



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

LUANE KELLY PEREIRA DE FARIAS

**ANÁLISE DE DESMATAMENTO E AUMENTO DA TEMPERATURA NO
MUNICÍPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS (2020 - 2024)**

ANANINDEUA, PA

2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

LUANE KELLY PEREIRA DE FARIAS

**ANÁLISE DE DESMATAMENTO E AUMENTO DA TEMPERATURA NO
MUNICÍPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS (2020 - 2024)**

Trabalho de Curso apresentado para obtenção do grau de
Tecnólogo (a) em Geoprocessamento pela Faculdade de
Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade
Federal do Pará, Campus Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Artur Vinícius Ferreira dos Santos

ANANINDEUA, PA

2026

**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)**

P436a Pereira de Farias, Luane Kelly.
ANÁLISE DE DESMATAMENTO E AUMENTO DA
TEMPERATURA NO MUNICÍPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS
(2020 - 2024) / Luane Kelly Pereira de Farias. — 2026.
20 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Artur Vinícius Ferreira dos Santos
Trabalho de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Ananindeua, Curso de
Geoprocessamento, Ananindeua, 2026.

1. Alterações climáticas. 2. Expansão urbana. 3. Focos de
calor. I. Título.

CDD 910.28

LUANE KELLY PEREIRA DE FARIAS

**ANÁLISE DE DESMATAMENTO E AUMENTO DA TEMPERATURA NO
MUNICÍPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS (2020 - 2024)**

Trabalho de Curso apresentado para obtenção do grau de
Tecnólogo (a) em Geoprocessamento pela Faculdade de
Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade
Federal do Pará, Campus Ananindeua.

Data de aprovação: 03/03/2026

Conceito: Excelente

Ananindeua – PA

Orientador (a) – Prof. Dr. Artur Vinícius Ferreira dos Santos

Orientador(a) – Presidente(a) da Banca Avaliadora

UFPA

Prof. Paulo Celso Santiago Bittencourt

Primeiro examinador

UFPA

Prof. Dr. Marcelo Augusto Machado Vasconcelos

Segundo Examinador

UFPA

Luane Kelly Pereira de Farias

Discente

ANÁLISE DE DESMATAMENTO E AUMENTO DA TEMPERATURA NO MUNICÍPIO DE CANAÃ DOS CARAJÁS (2020 - 2024)

Luane Kelly Pereira de Farias ¹

Prof. Dr. Artur Vinícius Ferreira dos Santos ²

RESUMO

O desmatamento consiste na remoção da vegetação nativa de uma determinada área, provocada principalmente por atividades humanas como agropecuária, mineração, expansão urbana e exploração madeireira. Esse processo altera o equilíbrio ambiental, reduz a biodiversidade, compromete a qualidade do solo e influencia diretamente o clima, contribuindo para o aumento das temperaturas e para a intensificação de impactos ecológicos e socioambientais. Este estudo analisa a relação entre o desmatamento e o aumento da temperatura no município de Canaã dos Carajás, no sudeste do Pará, entre os anos de 2020 e 2024. Foram utilizados dados de focos de calor do INPE e informações de uso e cobertura do solo disponibilizadas pela plataforma TerraBrasilis, tratados e integrados no software QGIS. Os resultados indicam uma redução consistente da cobertura vegetal, associada ao aumento da ocorrência de focos de calor, especialmente em áreas periféricas próximas à expansão urbana e zonas de influência da atividade mineradora. As tendências identificadas sugerem uma possível relação entre a intensificação do desmatamento e o aumento da temperatura média local. Os achados reforçam a importância de políticas públicas voltadas ao monitoramento ambiental e incentivam o uso de geotecnologias no planejamento territorial sustentável.

Palavras-chave: Alterações climáticas; Expansão urbana; Focos de calor.

ABSTRACT

Deforestation consists of the removal of native vegetation from a given area, mainly caused by human activities such as agriculture, mining, urban expansion, and logging. This process alters

¹Graduando (a) do curso de Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará – UFPA, Campus Ananindeua – Canan. E-mail: luane.ke.farias@gmail.com

² Orientador Doutor em agronomia Docente e pesquisador na Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento - FTG do CANAN-UFPA. E-mail: artur.santos@ufpa.br

the environmental balance, reduces biodiversity, compromises soil quality, and directly influences the climate, contributing to increased temperatures and the intensification of ecological and socio-environmental impacts. This study analyzes the relationship between deforestation and temperature increase in the municipality of Canaã dos Carajás, in southeastern Pará, between 2020 and 2024. Data on heat spots from INPE and land use and land cover information provided by the TerraBrasilis platform were used, processed and integrated in the QGIS software. The results indicate a consistent reduction in vegetation cover, associated with an increase in the occurrence of heat spots, especially in peripheral areas near urban expansion and zones influenced by mining activity. The identified trends suggest a possible relationship between the intensification of deforestation and the increase in the local average temperature. The findings reinforce the importance of public policies focused on environmental monitoring and encourage the use of geotechnologies in sustainable territorial planning.

Keywords: Climate change; Urban expansion; Heat spots.

1 INTRODUÇÃO

A região sudeste do Pará é caracterizada por uma combinação de intensa atividade econômica, diversidade ambiental e crescente expansão urbana. Trata-se de uma área marcada pela presença de grandes projetos minerais, pecuária extensiva e agricultura que têm impulsionado o desenvolvimento regional, mas também provocado transformações significativas na paisagem, dado o acelerado crescimento econômico impulsionado pela mineração e pela expansão urbana. Apesar do desenvolvimento, os impactos ambientais associados ao desmatamento e às alterações microclimáticas têm se intensificado na região.

A redução da cobertura vegetal contribui diretamente para o aumento das temperaturas, modificando o balanço energético da superfície e agravando as condições climáticas locais. Segundo Grodófig et al. (2024), observações sugerem que a floresta amazônica perdeu resiliência substancial desde 1990, indicando que a floresta pode sofrer uma transição crítica em um futuro próximo devido ao aquecimento global e ao desmatamento. (Grodófig; Renault; Mauritsen, 2024).

Nos últimos anos, o município apresentou expressivo avanço de áreas desmatadas, seja por expansão urbana, abertura de pastagens ou atividades mineradoras. Sena e Morgado (2023) apontam que a expansão agropecuária é uma das principais causas do desmatamento. Tais

processos têm elevado a incidência de focos de calor, afetando a dinâmica ecológica e o conforto térmico da população. A utilização de dados de sensoriamento remoto, combinados a ferramentas de geoprocessamento, oferece importante suporte para compreender a relação entre essas alterações ambientais, “Quando ocorrem mudanças no uso do solo – o desmatamento ou queima de uma floresta para dar lugar à pastagem ou agricultura, por exemplo – o carbono que estava estocado é liberado para a atmosfera na forma de CO₂ (dióxido de carbono), um dos gases do efeito estufa. [...]. Nas regiões tropicais, o desmatamento pode causar alterações no balanço hídrico e tornar o clima mais seco e quente.” (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazonia, 2024)

O mapeamento e o geoprocessamento são ferramentas fundamentais para a análise espacial e monitoramento ambiental, permitindo compreender a dinâmica do uso e cobertura da terra. No contexto da Amazônia, essas tecnologias possibilitam identificar áreas de desmatamento, subsidiando políticas públicas e estratégias de conservação. As bases de dados disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), como o sistema TerraBrasilis, oferecem informações atualizadas e confiáveis sobre a evolução do desmatamento, sendo amplamente utilizadas em estudos científicos e na gestão territorial.

