



USO E COBERTURA DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE JI-PARANÁ

LAND USE AND LAND COVER AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE INCIDENCE OF HEAT SOURCES IN THE MUNICIPALITY OF JI- PARANÁ

DOI: 10.5281/zenodo.23223902



Marvin Nogueira Batista Farias¹

Gabriele Lima Mendes²

Hellen Kássia Xavier de Lima³

Fernando Dall'Igna⁴

RESUMO

A expansão das atividades agropecuárias na Amazônia Meridional tem provocado intensas transformações na paisagem natural, fragmentando ecossistemas e elevando a vulnerabilidade ambiental aos incêndios florestais. Este estudo tem como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura do solo e sua relação com a incidência de focos de calor no município de Ji-Paraná, Rondônia, no período de 2020 a 2025. Metodologicamente, a pesquisa ampara-se no emprego de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os dados de uso e ocupação da terra foram obtidos a partir das classificações anuais da plataforma MapBiomas, enquanto os registros de anomalias térmicas e focos ativos de fogo provêm

1 Pós-Graduando em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO – Porto Velho - Rondônia – Brasil. E-mail: gabilima7192@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2500-3494>

2 Pós-Graduanda em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO – Porto Velho - Rondônia – Brasil. E-mail: hellen.arqu17@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6799-2230>

3 Pós-Graduanda em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO – Porto Velho - Rondônia – Brasil. E-mail: fariasmarvin97@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9392-2764>

4 Doutor em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO – Porto Velho - Rondônia – Brasil. E-mail: fernando.dalligna@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0387-7209>

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 10 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





do monitoramento orbital por sensores de satélite (MODIS e VIIRS) disponibilizados pelo Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A análise geoespacial integra o cruzamento matricial de dados (*overlay*), para mapear as zonas de maior criticidade e *hotspots* térmicos no território. Os resultados preliminares evidenciam que a substituição da cobertura florestal primária por pastagens extensivas altera o microclima local e amplia o efeito de borda, tornando os remanescentes florestais adjacentes altamente suscetíveis à propagação do fogo antrópico. Conclui-se que a integração dessas geotecnologias gera subsídios robustos para o planejamento territorial, permitindo a formulação de políticas públicas direcionadas à conservação ambiental e ao Manejo Integrado do Fogo (MIF) na região.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Análise Espacial; Queimadas; Amazônia Legal.

ABSTRACT

The expansion of agricultural activities in the Southern Amazon has caused intense transformations in the natural landscape, fragmenting ecosystems and increasing environmental vulnerability to forest fires. This study aims to analyze the spatio-temporal dynamics of land use and land cover and its relationship with the incidence of heat spots in the municipality of Ji-Paraná, Rondônia, from 2020 to 2025. Methodologically, the research relies on the use of Geoprocessing and Remote Sensing techniques within a Geographic Information System (GIS) environment. Land use and occupation data were obtained from the annual classifications of the MapBiomas platform, while records of thermal anomalies and active fire spots originate from orbital monitoring by satellite sensors (MODIS and VIIRS) provided by the Fire Program of the National Institute for Space Research (INPE). The geospatial analysis integrates matrix data crossing (*overlay*) to map the areas of highest criticality and thermal hotspots in the territory. Preliminary results show that the replacement of primary forest cover by extensive pastures alters the local microclimate and amplifies the edge effect, making adjacent forest remnants highly susceptible to the spread of anthropogenic fire. It is concluded that the integration of these geotechnologies provides robust inputs for territorial planning, allowing the formulation of public policies aimed at environmental conservation and Integrated Fire Management (IFM) in the region.

Keywords: Remote Sensing; Spatial Analysis; Wildfires; Legal Amazon.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira exerce papel estratégico na manutenção do equilíbrio climático global, na conservação da biodiversidade e na regulação dos ciclos hidrológicos da América do Sul. No entanto, as transformações ocorridas nas últimas décadas em decorrência da intensificação das atividades antrópicas vêm alterando significativamente a dinâmica ambiental da região. Esse processo é particularmente evidente no denominado Arco do Desmatamento, faixa territorial caracterizada pela rápida expansão da agropecuária,





exploração madeireira e conversão da cobertura florestal em áreas destinadas à produção. Entre os estados inseridos nesse contexto, Rondônia destaca-se pela intensidade das mudanças no uso e cobertura da terra, refletidas no avanço do desmatamento, na recorrência de queimadas e na crescente degradação dos ecossistemas amazônicos (SANTOS; AMORIM; PEREZ FILHO, 2016).

A ocorrência de focos de calor constitui um dos principais indicadores dessas transformações, uma vez que reflete tanto a pressão exercida pelas atividades humanas quanto às condições ambientais que favorecem a propagação do fogo. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2024), a distribuição desses focos apresenta estreita relação com a expansão da fronteira agrícola, a supressão da vegetação nativa e o uso recorrente do fogo como prática de manejo agropecuário.

Nesse cenário de expansão da fronteira agrícola, destaca-se que secas mais intensas e prolongadas reduzem a umidade no chão da floresta e criam condições para as chamas se alastrarem com facilidade, aumentando a chance de grandes incêndios florestais (NEPSTAD et al., 1999). Os impactos desse processo ultrapassam a dimensão ambiental, comprometendo a biodiversidade, os recursos hídricos, a qualidade do ar e a saúde da população, além de gerar prejuízos econômicos e sociais.

