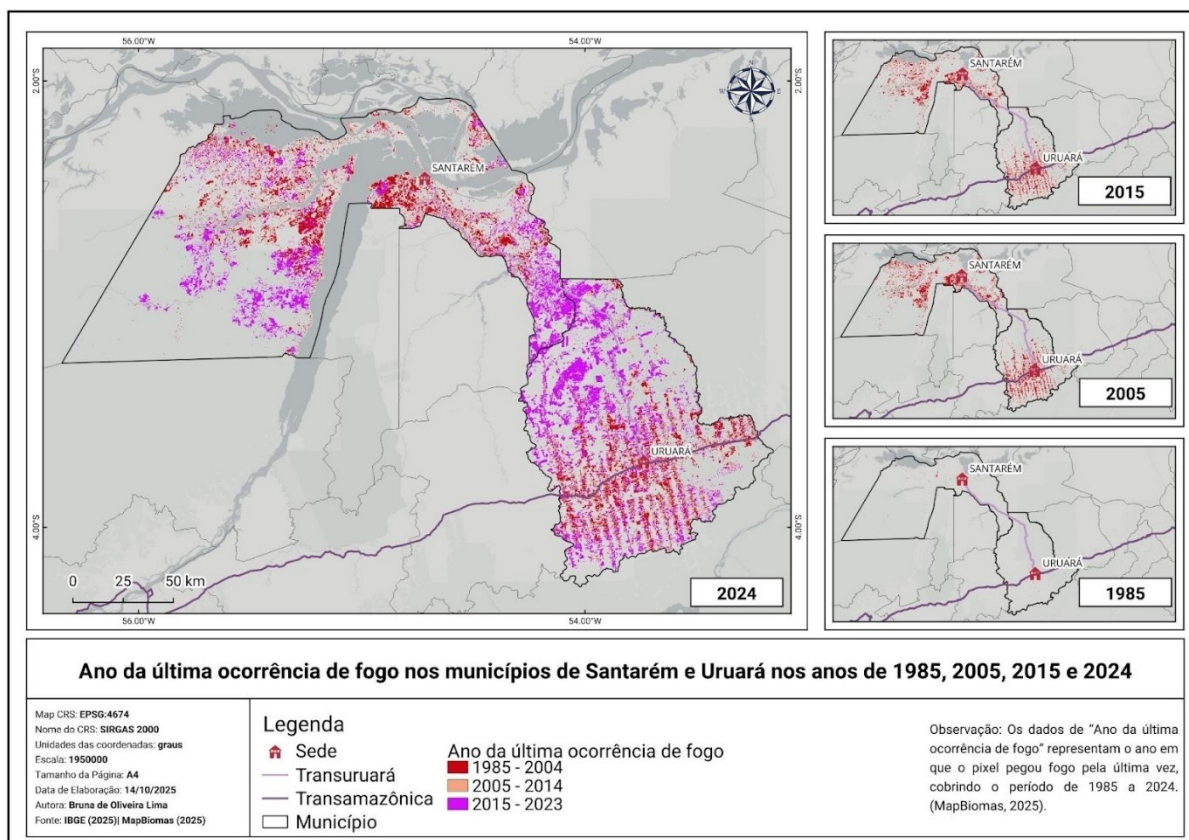
A Figura 4 evidencia o histórico de uso do fogo na área de interesse. As cores representam três períodos distintos: período 1 (de 1985 a 2004), período 2 (de 2005 a 2014), período 3 (de 2015 a 2024). Observa-se que as duas classes mais recentes (pêssego e roxo) são predominantes no período analisado, indicando a intensificação das ocorrências nas últimas duas décadas. As áreas com queimadas mais antigas refletem o uso do fogo para abertura e limpeza de novas áreas, enquanto as queimadas recentes, localizadas sobre áreas previamente afetadas, correspondem a eventos de manutenção.