Ao correlacionar dados de desmatamento com variações de temperatura, é possível identificar padrões que indicam alterações microclimáticas significativas, fornecendo subsídios para políticas públicas voltadas à mitigação desses efeitos. Além disso, os resultados obtidos podem contribuir para o planejamento territorial sustentável, auxiliando na preservação dos recursos naturais e na redução dos riscos associados às mudanças climáticas, reforçando a importância do monitoramento contínuo e da utilização de tecnologias geoespaciais como ferramentas essenciais para a gestão ambiental. A integração dessas ferramentas contribui para a tomada de decisão baseada em evidências, reforçando a importância do monitoramento contínuo para amenizar impactos ambientais.

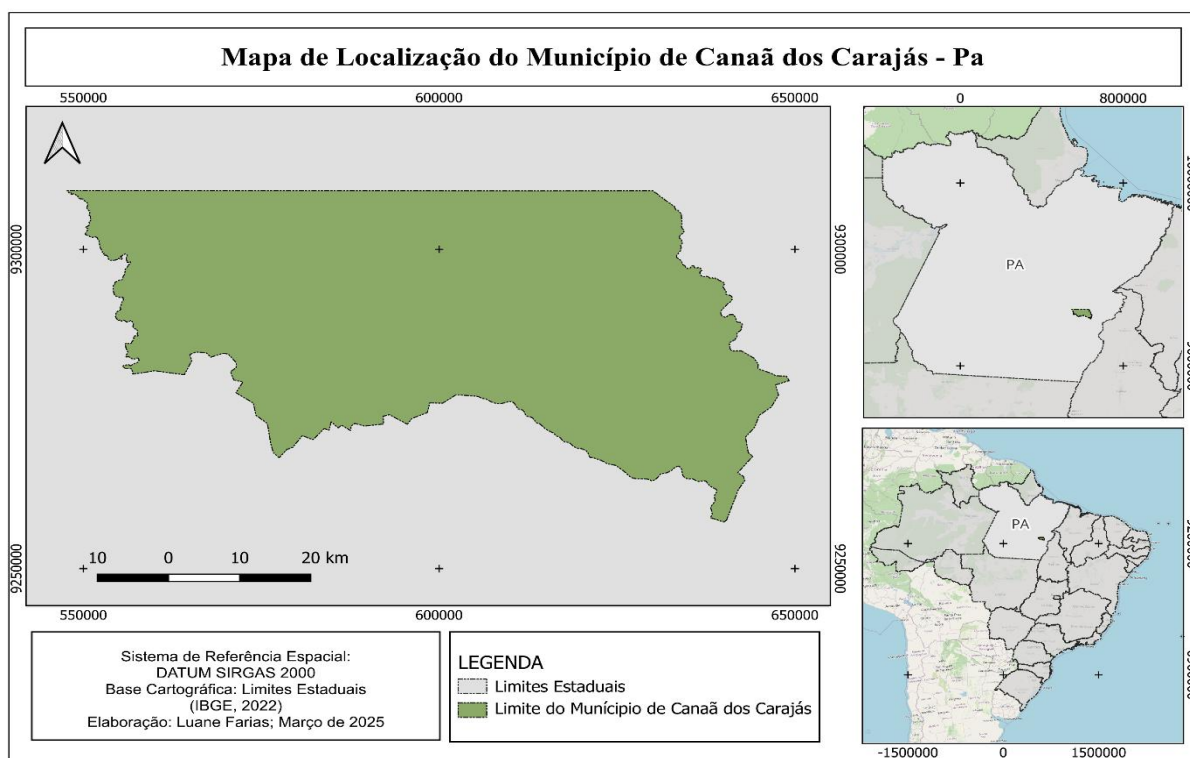
2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo se localiza no município de Canaã dos Carajás, situado na mesorregião do Sudeste Paraense, no estado do Pará, Brasil. O município apresenta coordenadas geográficas aproximadas de 6°29 '00 " S e 49°52' 00" W (Figura 1), com área territorial de 3.146,749 km².

A região é caracterizada por clima tropical úmido, com estação chuvosa predominante entre os meses de dezembro a maio e temperatura média anual em torno de 26 °C.

Além de sua relevância econômica, a região apresenta características ambientais que influenciam diretamente os estudos realizados. A vegetação predominante é composta por formações de floresta ombrófila densa, intercaladas com áreas de transição para cerrado, o que confere grande diversidade ecológica. Essa heterogeneidade ambiental, somada ao relevo suavemente ondulado e à presença de cursos d'água perenes, cria condições favoráveis para a manutenção de diferentes espécies e para o desenvolvimento de atividades agropecuárias em menor escala, coexistindo com a intensa exploração mineral.

Figura 1 – Mapa de localização do Município de Canaã dos Carajás



Fonte: IBGE (2022) Elaboração da autora (2025)

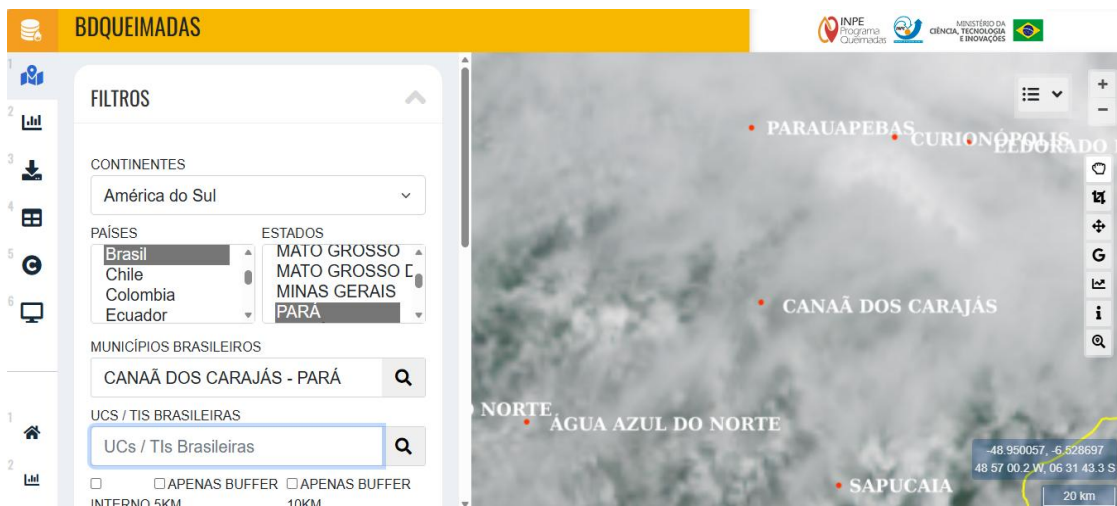
Canaã dos Carajás surgiu a partir da expansão das atividades mineradoras na região, especialmente após a implantação do Projeto Carajás pela Companhia Vale, que impulsionou o crescimento econômico e populacional do município. A emancipação ocorreu em 1994, desmembrando-se de Parauapebas, e desde então a cidade tem apresentado um

desenvolvimento acelerado, caracterizado por infraestrutura voltada para a mineração e pela migração de trabalhadores de diversas regiões do país. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população estimada para 2025 é de aproximadamente 89 mil habitantes, com densidade demográfica crescente devido à instalação de grandes empreendimentos minerais e à expansão urbana. Esse contexto socioeconômico reforça a importância de estudos ambientais voltados para o monitoramento das alterações na paisagem e nos padrões climáticos locais.