O uso do fogo como manejo na conversão de uso e cobertura do solo, representa um relevante componente de ocupação, convertendo florestas em lavouras e pastagens (TORRES et al., 2017). A limpeza de áreas recém-desmatadas e a renovação de pastagens consolidaram essa prática como um instrumento de baixo custo para o manejo do solo. Entretanto, sua utilização em uma região marcada pela rápida conversão da cobertura florestal amplia significativamente o risco de incêndios florestais, sobretudo em áreas degradadas e fragmentadas. A literatura demonstra que a retirada da vegetação nativa altera o microclima local, reduzindo a umidade, elevando a temperatura da superfície e favorecendo o ressecamento da vegetação remanescente, fatores que aumentam a suscetibilidade da paisagem à propagação do fogo (FOLEY et al., 2005; MOREIRA, 2011).





Os efeitos das queimadas também repercutem sobre o sistema climático regional (ALENCAR et al., 2015). A combustão da biomassa libera grandes quantidades de gases de efeito estufa e material particulado, contribuindo para o agravamento das mudanças climáticas e para a deterioração da qualidade do ar (ARAGÃO et al., 2018). Em períodos de estiagem prolongada, a fumaça pode atingir extensas áreas urbanas e rurais, provocando aumento de doenças respiratórias e comprometendo a qualidade de vida da população. Nesse cenário, o fogo deixa de representar apenas uma técnica tradicional de manejo agrícola para assumir relevância como um problema ambiental, social e de saúde pública, cuja complexidade exige estratégias permanentes de monitoramento e gestão.

Inserido nesse contexto, o município de Ji-Paraná, localizado na região central de Rondônia, constitui uma área de grande interesse para estudos relacionados às mudanças no uso da terra e à ocorrência de focos de calor. Reconhecido como um importante polo regional de negócios de Rondônia, o município de Ji-Paraná apresenta uma economia diversificada, com destaque para o comércio, os serviços, a indústria e as atividades agropecuárias. No setor rural, a agricultura familiar e a pecuária possuem papel relevante na dinâmica econômica municipal, contribuindo para a geração de renda e para o abastecimento dos mercados locais e regionais (RONDÔNIA, 2026). A expansão dessas atividades ao longo das últimas décadas modificou de forma expressiva a paisagem local, reduzindo a cobertura florestal e ampliando as áreas antropizadas. Essas alterações aumentam a vulnerabilidade ambiental do território, especialmente durante o período seco, quando as condições climáticas favorecem a ignição e a propagação do fogo (FERREIRA, 2023; SANTOS; AMORIM; PEREZ FILHO, 2016).

A conversão da vegetação nativa em pastagens e áreas agrícolas provoca mudanças importantes no funcionamento dos ecossistemas (FOLEY et al., 2005). A redução da evapotranspiração altera o balanço energético da superfície e contribui para o aumento das temperaturas locais. Paralelamente, a fragmentação florestal amplia a extensão das áreas de borda, onde as alterações microclimáticas tornam os remanescentes florestais mais suscetíveis à entrada do fogo proveniente das áreas produtivas. Desse modo, a distribuição dos focos de calor em Ji-Paraná não pode ser explicada apenas pelas variações climáticas sazonais, mas



deve ser compreendida como resultado da interação entre fatores naturais e das transformações promovidas pelo processo de ocupação territorial.

A relação entre uso e cobertura do solo e a ocorrência de focos de calor constitui um dos principais elementos para compreender os processos de degradação ambiental na Amazônia. Áreas destinadas à pecuária podem apresentar maior recorrência de queimadas devido ao uso do fogo como prática de manejo das pastagens, especialmente para a renovação da vegetação e eliminação de material vegetal seco (PINTO, 2019). Quando essa prática ocorre sem controle adequado, as chamas podem ultrapassar os limites das propriedades rurais e atingir fragmentos de vegetação nativa, ampliando os impactos sobre a fauna, a flora e os recursos hídricos. Esse processo compromete a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços ambientais essenciais, como a regulação climática, a conservação da biodiversidade e a manutenção do ciclo hidrológico (FOLEY et al., 2005; LAMBIN; GEIST, 2006).

Diante desse cenário, o emprego de geotecnologias tornou-se indispensável para compreender a distribuição espacial e temporal das queimadas. O avanço do Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ampliou significativamente a capacidade de monitoramento ambiental, permitindo integrar informações sobre uso e cobertura da terra com registros de focos de calor. Sensores como o MODIS e o VIIRS realizam o monitoramento contínuo da superfície terrestre, fornecendo dados fundamentais para identificar áreas críticas, reconhecer padrões espaciais e subsidiar ações de prevenção e controle (GIGLIO et al., 2016; SCHROEDER et al., 2014).

O desenvolvimento de plataformas públicas de monitoramento, como o Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Projeto MapBiomas, ampliou o acesso a séries históricas de informações ambientais de alta confiabilidade (INPE, 2024; MAPBIOMAS, 2024). A integração desses bancos de dados em ambiente SIG possibilita análises espaciais mais robustas, permitindo identificar tendências temporais, áreas mais suscetíveis à ocorrência de queimadas e relações entre os padrões de uso da terra e a distribuição dos focos de calor. Essas informações constituem importante suporte para o planejamento territorial e para a formulação de políticas públicas voltadas à gestão ambiental.