Essa figura confirma o padrão já observado na Figura 2. Em 1985, as queimadas estavam restritas às proximidades das sedes municipais, resultando apenas em registros na classe vermelha. Em 2005, com as sedes já consolidadas, o fogo passa a ocorrer em áreas mais distantes, configurando o padrão de “espinha de peixe”, ainda predominante na classe vermelha. No ano de 2015, observa-se o avanço do processo de ocupação em direção ao interior da floresta, mantendo a estrutura de “espinha de peixe”, mas já cercado por áreas de cor pêssego, que sugerem uma transição temporal do uso do fogo. Em 2024, que agrega registros até 2023, torna-se perceptível a formação de uma mancha contínua na fronteira entre Santarém e Uruará, acompanhada da expansão do desmatamento em direção às fronteiras municipais mais distantes das sedes. A cor roxa, associada ao período mais recente, distribuiu-se predominantemente ao longo da PA-370, rompendo com a estrutura linear típica da fase inicial de ocupação, enquanto

o vermelho permanece concentrado nas sedes e o pêssego atua como uma etapa intermediária entre os dois padrões.

De modo geral, a Figura 4 demonstra que, ao longo do tempo, as áreas com registros antigos de fogo apresentam reincidência crescente, indicando que as zonas historicamente afetadas continuam sendo queimadas, o que resulta em uma redução progressiva das áreas primárias não atingidas dentro da paisagem analisada.

Figura 4 - Ano da última ocorrência de fogo na área de interesse nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2024.

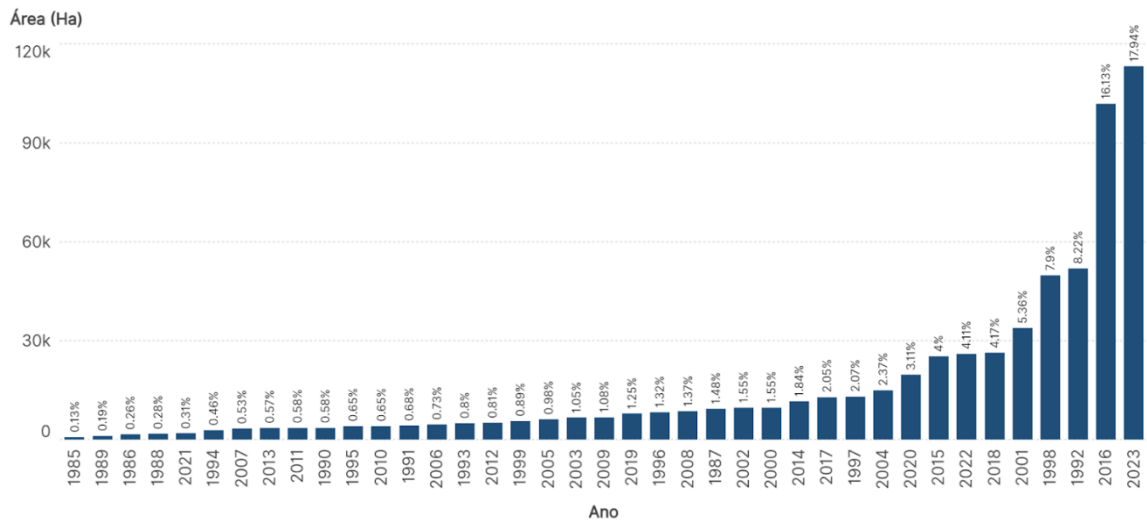


Fonte - Autora.

O Gráfico 3 apresenta os dados referentes ao ano do último fogo registrados até 2024. Observa-se que os anos com maiores áreas queimadas foram 2016, com 101.759 hectares (equivalentes a 16,13% da área total queimada), e 2023, com 113.123 hectares (17,94%). Ao dispor os valores em ordem crescente, verifica-se que o Gráfico 3 ao ser comparado com a dinâmica observada no Gráfico 2, onde os picos de cada ano se mantem quase os mesmos, diferindo-se apenas pelos valores menores associados a cada ano. Essa redução consistente indica que o fogo tem sido utilizado principalmente como mecanismo de manutenção em áreas previamente queimadas, independentemente do período em que o evento inicial ocorreu, evidenciando a recorrência do uso do fogo em porções já alteradas da paisagem.

Gráfico 3 - Ano da última ocorrência de fogo da área de interesse de 1985 até 2024 em ordem crescente por hectare.