Para realizar este estudo foi utilizado dados de focos de calor, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e informações de uso e cobertura do solo obtidas na plataforma TerraBrasilis e base cartográfica disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esses dados foram processados e analisados no software QGIS Versão 3.40.10 (QGIS Development Team, 2024), permitindo a integração de camadas geoespaciais e a geração de mapas temáticos. A metodologia consistiu em três etapas principais:

1. Coleta e organização dos dados: Os focos de calor referentes ao período de janeiro a dezembro, entre os anos de 2020 a 2024, foram obtidos no site do INPE por meio da plataforma BD Queimadas. (Figura 2)

Figura 2: Site da Plataforma BD Queimadas



Fonte: INPE – BD Queimadas. Acesso em: fev. 2026.

Em seguida, na plataforma TerraBrasilis (Figura 3), nos filtros é necessário delimitar para o Brasil, assim serão selecionadas todas as classes de uso e ocupação do solo disponíveis para o mesmo intervalo temporal de forma geral para o país. Após essa filtragem inicial, é preciso restringir a consulta especificamente ao município de Canaã

Figura 4 – Dados estatísticos do site do IBGE (2020 – 2024)



gov.br

ACESSO À INFORMAÇÃO | PARTICIPE | LEGISLAÇÃO | ÓRGÃOS DO GOVERNO

IBGE

Outros idiomas

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Geociências > Downloads

Downloads

Na área de geociências é possível fazer downloads de cartas imagem, imagens aéreas e orbitais, mapas, malhas, além de conteúdos da INDE, atlas e arquivos Google Earth, entre outros.

Todos os arquivos aqui disponíveis são públicos.

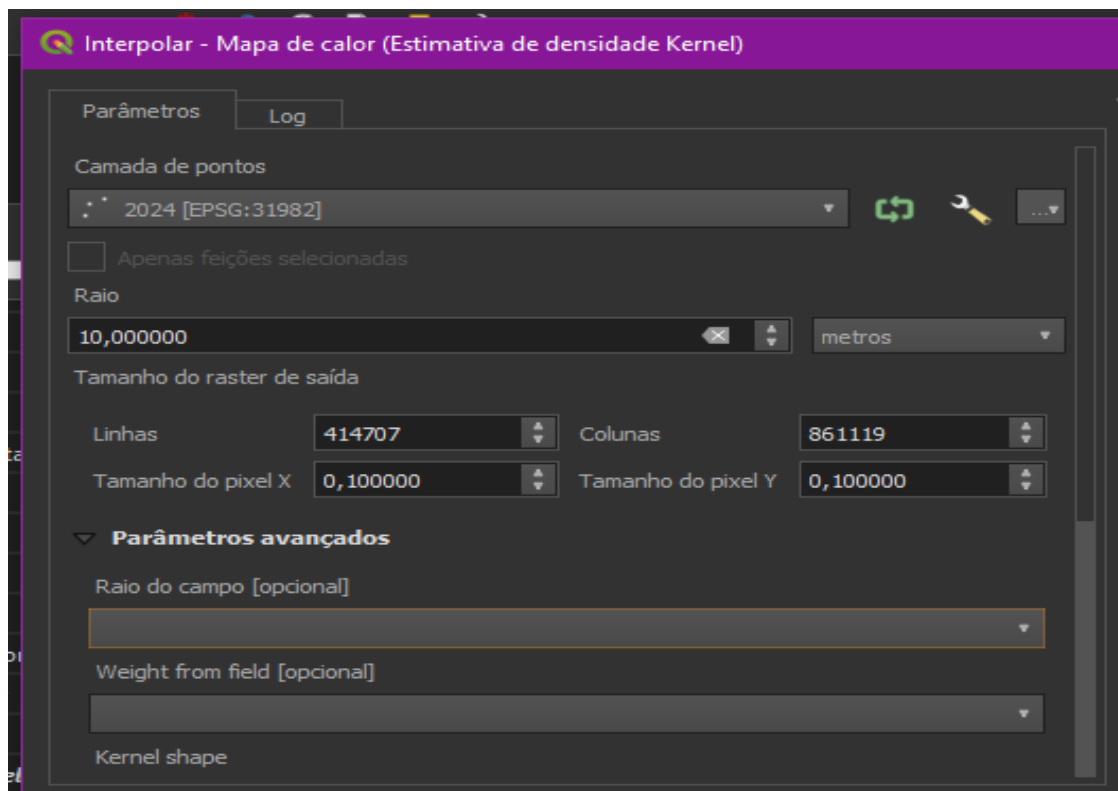
Caso os arquivos não sejam exibidos, clique aqui para acessá-los através da página FTP.

- atlas
- cartas_e_mapas
- imagens_do_territorio
- informacoes_ambientais
 - informacoes_sobre_posicionamento_geodesico
 - metodos_e_outros_documentos_de_referencia
 - modelos_digitais_de_superficie

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Acesso em fev.2026.

2. Tratamento e análise espacial: Importação dos dados de bases geográficas com o recorte para o município de Canaã dos Carajás, assim como os demais dados foram adicionados ao projeto no aplicativo QGIS, reprojeção para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 / UTM Zona 22S e aplicação de ferramentas de geoprocessamento para identificar áreas desmatadas e padrões de alteração da cobertura vegetal, na camada de pontos, foi utilizado o recurso de densidade de kernel (Figura 3) para identificar áreas de grande concentração de focos de calor com raio de influência de 10 km no método quartico na banda bandwidth, e na camada de uso e ocupação do solo, cada ano precisou ser delimitado para área de interesse, mesclando o estilo para categorizado para uma melhor análise e assim excluir categorias que não estavam representadas na área do município.

Figura 5 – Interface do software Qgis para interpolação espacial por estimativa de densidade Kernel (mapa de calor)



Fonte: Interface do QGIS para estimativa de densidade Kernel, acesso em fev. 2026.

3. Correlação entre as bases: Realizou-se a comparação entre áreas de maior concentração de focos de calor e os dados de uso e ocupação do solo, com o objetivo de identificar possíveis relações entre desmatamento e aumento da temperatura. Foram elaborados mapas de densidade (Figura 6) e de uso e ocupação do solo (Figuras 7,8,9,10 e 11), de modo a facilitar a interpretação das tendências observadas e subsidiar a discussão sobre os impactos ambientais.

Foram elaborados mapas de densidade e uso e ocupação do solo para facilitar a interpretação das tendências observadas, subsidiando a discussão sobre impactos ambientais e estratégias de mitigação. A integração dessas etapas permitiu a construção de uma base sólida para análise espacial, garantindo consistência nos dados e precisão nos resultados. A utilização do QGIS como ferramenta principal possibilitou não apenas a visualização das informações, mas também a aplicação de técnicas avançadas de geoprocessamento, fundamentais para identificar padrões espaciais e temporais relacionados ao desmatamento e à ocorrência de focos de calor. Os mapas temáticos gerados representam um recurso essencial para compreender as

dinâmicas ambientais na área de estudo, subsidiando a discussão sobre os impactos das mudanças no uso e cobertura do solo e suas possíveis implicações climáticas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

3.1 Desmatamento e Alterações climáticas

O desmatamento é um dos principais fatores que contribuem para mudanças climáticas locais e globais. A remoção da cobertura vegetal reduz a evapotranspiração, altera o balanço energético da superfície e aumenta a absorção de radiação solar, resultando em elevação da temperatura média. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a perda de florestas tropicais intensifica o efeito estufa ao liberar grandes quantidades de CO₂, agravando o aquecimento global.