Considerando esse contexto, investigar a relação entre o uso e a cobertura do solo e a incidência de focos de calor no município de Ji-Paraná torna-se relevante tanto do ponto de vista científico quanto da gestão ambiental. A análise integrada desses fenômenos contribui para compreender como as transformações na paisagem influenciam a dinâmica das queimadas e fornece subsídios para estratégias de monitoramento, prevenção e mitigação dos impactos ambientais associados ao uso do fogo na Amazônia.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo geral analisar a dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura do solo e sua relação com a incidência de focos de calor no município de Ji-Paraná, Rondônia, no período de 2020 a 2025, por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Para o alcance desse propósito, delinearam-se os seguintes objetivos específicos: a) mapear o uso e ocupação do solo municipal a partir dos dados disponibilizados pela plataforma MapBiomas; b) identificar e espacializar os focos de calor no recorte temporal adotado, visando reconhecer suas principais tendências temporais; c) avaliar a distribuição espacial dessas anomalias térmicas em relação às diferentes classes de uso e ocupação da terra, identificando como os focos se distribuem entre elas.

Através do cumprimento dessas etapas, busca-se gerar subsídios teóricos e práticos que possam contribuir para o planejamento ambiental, para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à conservação dos recursos naturais e para a promoção do desenvolvimento sustentável na Amazônia.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DINÂMICA DA FRONTEIRA AGRÍCOLA NA AMAZÔNIA MERIDIONAL

A ocupação da Amazônia intensificou-se a partir da segunda metade do século XX, especialmente entre as décadas de 1960 e 1970, período marcado por políticas públicas voltadas à integração territorial e ao estímulo da expansão econômica sobre a região Norte (SANTOS; AMORIM; PEREZ FILHO, 2016). A implantação de rodovias, os projetos oficiais de colonização, a exploração madeireira e a expansão da pecuária redefiniram a organização





espacial da Amazônia, que passou a ser concebida como uma nova fronteira para o desenvolvimento nacional. Embora essas iniciativas tenham impulsionado o crescimento econômico e o povoamento da região, também desencadearam profundas transformações na paisagem, refletidas no aumento do desmatamento e na substituição da cobertura vegetal nativa por áreas destinadas às atividades produtivas.

A fronteira agrícola pode ser compreendida como o avanço das atividades econômicas sobre áreas anteriormente ocupadas por ecossistemas naturais, promovendo alterações no uso e na ocupação do solo. Na Amazônia Meridional, esse processo ocorreu de forma acelerada em razão da abertura de importantes eixos rodoviários, entre eles a BR-364, que ampliou o acesso ao interior da floresta e favoreceu intensos fluxos migratórios para estados como Rondônia, Mato Grosso e Pará. Conforme destacam Santos, Amorim e Perez Filho (2016), essa reorganização territorial resultou na fragmentação da paisagem e na expansão das áreas antropizadas, predominantemente destinadas à pecuária e à agricultura.

Em Rondônia, a expansão da fronteira agrícola esteve diretamente vinculada aos programas federais de colonização conduzidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (FERREIRA, 2023; SANTOS; AMORIM; PEREZ FILHO, 2016). Nas décadas de 1970 e 1980, milhares de famílias migraram para o estado em busca de terras agricultáveis, acelerando a conversão da floresta em áreas de produção agropecuária. Esse processo ocorreu, em grande parte, sem planejamento ambiental compatível com a fragilidade dos ecossistemas amazônicos, favorecendo o desmatamento extensivo e consolidando o uso do fogo como principal técnica para limpeza e preparo das áreas recém-convertidas.

Entre as atividades econômicas implantadas na região, a pecuária extensiva assumiu papel central na transformação da paisagem amazônica. (SANTOS; AMORIM; PEREZ FILHO, 2016). A formação de pastagens exigiu a remoção de extensas áreas de cobertura florestal, intensificando a fragmentação dos ecossistemas e alterando o funcionamento ambiental da região. Em Rondônia, essa expansão foi favorecida tanto pelo baixo custo relativo da terra quanto pela valorização econômica do setor agropecuário, fatores que



estimularam a conversão contínua da floresta em áreas de pastagem e modificaram de forma expressiva a configuração territorial do estado.

A consolidação desse modelo de ocupação contribuiu para a formação do denominado Arco do Desmatamento, faixa territorial que concentra os maiores índices de desmatamento e queimadas da Amazônia Legal. Essa região, que abrange áreas de Rondônia, Mato Grosso, Pará e Maranhão, caracteriza-se pela intensa pressão sobre os recursos naturais em decorrência da expansão das atividades produtivas. Nepstad et al. (1999) ressalta que a exploração madeireira, associada ao avanço da agropecuária, provoca alterações estruturais na floresta que ampliam sua vulnerabilidade ao fogo, sobretudo em áreas degradadas e fragmentadas.

Embora a pecuária permaneça como principal vetor das transformações territoriais em grande parte da Amazônia Meridional, o crescimento da agricultura mecanizada também passou a exercer influência significativa sobre a dinâmica da fronteira agrícola (MORTON et al., 2008). Cultivos comerciais, como soja e milho, expandiram-se sobre áreas anteriormente ocupadas por pastagens, intensificando o processo de reorganização do uso da terra. Em municípios como Ji-Paraná, onde a pecuária ainda representa a atividade predominante, a expansão agrícola regional contribui indiretamente para o aumento da pressão sobre os recursos naturais e para a continuidade das mudanças na paisagem.