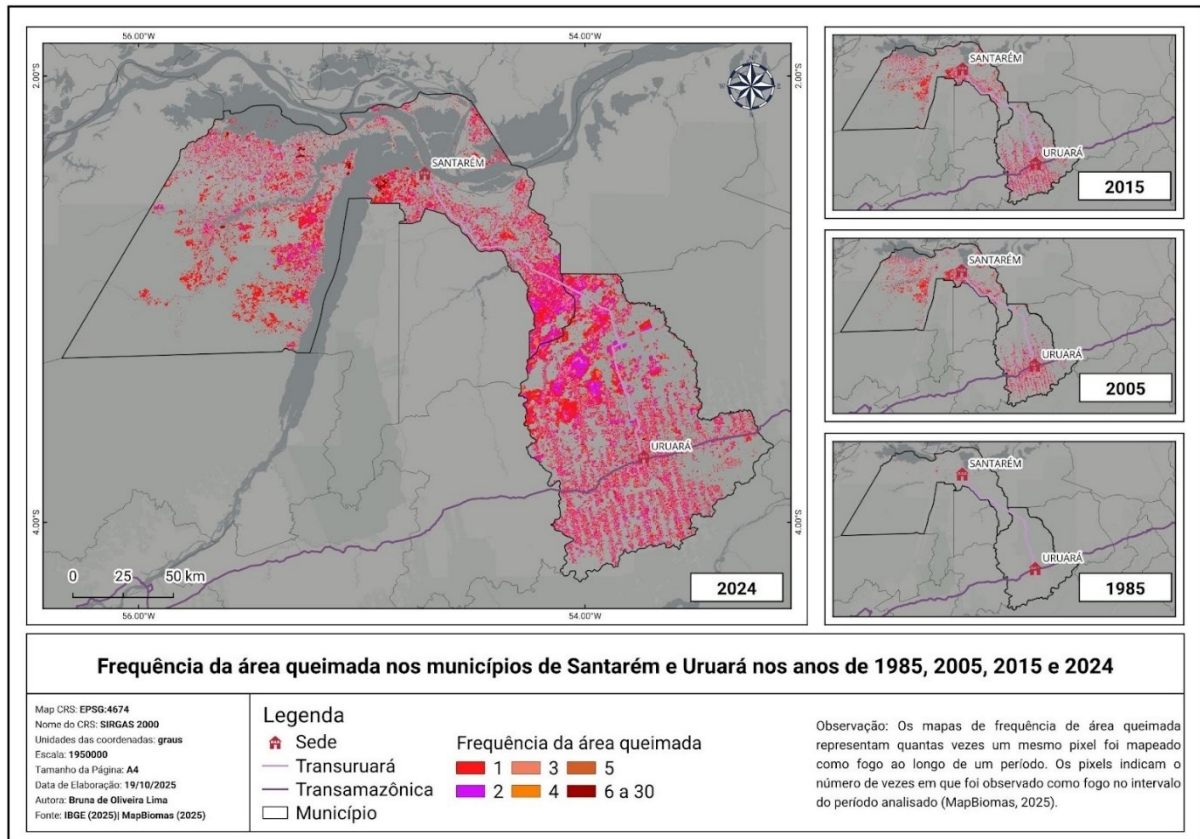
Ano da última ocorrência de fogo da área de interesse de 1985 até 2024 em ordem crescente por hectare



Fonte - Autora.

A Figura 5 mostra que a maioria das áreas queimadas na área de interesse apresentou no máximo cinco ocorrências de fogo ao longo dos 40 anos de análise. Em 1985, há apenas uma ocorrência registrada, por se tratar do primeiro ano da série temporal. Em 2005, observa-se o início de uma concentração de focos próximos à sede de Santarém, indicando a intensificação do uso do fogo em áreas já consolidadas. Em 2015, forma-se uma linha quase retilínea de áreas com seis e trinta ocorrências, sugerindo a repetição de eventos ao longo de um mesmo eixo de ocupação. Em 2024, essa faixa de alta recorrência torna-se mais evidente e se expande em direção ao município de Uruará, demonstrando o avanço espacial da reincidência de queimadas ao longo da PA-370.

Figura 5 - Frequência da área queimada na área de interesse nos anos de 1985, 2005, 2015 e 2024.