3.2 Geoprocessamento como Ferramenta de Análise Espacial

O geoprocessamento é um conjunto de técnicas que permite a manipulação e análise de dados georreferenciados, sendo essencial para estudos ambientais e planejamento territorial. Ele possibilita a integração de diferentes camadas de informação espacial, como uso do solo, relevo e dados climáticos, permitindo análises complexas e geração de mapas temáticos. Segundo Câmara et al. (1996), o geoprocessamento é fundamental para compreender padrões espaciais e apoiar a tomada de decisão em gestão ambiental.

3.3 Estimador de Densidade Kernel em Análises Ambientais e Aplicações do Kernel em Monitoramento de Desmatamento

O estimador de densidade Kernel é uma técnica estatística aplicada em análises espaciais para identificar áreas de concentração de eventos, como focos de calor ou desmatamento. Essa ferramenta cria uma superfície contínua que representa a intensidade de ocorrência em uma região, permitindo visualizar padrões de distribuição espacial. De acordo com Silverman (1986), o método Kernel é amplamente utilizado em estudos ambientais por sua capacidade de suavizar dados e revelar tendências ocultas. No contexto do monitoramento ambiental, o Kernel é aplicado para mapear áreas críticas de desmatamento e queimadas, auxiliando na identificação de hotspots e na priorização de ações de fiscalização. Essa abordagem é especialmente útil quando integrada a Sistemas de Informação Geográfica (SIG), pois permite análises dinâmicas e visualizações precisas. Estudos recentes destacam sua eficácia na Amazônia para correlacionar padrões de degradação com fatores socioeconômicos e climáticos.

3.4 Mineração e Expansão Urbana como Vetores de Impacto Ambiental

Segundo Becker, a atividade mineradora e a urbanização acelerada são responsáveis por mudanças significativas no uso do solo, fragmentação de habitats e pressão sobre áreas de preservação. Estudos indicam que regiões com intensa exploração mineral apresentam maior taxa de desmatamento e degradação ambiental, comprometendo serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação climática e conservação da biodiversidade.

3.5 O Papel do IBGE na Produção de Dados Geoespaciais

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é a principal instituição responsável pela produção, análise e disseminação de dados estatísticos e geográficos no Brasil. Sua atuação é fundamental para subsidiar políticas públicas, pesquisas acadêmicas e estudos ambientais, fornecendo informações sobre demografia, economia, uso do solo e características territoriais. No contexto do geoprocessamento, o IBGE disponibiliza bases cartográficas e geoespaciais, como o Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) e a Base Cartográfica Contínua do Brasil, que são amplamente utilizadas para análises espaciais e integração com Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Esses dados permitem a correlação entre variáveis socioeconômicas e ambientais, contribuindo para estudos sobre desmatamento, expansão urbana e mudanças climáticas.

3.6 Monitoramento Ambiental por Sensoriamento Remoto

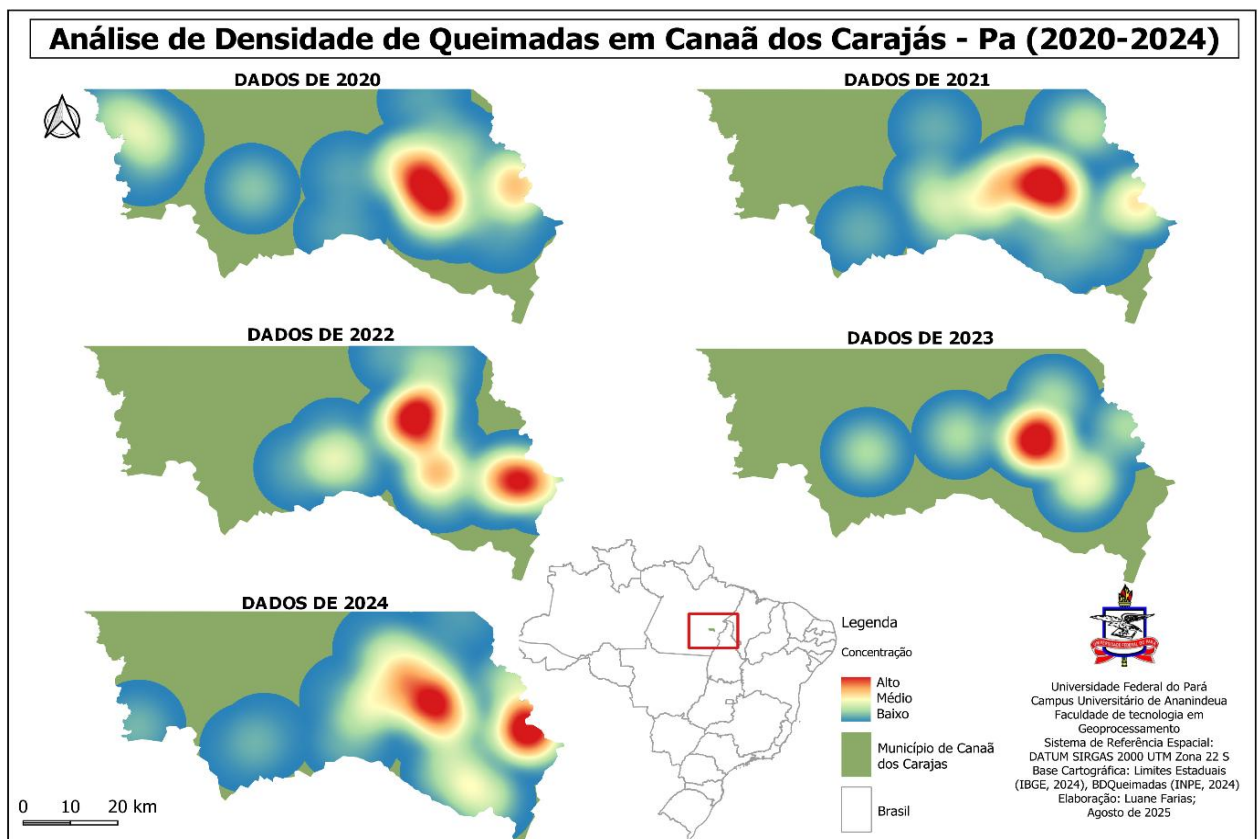
De acordo com INPE, o uso de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, como QGIS e plataformas do INPE (ex.: TerraBrasilis), é fundamental para monitorar alterações na cobertura vegetal e correlacionar esses dados com variáveis climáticas. Essa abordagem permite análises espaciais precisas e subsidia políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos ambientais

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa apresenta a evolução espacial da densidade de queimadas no município de Canaã dos Carajás-PA entre 2020 e 2024, essa distribuição utilizando o método de Kernel (Figura 6) Density Estimation (KDE). A distribuição dos cinco mapas facilita a visualização e permite identificar padrões temporais importantes, mas alguns aspectos metodológicos e cartográficos podem ser reforçados. A análise espacial apresentada nos mapas evidencia uma variação significativa na distribuição dos focos de calor ao longo do período estudado.

Os resultados obtidos mostram que as áreas com maior intensidade de desmatamento coincidem com regiões destacadas por Becker como zonas pressionadas pela expansão urbana e pela atividade mineradora. As concentrações identificadas pelo estimador de densidade Kernel revelaram hotspots especialmente próximos a áreas de exploração mineral e a setores em acelerada ocupação humana, reforçando a ideia de que esses vetores intensificam a fragmentação de habitats e a conversão do uso do solo. Essa correspondência entre os padrões espaciais gerados nas análises e a teoria apresentada por Becker indica que o avanço da mineração e o crescimento desordenado das cidades não apenas ampliam a pressão sobre zonas de preservação, como também aceleram a degradação ambiental observada no período estudado. Assim, os achados deste trabalho corroboram estudos que associam a expansão antrópica à perda de cobertura vegetal e demonstram que a combinação entre técnicas de SIG e o método Kernel é eficiente para revelar tais dinâmicas e subsidiar ações de gestão e fiscalização.