As alterações promovidas pela substituição da cobertura florestal repercutem diretamente sobre o funcionamento dos ecossistemas amazônicos. A remoção da vegetação reduz os índices de evapotranspiração, modifica o balanço energético da superfície, eleva a temperatura local e interfere no regime hidrológico (FOLEY et al., 2005; MOREIRA, 2011). Essas mudanças tornam as áreas convertidas mais suscetíveis à degradação do solo e à ocorrência de queimadas, especialmente durante os períodos de estiagem, favorecendo o aumento dos focos de calor registrados na Amazônia Meridional.

Outro aspecto relevante desse processo é a fragmentação florestal. A abertura de rodovias, ramais e áreas destinadas às atividades produtivas cria extensas zonas de borda entre remanescentes florestais e áreas antropizadas. Conforme Dau (2013), essas bordas apresentam





alterações microclimáticas caracterizadas pelo aumento da temperatura, redução da umidade e maior exposição aos ventos, fatores que facilitam a propagação do fogo. Como resultado, queimadas iniciadas em áreas de pastagem frequentemente ultrapassam seus limites e atingem fragmentos florestais adjacentes, ampliando os impactos ambientais.

No município de Ji-Paraná, a dinâmica da fronteira agrícola reproduz o processo histórico observado em diferentes regiões de Rondônia (FERREIRA, 2023). O município consolidou-se como importante polo agropecuário regional, com predominância da pecuária extensiva e expansão contínua das áreas destinadas às atividades produtivas. Essa transformação da paisagem resultou na ampliação das áreas antropizadas e intensificou processos de degradação ambiental, entre eles a ocorrência recorrente de queimadas e focos de calor.

O uso do fogo permanece fortemente associado às práticas de manejo agropecuário na Amazônia. Empregado na renovação de pastagens, na limpeza de áreas e na eliminação de resíduos vegetais, esse recurso tende a representar maior risco durante os períodos de seca severa, quando as condições climáticas favorecem a perda de controle das queimadas e sua evolução para incêndios florestais. Aragão et al. (2018) destacam que esses incêndios, associados ao desmatamento e à degradação florestal, constituem importante fonte de emissão de carbono para a atmosfera, contribuindo para o agravamento das mudanças climáticas.

Dessa forma, a dinâmica da fronteira agrícola na Amazônia Meridional evidencia a estreita relação entre as transformações no uso do solo e a ocorrência de focos de calor (ARAGÃO et al., 2018; MORTON et al., 2008). A expansão das atividades agropecuárias sobre áreas originalmente ocupadas por floresta aumenta a vulnerabilidade ambiental, favorece processos de degradação e amplia a suscetibilidade dos ecossistemas amazônicos à ação do fogo. Compreender essa evolução histórica e espacial é essencial para interpretar a relação entre uso da terra e queimadas no município de Ji-Paraná, fornecendo subsídios para estratégias de monitoramento, planejamento territorial e gestão ambiental.





2.2 USO E COBERTURA DA TERRA: CONCEITOS E CLASSIFICAÇÕES

Nos estudos de Geografia, Sensoriamento Remoto e Ciências Ambientais, a distinção entre os conceitos de uso da terra (*land use*) e cobertura da terra (*land cover*) constitui um dos principais fundamentos para a interpretação das transformações da paisagem (COMBER et al., 2005; LAMBIN; GEIST, 2006). Embora esses termos sejam frequentemente empregados como sinônimos, representam dimensões distintas da superfície terrestre e, por isso, sua diferenciação é indispensável para o mapeamento temático e para a compreensão das dinâmicas socioambientais, especialmente em regiões submetidas a intensos processos de transformação, como a Amazônia.

A cobertura da terra corresponde aos elementos biofísicos observáveis na superfície terrestre, independentemente da finalidade atribuída pelo ser humano. Trata-se do conjunto de componentes naturais e artificiais passíveis de identificação por técnicas de sensoriamento remoto, incluindo formações florestais, corpos d'água, solo exposto, afloramentos rochosos e superfícies construídas. Segundo Comber et al. (2005), esse conceito descreve o estado físico da superfície em determinado momento, caracterizando-se por atributos essencialmente biofísicos e não pelas atividades responsáveis por sua ocupação.

Em contraste, o uso da terra refere-se às formas de apropriação e manejo dessa cobertura pela sociedade. Conforme Lambin e Geist (2006), esse conceito engloba as atividades desenvolvidas sobre a superfície terrestre e os objetivos que orientam sua utilização, como agricultura, pecuária, silvicultura, conservação e expansão urbana. Dessa forma, o uso da terra reflete decisões influenciadas por fatores econômicos, políticos, demográficos e institucionais, evidenciando que uma mesma cobertura pode desempenhar funções distintas de acordo com o contexto em que está inserida.

Essa distinção torna-se evidente quando se observa que uma área classificada, sob a perspectiva biofísica, como cobertura campestre ou gramínea pode corresponder a diferentes formas de uso. Ela pode estar destinada à pecuária extensiva, representar uma área de pousio agrícola ou integrar um fragmento de vegetação natural protegido por unidade de





conservação. Como destaca Foley et al. (2005), alterações no uso da terra repercutem diretamente sobre as características biofísicas da cobertura, modificando processos como o albedo, a evapotranspiração e o balanço hídrico superficial. Assim, compreender a interação entre uso e cobertura da terra é fundamental para interpretar os impactos ambientais decorrentes das mudanças na ocupação do território.