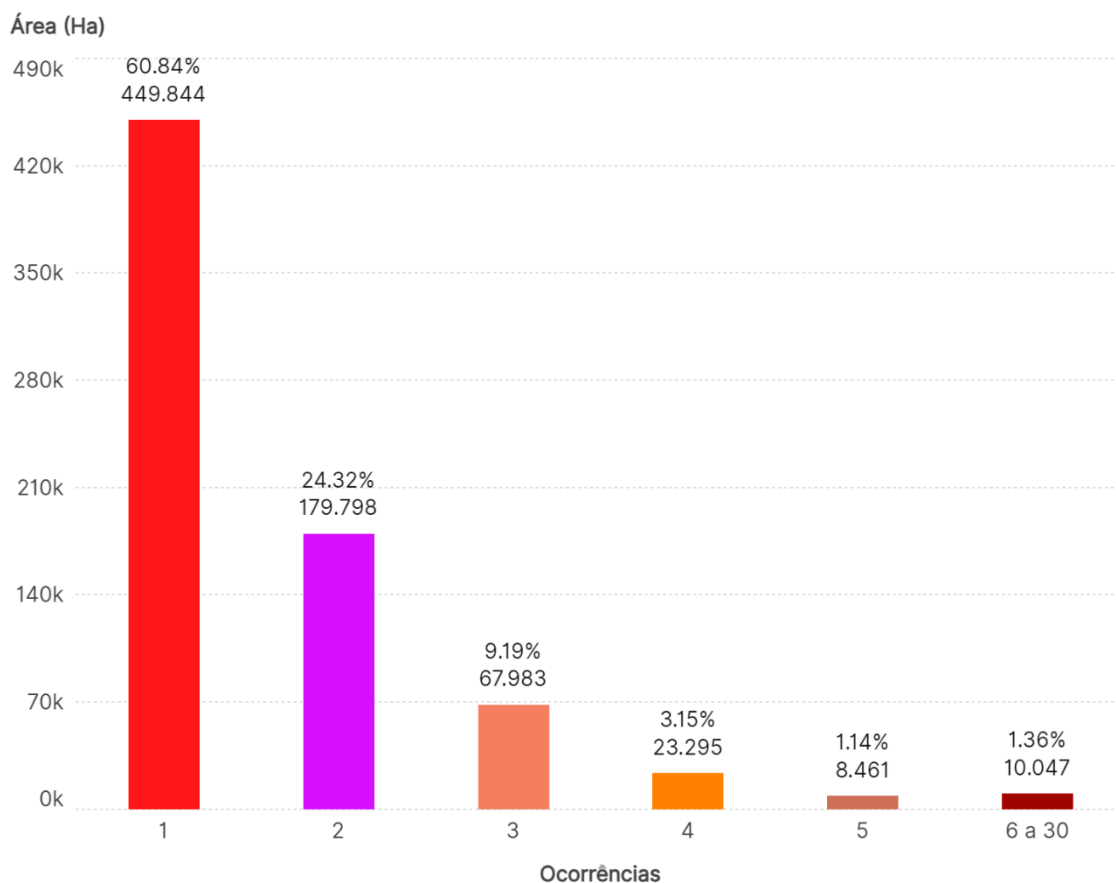


Fonte - Autora.

No Gráfico 4 apresenta a distribuição das áreas queimadas segundo o número de ocorrências registradas 1, 2, 3, 4, 5 e de 6 a 30 vezes considerando a área total em hectares da área de interesse. A classe de 6 a 30 ocorrências totaliza 10.047 hectares, correspondendo a 1,36% da área queimada total em 2024. Já a classe de 5 ocorrências abrange 8.461 hectares (1,14%), uma diferença pequena em termos percentuais, mas expressiva quando se considera o longo intervalo temporal de 40 anos de análise e que a classe superior reúne múltiplas ocorrências de fogo em uma mesma área. As áreas com 4 ocorrências somam 23.295 hectares (3,15%), aquelas com 3 ocorrências representam 67.983 hectares (9,16%), enquanto as com 2 ocorrências abrangem 179.798 hectares (24,32%). A classe com apenas uma ocorrência apresenta a maior extensão, totalizando 449.844 hectares, o que equivale a 60,84% da área queimada total.

Gráfico 4 - Frequência da área queimada com os dados de 2024 na área de interesse de 1985 até 2024.