Figura 6 – Mapa de densidade



Fonte: BDQueimadas/INPE (2020-2024); IBGE (2024). Elaboração da autora (2025).

Em 2020, observa-se uma concentração moderada, localizada principalmente na porção central do município. No entanto, a partir de 2021, há um aumento expressivo na intensidade e na distribuição dos núcleos, indicando uma expansão das áreas impactadas. Os anos de 2022 e 2023 apresentam os maiores índices de densidade, com múltiplos núcleos distribuídos em diferentes regiões, sugerindo intensificação das atividades antrópicas, como abertura de áreas para pastagem e agricultura. (Figura 6) no período de 2020 a concentração foi moderada e alta na região norte e centro-leste do município, no ano seguinte houve forte aumento da densidade na mesma região do centro-leste, sugerindo queimadas relacionadas a possíveis áreas de expansão agropecuária, enquanto no norte do município a atividade se manteve moderada. Já no ano de 2022, foram mais críticas as regiões centro-leste e sudoeste, indicando forte avanço da pressão antrópica.

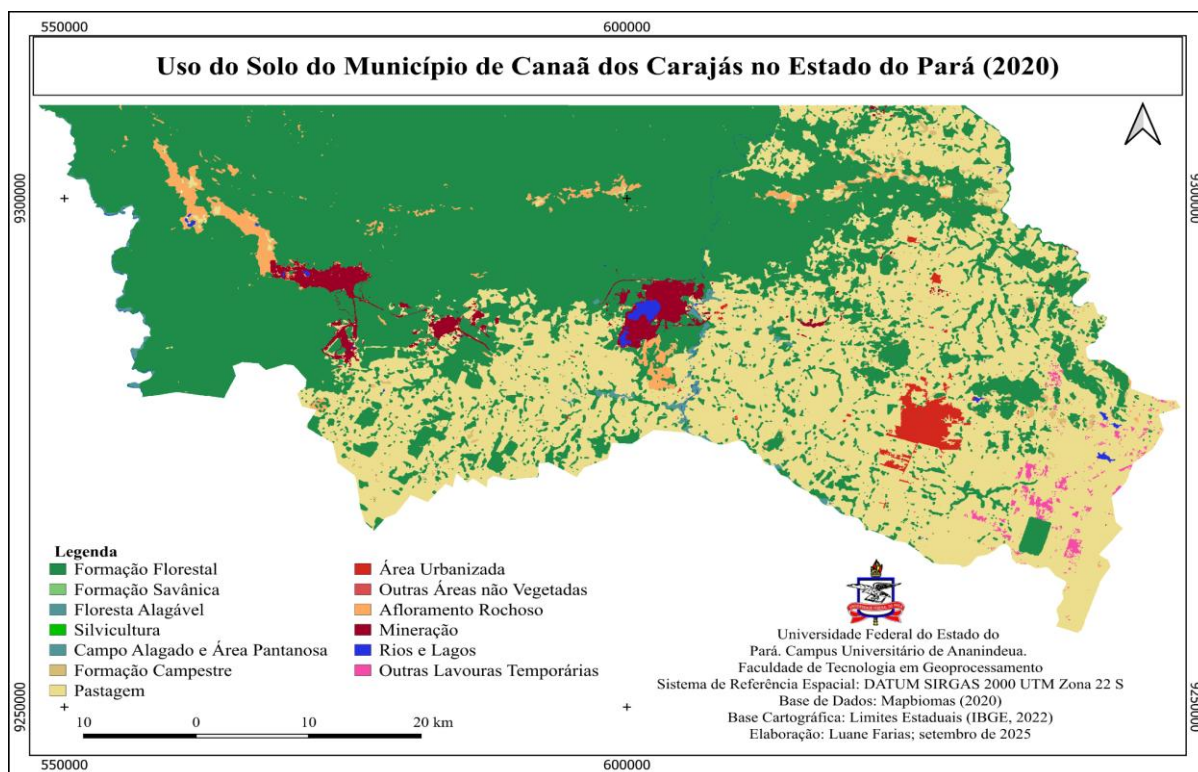
Os mapas gerados por meio do estimador de densidade Kernel apresentam uma representação contínua da intensidade dos focos de calor, permitindo identificar áreas críticas com maior precisão. A escolha do raio de influência de 10 km e da função quartic contribuiu para suavizar as variações locais, evitando a formação de padrões artificiais e garantindo uma interpretação coerente com a realidade espacial. (Figura 6). Essa abordagem cartográfica é essencial para estudos ambientais, pois possibilita correlacionar os núcleos de maior concentração com áreas de uso e ocupação do solo, fornecendo subsídios para estratégias de mitigação e planejamento territorial sustentável.

Em 2024, embora haja uma redução na intensidade em algumas áreas, os padrões permanecem elevados, demonstrando persistência do processo de degradação ambiental, esse aumento das áreas queimadas no Brasil está associado aos efeitos acumulados de um longo período seco que afetou grande parte do país, associado ao fenômeno “El Niño” entre 2023 e 2024, classificado como de intensidade moderada a forte e com a baixa umidade, a vegetação fica mais suscetível ao fogo, esses resultados reforçam a correlação entre o avanço do desmatamento e a ocorrência de queimadas, apontando para a necessidade de estratégias de monitoramento contínuo e políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos ambientais.

Para análise do mapa de uso e cobertura do solo do município de Canaã dos Carajás para o ano de 2020 (Figura 7) evidencia uma predominância de áreas de formação florestal e savânica, representadas pelas tonalidades verdes, que ocupam grande parte do território, observa-se também a presença significativa de áreas destinadas à pastagem, distribuídas principalmente nas porções centrais e sudeste do município, indicando a pressão antrópica sobre os ecossistemas naturais. As áreas de mineração, destacadas em vermelho, concentram-se em

pontos específicos, refletindo a importância econômica dessa atividade para a região, mas também sinalizando potenciais impactos ambientais associados à supressão da vegetação nativa. A disposição espacial das áreas urbanizadas, embora restrita, demonstra um padrão de crescimento vinculado às zonas de exploração mineral.