A crescente disponibilidade de dados geoespaciais e o avanço das técnicas de geoprocessamento impulsionaram o desenvolvimento de sistemas de classificação capazes de representar essas transformações de maneira padronizada. No Brasil, um dos principais referenciais é o Manual Técnico de Uso da Terra, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que organiza os diferentes padrões de ocupação em grandes classes, como vegetação natural, áreas antropizadas e corpos d'água (IBGE, 2013). A adoção de critérios padronizados favorece a comparabilidade entre estudos e amplia a confiabilidade das análises realizadas em diferentes escalas espaciais.

Nesse contexto, o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias) consolidou-se como uma das principais iniciativas de monitoramento ambiental do país (SOUZA et al., 2020). A plataforma utiliza séries históricas de imagens de satélite, como Landsat e Sentinel, processadas em ambiente de computação em nuvem na plataforma Google Earth Engine, empregando algoritmos de aprendizado de máquina, entre eles o Random Forest (MAPBIOMAS, 2024; SOUZA et al., 2020). Essa metodologia possibilita o acompanhamento sistemático das mudanças na paisagem por meio de uma classificação hierárquica organizada em diferentes níveis de detalhamento.

Entre as principais classes mapeadas pelo MapBiomias destacam-se as formações florestais e demais áreas de vegetação nativa, fundamentais para o monitoramento da conservação dos ecossistemas e da biomassa; as áreas antropizadas, que compreendem principalmente pastagens e culturas agrícolas, responsáveis por grande parte das transformações observadas no Arco do Desmatamento; as áreas não vegetadas, que incluem superfícies urbanizadas, mineração, infraestrutura e solo exposto; e os corpos d'água,





representados por rios, lagos, reservatórios hidrelétricos e tanques destinados à aquicultura (SOUZA et al., 2020).

A aplicação desses conceitos e sistemas de classificação em Ji-Paraná permite analisar como as mudanças no uso da terra se relacionam com a vulnerabilidade ambiental do município (FERREIRA, 2023). A conversão da cobertura florestal em áreas destinadas às atividades agropecuárias modifica a estrutura da paisagem, amplia a fragmentação dos remanescentes florestais e favorece processos de degradação ambiental. Nesse sentido, os produtos gerados pelo MapBiomas constituem importante base para identificar a evolução espacial dessas transformações e compreender sua relação com a ocorrência de focos de calor, fornecendo subsídios para o planejamento territorial e a gestão ambiental.

2.3 DINÂMICA DOS FOCOS DE CALOR E QUEIMADA

As queimadas constituem uma das manifestações mais expressivas e nocivas da degradação ambiental na Amazônia, associadas historicamente aos ciclos de ocupação territorial, à supressão da vegetação nativa e ao manejo tradicional de áreas agropastoris (ARAGÃO et al., 2018; NEPSTAD et al., 1999). Embora o regime de fogo seja influenciado por variabilidades climáticas sazonais — como o agravamento do período de estiagem e episódios de seca extrema desencadeados pelo fenômeno *El Niño-Oscilação do Sul* (ENOS) —, a literatura científica demonstra que a expressiva maioria dos eventos de ignição na região possui origem estritamente antrópica (FERREIRA, 2023; MORTON et al., 2008). Nesses cenários, a combinação de elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e acúmulo de biomassa combustível ressecada cria um ambiente de alta combustibilidade, permitindo que as queimadas destinadas ao manejo escape ao controle e se convertam em incêndios florestais de grande escala (ALENCAR et al., 2015; LIBONATI et al., 2020).

A detecção contínua e sistemática desses eventos é viabilizada pelo monitoramento orbital de focos de calor, definidos operacionalmente como anomalias térmicas registradas na superfície terrestre por sensores instalados em plataformas de satélite (GIGLIO et al., 2016; INPE, 2024). No cenário brasileiro, o Programa Queimadas do Instituto Nacional de





Pesquisas Espaciais (INPE) consolida e processa sinais gerados por sensores como o *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS, a bordo dos satélites Terra e Aqua) e o *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS, nos satélites S-NPP e NOAA-20) (SCHROEDER et al., 2014). Um aspecto biotômico fundamental desses sensores é a medição da Potência Radiativa do Fogo (*Fire Radiative Power* – FRP), parâmetro físico expresso em megawatts (MW) que quantifica a taxa de liberação de energia térmica durante a combustão, correlacionando-se diretamente com o consumo de biomassa e a emissão de gases de efeito estufa e material particulado para a atmosfera (WOOSTER et al., 2005).

Ademais, a interpretação da dinâmica do fogo na Amazônia teve um salto metodológico com o advento das iniciativas de inteligência espacial contínua, notadamente o MapBiomas Fogo (MAPBIOMAS, 2024). A plataforma integra imagens históricas da série Landsat e algoritmos de processamento em nuvem no *Google Earth Engine* para delimitar não apenas a ocorrência instantânea do fogo (focos), mas a extensão exata das cicatrizes de queimada, calculando a frequência, a severidade e o tempo de retorno dos incêndios na paisagem ao longo de décadas (MAPBIOMAS, 2025; SOUZA et al., 2020). Essa perspectiva temporal integrada revela que o fogo na Amazônia deixou de ser apenas um recurso pontual de manejo agrícola para se transformar em um agente estrutural de empobrecimento biológico e alteração microclimática regional (ARAGÃO et al., 2018).