Frequência da área queimada com os dados de 2024 na área de interesse de 1985 até 2024

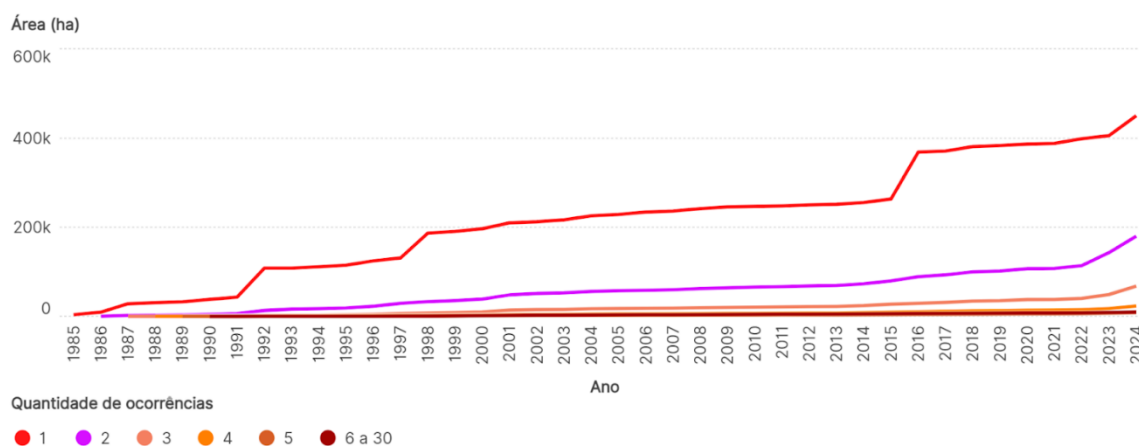


Fonte - Autora.

O Gráfico 5 apresenta a evolução temporal das classes de ocorrência de fogo ao longo do período analisado. A classe com uma ocorrência mostra seu primeiro pico em 1992, repete-se em 1998 e mantém uma tendência de crescimento suave e contínuo até 2016, voltando a subir até alcançar um novo pico em 2024. A classe com duas ocorrências inicia sua presença de forma gradual e também apresenta crescimento constante, atingindo seus maiores valores em 2023 e 2024, comportamento semelhante ao observado para a classe com três ocorrências. A classe com quatro ocorrências registra apenas um pequeno pico em 2024, enquanto as classes de cinco e de seis a trinta ocorrências mantêm-se praticamente estáveis, próximas da linha de zero hectare ao longo de toda a série temporal.

Gráfico 5 - Frequência da área queimada com as primeiras 6 ocorrências na área de interesse de 1985 até 2024.

Frequência da área queimada com os dados de 2024 na área de interesse de 1985 até 2024



Fonte - Autora.

De modo geral, os resultados demonstram que a pavimentação da PA-370 tem atuado como um fator determinante na intensificação e recorrência das queimadas na região, sobretudo nas áreas próximas ao eixo rodoviário e nas zonas de expansão agrícola entre Santarém e Uruará. A análise espacial e temporal revela que, ao longo dos 40 anos avaliados, o fogo pode ter deixado de ser um instrumento pontual de abertura de áreas para se tornar um elemento recorrente de manejo e manutenção da paisagem antrópica, evidenciando o avanço da fronteira de ocupação e a consolidação de usos produtivos sobre áreas anteriormente florestadas. Esses resultados reforçam a relação direta entre infraestrutura viária, dinâmica do uso da terra e pressão ambiental, apontando para a necessidade de políticas integradas de gestão territorial e prevenção do fogo que considerem a pavimentação de estradas como um vetor estratégico de transformação socioambiental na Amazônia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada dos dados de queimada evidencia que o fogo na região da PA-370 não é um fenômeno isolado, mas sim um processo territorial de longa duração, vinculado às transformações socioambientais da Amazônia. Entre 1985 e 2024, observou-se uma expansão gradual das áreas afetadas por fogo, acompanhada de reincidência em locais próximos à infraestrutura rodoviária. A pavimentação recente da rodovia, ao facilitar o acesso e o tráfego,

intensificou o uso do fogo para limpeza, reforçando sua presença em anos recentes, mesmo diante das políticas de controle ambiental.

Comparando os períodos de análise, nota-se que o PPCDAm, implementado em 2005, exerceu influência positiva sobre a redução de queimadas em regiões distantes das vias principais; contudo, a zona de influência da PA-370 manteve alta vulnerabilidade ao fogo, demonstrando que as ações de controle nacionais nem sempre se traduzem em mudanças locais quando há interferência direta de infraestruturas lineares. A frequência de fogo e os registros de último ano do fogo (2024) sugerem que o asfaltamento contribuiu para a aceleração do uso do fogo, invertendo tendências de queda observadas até 2015.