Figura 7 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo (2020)



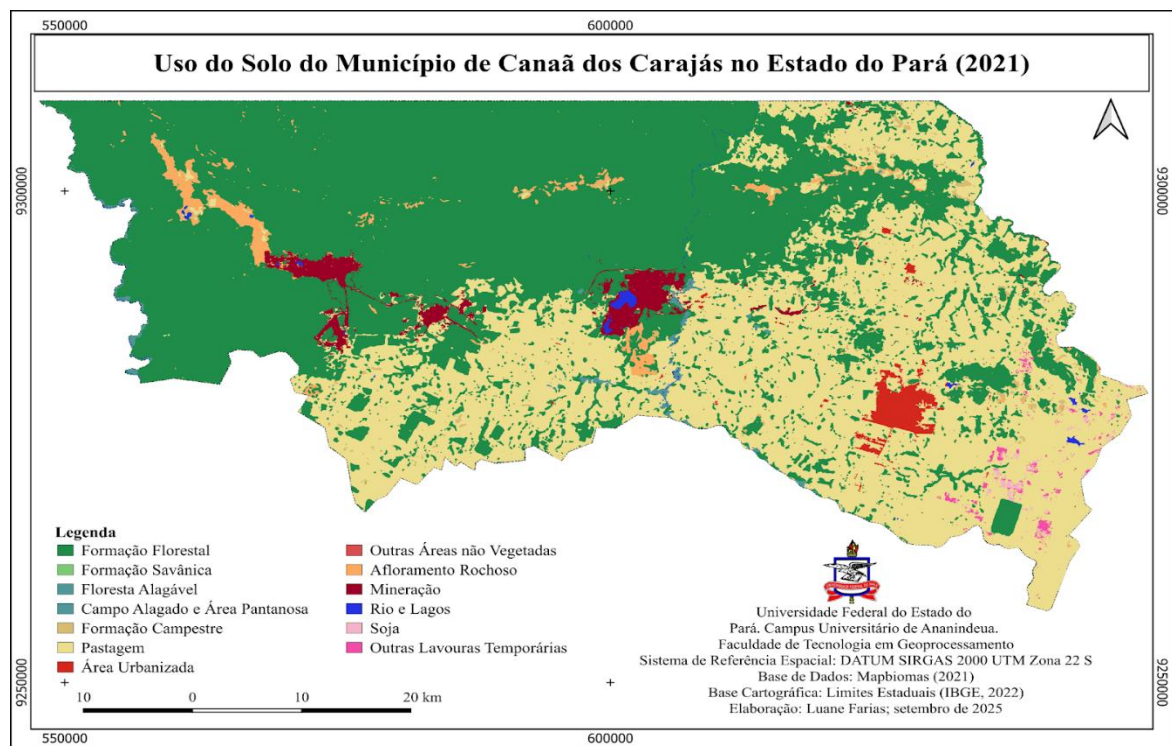
Fonte – Mapbiomas, TerraBrasilis (2020) e IBGE (2024). Elaboração da autora (2025).

Essa configuração territorial reforça a necessidade de monitoramento contínuo, pois a expansão das atividades agropecuárias e mineradoras tende a intensificar processos de fragmentação da paisagem e perda de biodiversidade, aspectos críticos para o planejamento ambiental e gestão sustentável do território.

A análise do referente ao ano de 2021 (Figura 8) revela mudanças significativas na configuração territorial do município de Canaã dos Carajás em comparação ao ano anterior. Nota-se um aumento expressivo das áreas destinadas à pastagem, que se expandem para regiões anteriormente ocupadas por formações florestais e savânicas, evidenciando a intensificação da atividade agropecuária. As áreas identificadas com maior intensidade de desmatamento coincidem com regiões onde há maior alteração no equilíbrio térmico local, alinhando-se ao que o IPCC descreve sobre os impactos climáticos da perda de cobertura vegetal. As análises

realizadas por meio do estimador de densidade Kernel evidenciaram hotspots em zonas onde a remoção da vegetação é mais expressiva, sugerindo aumento da absorção de radiação solar e redução da evapotranspiração, exatamente como apontado pela literatura. Esses padrões reforçam que o desmatamento não apenas transforma a paisagem, mas também contribui para o aquecimento regional, intensificando a degradação ambiental e favorecendo condições mais propícias para novas perdas florestais. Portanto, os achados deste estudo corroboram a relação direta entre a conversão do uso do solo e as alterações climáticas locais, destacando a relevância do monitoramento contínuo como instrumento para compreender a dinâmica da degradação e apoiar ações de mitigação.

Figura 8 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo (2021)

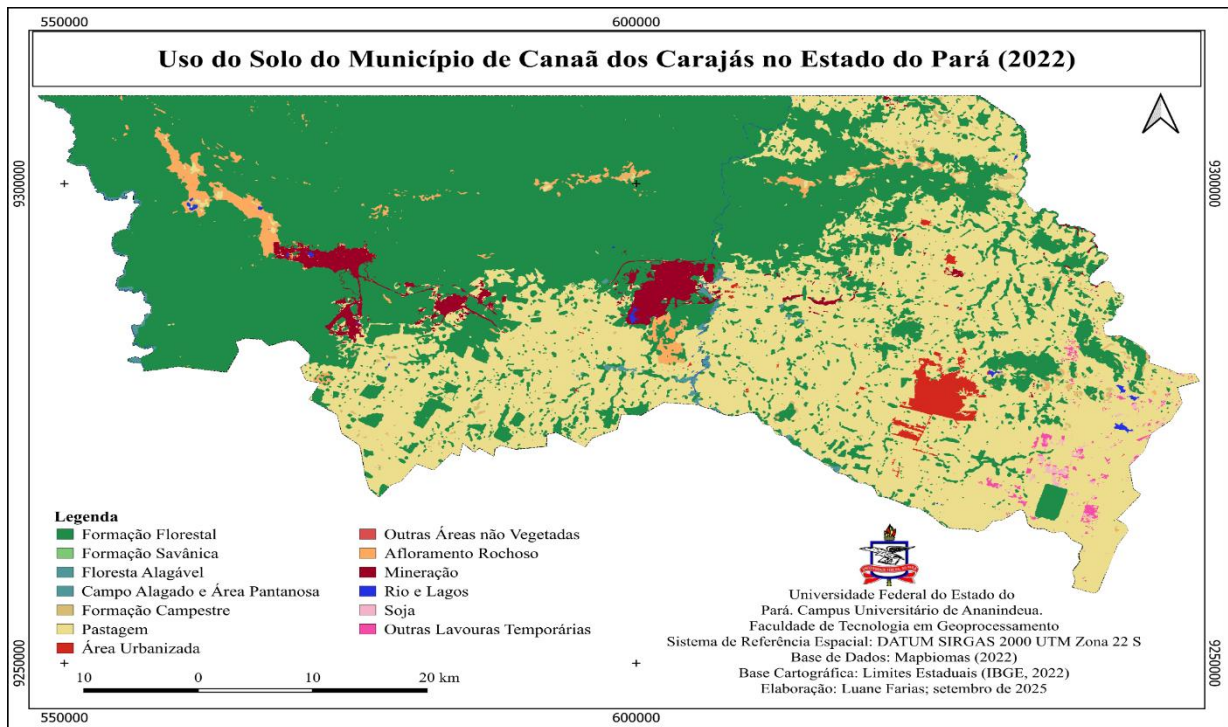


Fonte – Mapbiomas, TerraBrasilis (2021) e IBGE (2024). Elaboração da autora (2025).

As áreas de mineração, representadas em vermelho, mantêm-se concentradas, mas com indícios de ampliação, reforçando a pressão sobre os ecossistemas naturais. Além disso, observa-se a presença de novas áreas urbanizadas, indicando crescimento populacional e expansão da infraestrutura urbana, possivelmente associada à dinâmica econômica impulsionada pela mineração.

Essa alteração no padrão de uso do solo demonstra um processo contínuo de fragmentação da paisagem, com redução das áreas de vegetação nativa e aumento das superfícies antrópicas, o que potencializa riscos ambientais, como perda de biodiversidade e maior vulnerabilidade ao fogo.