A variabilidade pluviométrica desempenha papel determinante na regulação do regime de queimadas na Amazônia. Analisando a dinâmica temporal de focos de calor na Amazônia Ocidental, Ribeiro (2017) identificou uma forte correlação negativa ($r = -0,89$) entre a precipitação pluvial média e o quantitativo de anomalias térmicas registradas. Em anos submetidos a secas mais severas ou sob a influência do fenômeno El Niño, o déficit hídrico acentua o estresse da vegetação e intensifica a queda foliar (desfolhada), promovendo o acúmulo de serrapilheira seca no solo florestal. Esse material orgânico vegetal atua como combustível altamente inflamável, reduzindo a umidade relativa do ar e ampliando consideravelmente o risco de episódios de fogo e de savanização do ecossistema, sobretudo em estados sob forte pressão antropogênica, como Rondônia.





2.4 A RELAÇÃO ENTRE USO DO SOLO E A INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR

A distribuição espacial dos focos de calor e sua recorrência temporal mantêm uma relação de dependência direta com as formas de uso e ocupação da terra (FOLEY et al., 2005; LAMBIN; GEIST, 2006). Na Amazônia meridional, a conversão da cobertura florestal primária em matrizes agropastoris — com o nítido domínio das pastagens extensivas destinadas à pecuária — altera drasticamente as propriedades biofísicas da superfície (CARDOZO et al., 2013; SANTOS; AMORIM; PEREZ FILHO, 2016). A substituição da estrutura dosselífera contínua por gramíneas resulta na redução dos fluxos de evapotranspiração, no aumento do albedo de superfície e na elevação da temperatura do solo, reduzindo a retenção de umidade tanto na vegetação quanto na camada superficial do solo (FOLEY et al., 2005; MOREIRA, 2011).

Nesse ambiente modificado, o fogo permanece como uma prática cultural e econômica de baixo custo financeiro imediato para a limpeza de restos vegetais, o controle de plantas invasoras e a renovação de pastagens degradadas (ARAGÃO et al., 2018; RONDÔNIA, 2023). Contudo, a estagnação produtiva e a falta de manejo tecnológico nessas áreas pastoris fazem com que o fogo seja utilizado de forma recorrente em ciclos curtos de tempo, desencadeando um processo progressivo de degradação do solo e da própria pastagem (SOARES-FILHO et al., 2014). O resultado direto dessa dinâmica é o favorecimento de frentes de queima descontroladas que transpassam os limites das propriedades e invadem os fragmentos florestais remanescentes no entorno (LAURANCE et al., 2002; MORTON et al., 2008).

Conforme demonstram estudos conduzidos na Amazônia rondoniense, o cruzamento espacial entre dados de cobertura do solo e vetores de anomalias térmicas indica uma acentuada concentração de focos nas áreas antropizadas, sobretudo nas transições entre agricultura/pecuária e a floresta nativa (DALL'IGNA et al., 2022; FERREIRA, 2023). Desse modo, os focos de calor detectados por sensoriamento remoto atuam como um marcador espacial imediato das pressões exercidas pela fronteira agrícola em expansão, evidenciando





que a suscetibilidade do ecossistema ao fogo é ditada primariamente pelas escolhas de uso do solo e pelo padrão de fragmentação imposto à paisagem (MORTON et al., 2008; NEPSTAD et al., 1999).

2.5 IMPACTOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E O EFEITO DE BORDA NA PROPAGAÇÃO DO FOGO

A fragmentação florestal é a consequência ecológica direta da supressão da vegetação contínua para a abertura de áreas agrícolas, pastagens, malha viária e assentamentos rurais (DAU, 2013; LAURANCE et al., 2002). O avanço desse processo desestrutura o mosaico ambiental, isolando populações de fauna e flora em remanescentes florestais imersos em uma matriz antropizada hostil e de baixa permeabilidade ecológica (NASCIMENTO; LAURANCE, 2004). A principal implicação biofísica da fragmentação é a criação de extensas zonas de contato entre a vegetação nativa e as áreas abertas, denominadas bordas florestais (LAURANCE et al., 2002).

Nas áreas de borda, o microclima florestal sofre modificações profundas: a incidência de radiação solar direta aumenta significativamente, a temperatura do ar e do solo eleva-se e a umidade relativa do ar despenca, acompanhada por uma maior penetração e velocidade dos ventos no interior do dossel (NASCIMENTO; LAURANCE, 2004). Esse estresse microclimático provoca a mortalidade seletiva de árvores de grande porte e de espécies vegetais mais sensíveis à dessecação, resultando no acúmulo contínuo de biomassa morta (folhiço, galhos e troncos secos) no piso florestal (LAURANCE et al., 2002; NEPSTAD et al., 1999). Esse material seco atua como um combustível altamente inflamável, reduzindo severamente a resistência natural que as florestas tropicais úmidas ostentam contra a propagação de incêndios (ALENCAR et al., 2015; WOOSTER et al., 2005).