Dessa forma, conclui-se que o fogo na área de estudo é resultado da interação entre fatores ambientais, econômicos e infraestruturais. O PPCDAm mitigou parcialmente o problema, mas não eliminou o uso do fogo como prática cultural e operacional. O asfaltamento da PA-370, embora tenha benefícios econômicos e logísticos, atua como vetor de pressão ambiental, promovendo a reativação de áreas de queima e ampliando o risco de degradação florestal.

5 REFERÊNCIAS

ARAGÃO, L. E. O. C. et al. *21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions.* *Nature Communications*, v. 9, n. 536, p. 1–12, 2018. Disponível em: <http://nature.com/articles/s41467-017-02771-y>. Acesso em: 1 out. 2025.

ARAÚJO JUNIOR, Julio José. A rodovia transamazônica e os indígenas tenharim: ontem e hoje. **ANPR – Associação Nacional dos Procuradores da República**, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.anpr.org.br/artigos/a-rodovia-transamazonica-e-os-indigenas-tenharim-ontem-e-hoje>. Acesso em: 30 ago. 2025.

ASSUNÇÃO, João; GANDOUR, Carolina; ROCHA, Roberto. Efeitos do PPCDAm entre 2005 e 2009: redução do desmatamento na Amazônia Legal. *Sinergia*, v. 19, n. 1, p. 45–58, 2015. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/sinergia/article/download/15094/10432/57989>. Acesso em: 2 set. 2025.

BRANDÃO JR., Amintas de Oliveira; SOUZA JR., Carlos M.; FERREIRA, Júlia Gabriela; SALES, Márcio Henrique Ribeiro. Desmatamento e estradas não-oficiais da Amazônia. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, 21-26 abr. 2007. p. 2357-2364. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/345196932_Desmatamento_e_estradas_nao-oficiais_da_Amazonia. Acesso em: 10 set. 2025.

BRANDO, Paulo M. et al. *The gathering firestorm in southern Amazonia.* *Science Advances*, v. 6, n. 2, eaba1560, 2020. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aay1632>. Acesso em: 3 nov. 2025.

COCHRANE, Mark A. et al. *Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests.* *Science*, v. 284, n. 5421, p. 1832-1835, 1999. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.284.5421.1832>. Acesso em: 1 nov. 2025.

ECOAMAZÔNIA / INPE. Incêndio na Amazônia está mais ligado ao uso do fogo em pastagem e ao desmate do que à seca, 2022. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/incendio-na-amazonia-esta-mais-ligado-ao-uso-do-fogo-em-pastagem-e-ao-desmate-do-que-a-seca-diz-estudo/39913>. Acesso em: 8 set. 2025.

FEARNSIDE, Philip M.; GRAÇA, Paulo Maurício Lima de Alencastro; KEIZER, Edwin Willem Hermanus; MALDONADO, Francisco Darío; BARBOSA, Reinaldo Imbrozio; NOGUEIRA, Euler Melo. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, n. 2, p. 208-233, jun. 2009. DOI: 10.1590/S0102-77862009000200009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/KRpXG6MXrrjgTn3NJKjRNvc/?lang=pt>. Acesso em: 12 set. 2025.

GOOGLE EARTH. [S. l.]: Google, 2025. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em: 18 set. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Governo inicia construção e pavimentação da PA-370, em Santarém. *Agência Pará*, 10 nov. 2020. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/pauta/3089/governo-inicia-construcao-e-pavimentacao-da-pa-370-em-santarem>. Acesso em: 21 set. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Governo do Estado conclui mais de 100 quilômetros de pavimentação na PA-370/Transuruará, no Baixo Amazonas. *Agência Pará*, 31 out. 2023. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/48691/governo-do-estado-conclui-mais-de-100-quilometros-de-pavimentacao-na-pa-370transuruara-no-baixo-amazonas>. Acesso em: 28 set. 2025.

HOLANDA, Sérgio Buarque de. Raízes do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Santarém (PA): panorama. Brasília: IBGE, 2023a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/santarem/panorama>. Acesso em: 30 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Uruará (PA): panorama. Brasília: IBGE, 2023b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/uruara/panorama>. Acesso em: 30 set. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA – IPAM; CONSERVATION STRATEGY FUND – CSF. Projetos de rodovias na Amazônia geram pouco à economia com grandes perdas socioambientais. *IPAM Amazônia*, 2020. Disponível em: <https://ipam.org.br/projetos-de-rodovias-na-amazonia-giram-pouco-a-economia-com-grandes-perdas-socioambientais/>. Acesso em: 16 set. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA – IPAM. Monitor do Fogo: Brasil teve 80% mais incêndios florestais em 2022. 11 nov. 2022. Disponível em: <https://ipam.org.br/brasil-teve-80-mais-incendios-florestais-em-2022-mostra-monitor-do-fogo/>. Acesso em: 4 set. 2025.