Figura 9 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo (2022)



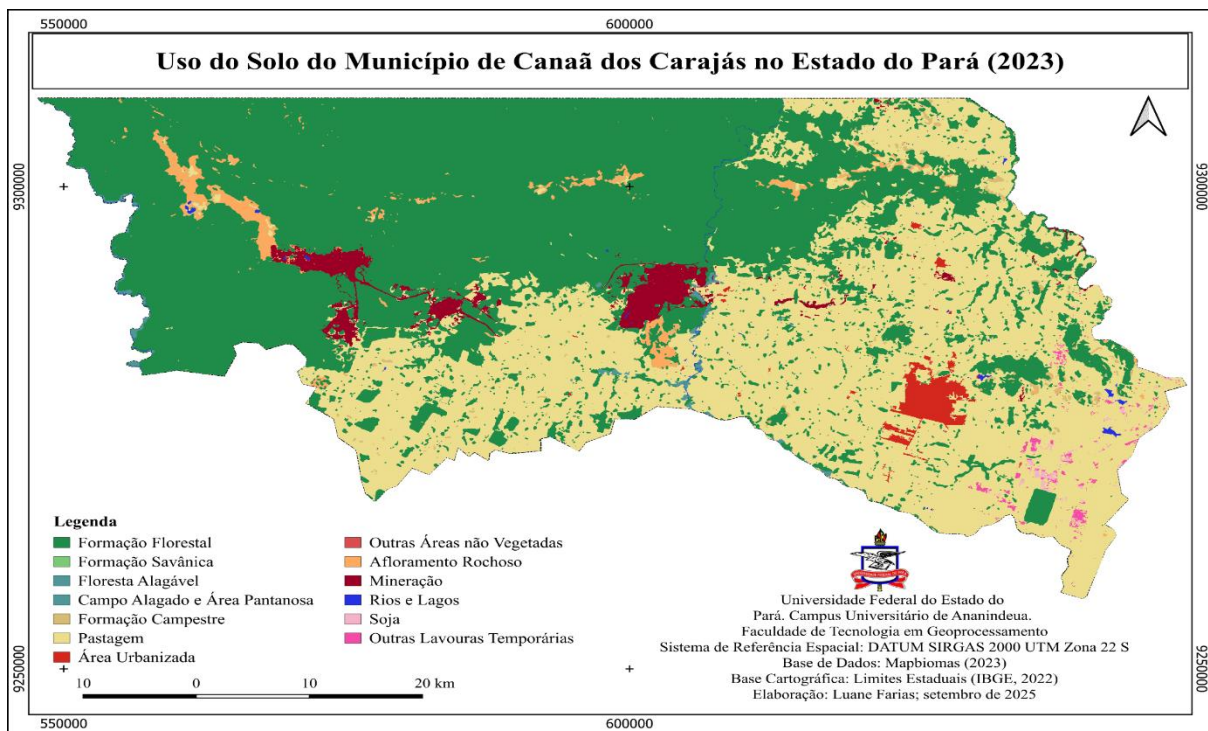
Fonte – Mapbiomas, TerraBrasilis (2022) e IBGE (2024). Elaboração da autora (2025).

O mapa apresentado na (Figura 9) ilustra a distribuição do uso e cobertura da terra referente ao ano de 2022. Observa-se predominância de formações florestais na porção norte e noroeste do território, representadas pela cor verde escuro, indicando áreas de maior conservação ambiental. Em contrapartida, as regiões sul e sudeste apresentam extensas áreas de pastagem, destacadas em tonalidade amarela, evidenciando a forte presença da atividade pecuária.

Além disso, são identificadas manchas significativas de mineração, em vermelho, concentradas principalmente no setor oeste e centro-leste, associadas aos grandes empreendimentos minerários da região. A rede hidrográfica, representada em azul, atravessa áreas antropizadas, o que reforça a necessidade de monitoramento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) conforme a legislação vigente.

Essa configuração espacial demonstra um cenário de fragmentação da paisagem, com núcleos florestais isolados e pressão antrópica crescente, exigindo estratégias de gestão territorial sustentável.

Figura 10 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo (2023)



Fonte – Mapbiomas, TerraBrasilis (2023) e IBGE (2024). Elaboração da autora (2025).

Observa-se um avanço significativo das áreas de pastagem e lavouras temporárias sobre as formações florestais, evidenciando processos de desmatamento contínuo no município. Essa dinâmica é mais intensa nas porções sul e sudeste, onde a expansão agropecuária se consolida como principal vetor de supressão da vegetação nativa.

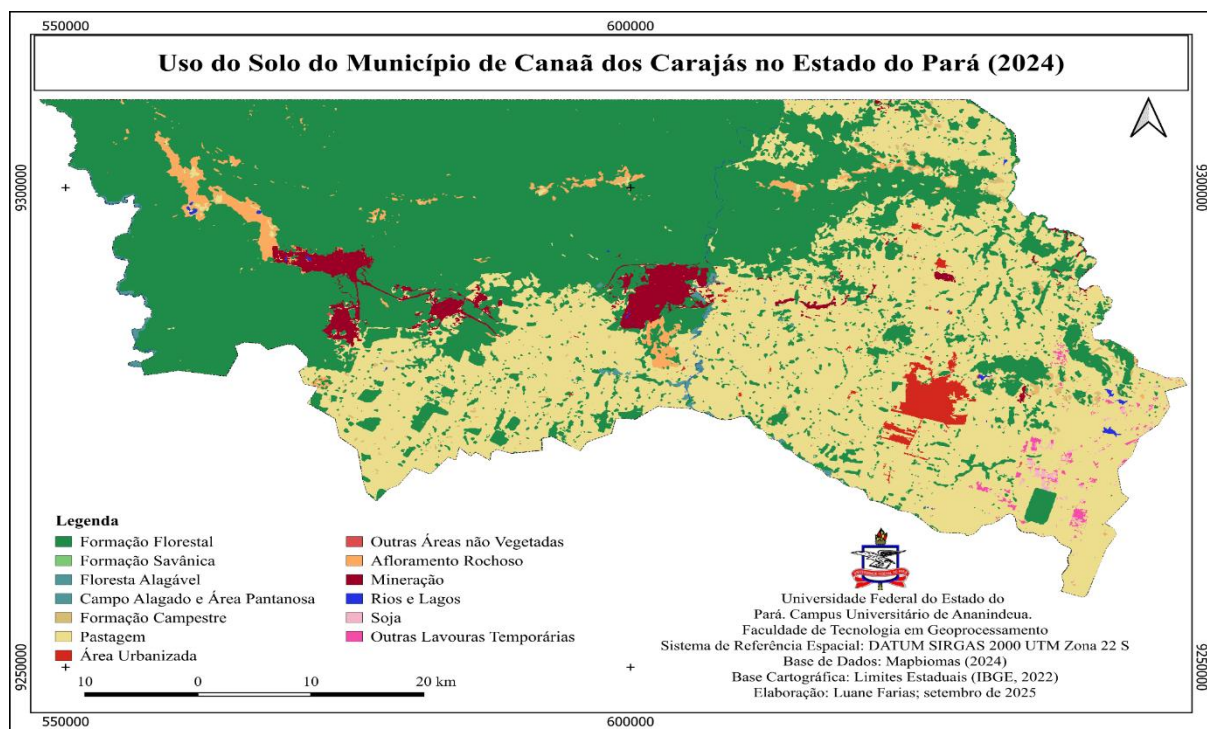
Além disso, a presença de novas áreas mineradas, identificadas em vermelho no mapa de 2023 (Figura 10), indica que a atividade extrativa também contribui para a redução da cobertura florestal. Esse cenário reforça a necessidade de monitoramento sistemático por meio de geotecnologias, visando identificar padrões de conversão do uso do solo e subsidiar políticas públicas voltadas à mitigação do desmatamento e à conservação dos remanescentes florestais (MAPBIOMAS, 2025).