Assim, quando o fogo é empregado como ferramenta de manejo das pastagens vizinhas, as queimadas conseguem facilmente cruzar a linha de borda e adentrar o remanescente florestal sob a forma de incêndios rasteiros (ALENCAR et al., 2015; MORTON





et al., 2008). Embora visualmente menos intensos no primeiro momento, esses incêndios de sub-bosque degradam paulatinamente a estrutura florestal, matando árvores jovens, reduzindo o banco de sementes e abrindo clareiras no dossel (ARAGÃO et al., 2018; NEPSTAD et al., 1999). A abertura do dossel permite maior entrada de luz e vento, intensificando ainda mais o efeito de borda e criando um ciclo vicioso de degradação: a floresta degradada torna-se cada vez mais seca, combustível e suscetível a incêndios mais severos e recorrentes no futuro (LAURANCE et al., 2002). Em municípios com forte tradição pecuária como Ji-Paraná, a fragmentação converteu a vegetação remanescente em um sistema altamente vulnerável e cronicamente afetado pelo fogo (FERREIRA, 2023; SANTOS; AMORIM; PEREZ FILHO, 2016).

2.6 GEOTECNOLOGIAS, INSTRUMENTOS JURÍDICOS E MANEJO INTEGRADO DO FOGO NO ORDENAMENTO TERRITORIAL.

O enfrentamento da degradação ambiental e a mitigação dos incêndios florestais na Amazônia demandam a articulação entre tecnologia de ponta, arcabouço normativo rígido e estratégias modernas de gestão do território (PIMENTA et al., 2019; SHIMABUKURO et al., 1998). O avanço das geotecnologias — contemplando os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o Sensoriamento Remoto orbital e os algoritmos de processamento geográfico em nuvem — revolucionou a capacidade do poder público e da comunidade científica de monitorar a dinâmica da paisagem em tempo quase real (MOREIRA, 2011; ROSA, 2013). A integração de bancos de dados raster do MapBiomas e estatísticas pontuais do BDQueimadas do INPE viabiliza análises de modelagem espacial, como a Análise de Densidade de Kernel e o cruzamento matricial de dados (*overlay analysis*), fundamentais para diagnosticar e delimitar zonas de alta prioridade de intervenção (*hotspots*) (GIGLIO et al., 2016; INPE, 2025; SANTOS; LOUZADA; EUGENIO, 2010).

O emprego de geotecnologias no monitoramento do fogo exige, contudo, rigor na estruturação e tratamento das bases de dados orbitais. Conforme ressaltado por Ribeiro (2017), a sobreposição de varreduras por múltiplos satélites sensores sem a aplicação de





critérios de filtragem ou a adoção de um satélite de referência pode gerar redundâncias que superestimam os registros de queimadas em aproximadamente 66% na região da Amazônia Ocidental. Dessa forma, a aplicação de técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG possibilita eliminar duplicidades espaciais e temporais, garantindo maior fidedignidade às análises de densidade de *Kernel* e ao mapeamento de *hotspots* para o planejamento e fiscalização ambiental.

No campo normativo e regulatório, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012, popularmente conhecida como Novo Código Florestal) constitui o pilar jurídico para o controle do uso do solo no Brasil (BRASIL, 2012). O texto legal estabelece a obrigatoriedade da delimitação e preservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e da Reserva Legal (RL), que no bioma Amazônico deve corresponder a 80% da área total dos imóveis rurais (BRASIL, 2012). A operacionalização desse controle dá-se por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR), um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, que integra o georreferenciamento das propriedades e o mapeamento do uso do solo para fins de controle, monitoramento e combate ao desmatamento ilegal (SOARES-FILHO et al., 2014). O cruzamento dos polígonos do CAR com os alertas de queimada do INPE permite a responsabilização direta dos proprietários rurais em caso de uso não autorizado do fogo (RONDÔNIA, 2023; SOARES-FILHO et al., 2014).

Complementarmente às abordagens puramente punitivas, ganha centralidade o conceito de Manejo Integrado do Fogo (MIF) (SCHMIDT et al., 2018). O MIF orienta-se pela premissa de que o fogo, quando devidamente compreendido em seus aspectos ecológicos e socioeconômicos, pode ser planejado e gerido de forma integrada (SCHMIDT et al., 2018). Essa abordagem combina a sabedoria tradicional das comunidades locais no uso do fogo com tecnologias geossociais, estabelecendo queimas prescritas e controladas em períodos de baixa vulnerabilidade climática para criar aceiros e reduzir o acúmulo de combustível vegetal (SCHMIDT et al., 2018). A adoção de planos de MIF, associada à estruturação do Plano de Ação para Prevenção e Controle das Queimadas e Incêndios Florestais no Estado de Rondônia





(PAQUEI-RO), representa uma transição de paradigma: migra-se do combate reativo aos incêndios para uma cultura de gestão preventiva e conservação ativa do patrimônio florestal amazônico (RONDÔNIA, 2023; SCHMIDT et al., 2018).

3. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e descritiva. O objetivo central é investigar a realidade socioambiental do território de Ji-Paraná, Rondônia, por meio da análise da correlação entre a incidência de focos de calor e as dinâmicas de uso e ocupação do solo. A fundamentação instrumental do estudo apoia-se em técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, que permitem a coleta, o armazenamento e o processamento de dados georreferenciados para a interpretação de fenômenos ambientais complexos (ROSA, 2013).