LOUREIRO, Violeta Refkalefsky; PINTO, Jax Nildo Aragão. A questão fundiária na Amazônia. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 19, n. 54, p. 77–98, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/pstJcmXTJKSNGRYZNLPWhsN/?lang=pt>. Acesso em: 13 set. 2025.

MAEDA, E. E.; COOKE, C.; ALMEIDA, D. W. de; et al. *Large-scale commodity agriculture exacerbates the deforestation-fishbone frontier in the Brazilian Amazon.* *Scientific Reports*, v. 11, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7896336/>. Acesso em: 22 set. 2025.

MAPBIOMAS. Códigos de Legenda – Fogo: Coleção 4. São Paulo: **Projeto MapBiomas**, 2024. 26 p. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/08/CODIGO-DE-LEGENDA-FOGO-COLECAO-4.pdf>. Acesso em: 14 set. 2025.

MARTINS, José de Souza. Fronteira: a degradação do outro nos confins do humano. 2. ed. São Paulo: **Hucitec**, 1997. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000933875>. Acesso em: 05 nov. 2025.

NASA-EARTH OBSERVATORY. *Making sense of Amazon deforestation patterns.* 21 nov. 2019. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/145888/making-sense-of-amazon-deforestation-patterns>. Acesso em: 10 set. 2025.

OLIVEIRA NETO, Thiago. Rodovias na Amazônia e as mudanças recentes na circulação regional. *Revista Tamoios*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 116-134, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/47935>. Acesso em: 19 set. 2025.

PASSOS, Messias Modesto dos. *BR-163: from “landless men” to “manless land”.* *Cadernos de Geografia, Departamento de Geografia e Turismo*, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, n. 39, art. 4, 2019. DOI: 10.14195/0871-1623_39_4. Disponível em: https://impactum-journals.uc.pt/cadernosgeografia/article/view/39_4. Acesso em: 30 ago. 2025.

REGO, Nelson. Capitalismo, natureza e a fronteira agrícola amazônica. *Boletim Gaúcho de Geografia*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, 1986. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/bgg/article/view/37961>. Acesso em: 21 ago. 2025.

SILVA FILHO, Eduardo Gomes da. A Amazônia e o Plano de Integração Nacional: os projetos de expansão e o avanço do capital nas sociedades tradicionais. *Revista Tempo Amazônico*, Amapá, v. 3, n. 2, p. 136–152, jan.-jun. 2017. Disponível em: https://snh2017.anpuh.org/resources/download/1506090987_ARQUIVO_Ok08-AAamazoniaeoplaneintegracaonacional.pdf. Acesso em: 1 set. 2025.

SILVA, Thiago Paixão da; PONTES, Altem Nascimento; AMORIM, Ismael Alves. Alternativas ao uso do fogo na agricultura como forma de mitigar queimadas na Amazônia. *Research Society and Development*, v. 9, n. 8, e387985938, jul. 2020. DOI: 10.33448/rsd-

v9i8.5938.

Disponível

em:

https://www.researchgate.net/publication/343221231_Alternativas_ao_uso_do_fogo_na_agricultura_como_forma_de_mitigar_queimadas_na_amazonia. Acesso em: 21 set. 2025.

SOARES, Murilo César Rabelo; MENDONÇA, Fabrício Molica de; FERREIRA, Douglas Marcos. O efeito do PPCDAm nas causas diretas do desmatamento na Amazônia Legal. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 21, n. 2, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.54399/rbgdr.v21i2.7825>. Acesso em: 20 set. 2025.

SOUSA JÚNIOR, Afonso Farias de. Políticas e estratégias equivocadas: a gestão do uso do fogo na Amazônia. In: **SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 5., 2008, Resende. Anais [...]. Resende: AEDB, 2008. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos08/391_Pol%20Est%20Eqv%20Gt%20fogo%20Amz%20-%20SEGeT%20Set2008.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.