Em 2024 (Figura 11), observa-se que as áreas mineradas permanecem concentradas nas porções oeste e centro-leste, porém com indícios de ampliação, enquanto as áreas agropecuárias

avançam sobre setores anteriormente ocupados por vegetação nativa, intensificando o desmatamento.

Essa dinâmica territorial reflete a pressão antrópica sobre os recursos naturais e reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à conservação ambiental, monitoramento sistemático por geotecnologias e implementação de práticas sustentáveis que conciliam desenvolvimento econômico e preservação dos ecossistemas.

Figura 11 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo (2024)



Fonte – Mapbiomas, TerraBrasilis (2024) e IBGE (2024). Elaboração da autora (2025).

A continuidade dessas tendências pode comprometer a conectividade dos fragmentos florestais e a qualidade dos serviços ecossistêmicos, tornando imprescindível a adoção de estratégias integradas de gestão territorial. Com picos significativos nos anos de 2021 e 2023. Essa elevação coincide com os períodos de maior atividade mineradora e expansão urbana, conforme observado nos dados de uso do solo.

O mapa de densidade gerado com o estimador Kernel evidenciaram hotspots de queimadas concentrados nas regiões periféricas da zona urbana e em áreas de transição entre vegetação nativa e áreas de pastagem. Essas regiões apresentaram uma redução significativa da cobertura vegetal ao longo do período analisado, a correlação espacial entre os focos de calor e

as áreas desmatadas sugere uma relação direta entre a perda de vegetação e o aumento da temperatura média local.

Estudos anteriores, como os do IPCC (2021), colaboram nessa relação, destacando que o desmatamento contribui para o aumento da radiação solar absorvida pelo solo, reduz a umidade relativa e intensifica o aquecimento local.

Além disso, a análise temporal mostrou que os anos com maior número de focos de calor coincidem com os períodos de menor precipitação, o que pode ter potencializado os efeitos do desmatamento sobre o microclima local. Esses resultados reforçam a importância do monitoramento contínuo por meio de geotecnologias e da implementação de políticas públicas voltadas à preservação ambiental e ao uso sustentável do solo, especialmente em regiões de intensa atividade econômica como Canaã dos Carajás.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a relação entre o desmatamento e o aumento da temperatura no município de Canaã dos Carajás. Os resultados indicaram uma tendência preocupante de redução da cobertura vegetal, acompanhada por elevação das temperaturas médias locais, especialmente em áreas próximas à expansão urbana e à atividade mineradora.

A correlação observada entre os focos de calor e as áreas desmatadas reforça a hipótese de que a perda de vegetação contribui para alterações microclimáticas, intensificando o aquecimento local. Esses achados estão alinhados com estudos do IPCC e demais referências teóricas, que apontam o desmatamento como um dos principais fatores de mudanças climáticas.

Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de políticas públicas voltadas à preservação ambiental, ao monitoramento contínuo por meio de geotecnologias e à adoção de práticas sustentáveis no uso do solo. Além disso, recomenda-se a ampliação de estudos que integrem variáveis socioeconômicas e climáticas, visando compreender de forma mais abrangente os impactos da mineração e da urbanização sobre o meio ambiente. Este trabalho contribui para a discussão sobre os efeitos do desmatamento e oferece subsídios para estratégias de mitigação, destacando a importância da gestão territorial responsável para garantir a sustentabilidade regional. A presente análise demonstrou uma correlação direta entre o avanço do desmatamento e o aumento das anomalias térmicas no município de Canaã dos Carajás entre

2020 e 2024. O uso de ferramentas de Geoprocessamento permitiu identificar que as áreas com maior perda de vegetação coincidem com os principais focos de calor detectados pelo sensor térmico, evidenciando a fragilidade ambiental da região frente às mudanças no uso do solo.

Sugestões para a Gestão Pública Municipal, os mapas gerados neste trabalho possuem potencial para subsidiar políticas públicas da Prefeitura de Canaã dos Carajás, especificamente por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA): Zoneamento Ambiental, Utilizar os mapas de densidade de calor para identificar bairros e áreas rurais que necessitam de projetos prioritários de reflorestamento e arborização urbana para mitigar o efeito das ilhas de calor. Fiscalização e Alerta Precoce, como integrar os dados de monitoramento do INPE com o SIG municipal para direcionar as equipes de fiscalização a campo antes que pequenos focos de queimada se transformem em incêndios de grandes proporções e em Educação Ambiental, utilizar o material visual (mapas e gráficos) em campanhas educativas com produtores rurais, demonstrando o impacto real da substituição da floresta pelo pasto na temperatura local e na disponibilidade hídrica.

Em suma, o Geoprocessamento reafirma-se como uma ferramenta indispensável para o planejamento estratégico de Canaã dos Carajás, permitindo que o desenvolvimento econômico seja acompanhado por uma gestão territorial resiliente e tecnicamente embasada.

6 AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força e sabedoria concedidas durante toda a trajetória acadêmica. À minha família, pelo apoio incondicional, incentivo e compreensão nos momentos de maior dedicação aos estudos. Aos professores, em especial meu orientador que sempre esteve disposto a me auxiliar e orientar nesse trabalho e colegas do curso, pelas contribuições e aprendizados que enriqueceram este trabalho. À Universidade Federal do Estado do Pará e ao corpo docente da Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento, pela orientação e suporte técnico. Por fim, agradeço às instituições MapBiomass, TerraBrasilis e IBGE pela disponibilização dos dados que possibilitaram a realização desta pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

BAILEY, T.; GATRELL, A. **Interactive Spatial Data Analysis**. Longman Scientific & Technical, 1995.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, 2005.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE, 1996.

GRODOFZIG, Raphael; RENOULT, Martin; MAURITSEN, Thorsten. **Observation-inferred resilience loss of the Amazon rainforest possibly due to internal climate variability**. *Earth System Dynamics*, v. 15, p. 913-927, 2024.

Disponível em: <https://esd.copernicus.org/articles/15/913/2024/esd-15-913-2024.html>

Acesso em: 03 dez. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Portal IBGE**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>

Acesso em: 2025.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **BDQueimadas**: Banco de Dados de Queimadas. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>

Acesso em: 3 mar. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **Como o desmatamento acelera as mudanças climáticas?** Brasília, 2024.

Disponível em: <https://ipam.org.br/entenda/desmatamento-clima/>

Acesso em: 05 dez. 2025.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press, 2021.

MAPBIOMAS. Dados do Monitor do Fogo do MapBiomas mostram que mais da metade da área queimada no Brasil no ano passado fica na Amazônia. 2025.

Disponível em:

<https://brasil.mapbiomas.org/2025/01/22/area-queimada-no-brasil-cresce-79-em-2024-e-supera-os-30-milhoes-de-hectares/> Acesso em: 2025.

PIROLI, Edson. Introdução ao geoprocessamento. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

ROSA, R. Geoprocessamento: conceitos e aplicações. In: PIROLI, Edson. **Introdução ao geoprocessamento**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 12.

SENA, Reinaldo; MORGADO, Elsa. **Desmatamento na Amazônia: causas, consequências e soluções**. Revista Internacional de Ciências, Tecnologia e Sociedade, v. 6, n. 2, p. 45–60, 2023.

Disponível em: <https://ricts.mundis.pt/index.php/ricts/article/view/123/50>

Acesso em: 03 dez. 2025.

SILVERMAN, B. W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. Chapman and Hall, 1986.