O fluxo metodológico foi estruturado de forma sequencial e integrada, seguindo os princípios apresentados por Moreira (2011). As etapas abrangeram desde o levantamento e aquisição de dados secundários até o processamento digital de imagens e a espacialização geográfica das ocorrências. Para compreender os nexos causais entre as transformações na paisagem e o avanço do fogo, as variáveis foram submetidas a análises estatísticas de correlação e modelagem em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A estratégia centrou-se na análise da dinâmica espaço-temporal entre 2020 e 2025. O mapeamento detalhado da cobertura da terra foi realizado a partir dos inventários anuais da plataforma MapBiomas, permitindo individualizar classes fundamentais como pastagem, agricultura, formações florestais e áreas urbanizadas. Esse mapeamento serviu de base para a espacialização dos focos de calor, gerando um panorama cartográfico preciso sobre a distribuição dos eventos de fogo ativo nos limites municipais.

Para além da visualização cartográfica, os registros de calor foram extraídos e submetidos a tratamentos estatísticos para revelar tendências históricas e janelas sazonais de criticidade. A modelagem integrada permitiu correlacionar os focos de calor com cada



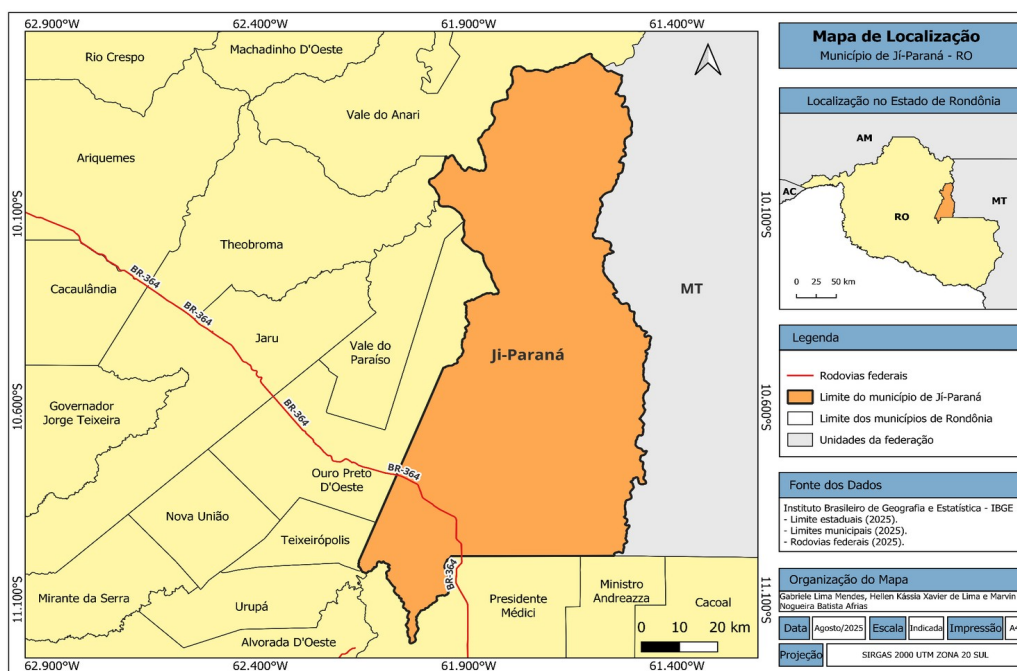


tipologia de uso da terra, servindo como ferramenta de diagnóstico para embasar planos de monitoramento, prevenção e governança ambiental no município.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O objeto de análise espacial deste estudo é o município de Ji-Paraná, localizado na porção central do estado de Rondônia conforme figura 1. Com uma extensão territorial de aproximadamente 6.894,73 km², o município configura-se atualmente como o segundo mais populoso do estado, exercendo a função de um importante pólo socioeconômico e logístico regional (IBGE, 2015).

Figura 1 - Mapa de Localização do município de Ji-Paraná.



Fonte: Autores (2026).

Geograficamente, a área está inserida no bioma Amazônico, apresentando um clima predominantemente Tropical Úmido, caracterizado por uma estação seca bem delineada no meio do ano (SANTOS; AMORIM; PEREZ FILHO, 2016). A escolha deste recorte espacial



justifica-se pela complexidade histórica de sua ocupação territorial. Marcado pela consolidação de atividades agropecuárias tradicionais e por uma malha urbana em constante expansão, Ji-Paraná reúne fatores antrópicos que exercem pressão direta sobre os remanescentes de vegetação nativa, os quais estão diretamente ligados ao regime, a intensidade e a frequência das queimadas na região (FERREIRA, 2023).

3.2 PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO (2020-2025)

Para a análise da dinâmica de cobertura da terra, foram utilizados dados secundários provenientes da plataforma MapBiomas, especificamente a coleção mais recente de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil (SOUZA et al., 2020). O processamento desses dados seguiu um fluxo de trabalho estruturado em três etapas fundamentais, integrando o dado bruto à análise quantitativa (MOREIRA, 2011; ROSA, 2013).

Na primeira etapa, foi realizado o processamento e recorte matricial dos dados no QGIS. Os dados originais foram manipulados por meio da ferramenta de recorte (clip) das imagens em formato *raster*, utilizando como máscara o limite vetorial municipal extraído da malha digital oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa etapa permitiu delimitar a área de estudo, restringindo os dados às dimensões territoriais do município para as análises subsequentes.

Em seguida, na segunda etapa foi realizada a reclassificação e conversão vetorial dos dados no QGIS, com o objetivo de adequá-los à análise conjunta com os focos de calor. Foram selecionadas e reclassificadas as classes de cobertura e uso da terra do MapBiomas e, posteriormente, os dados matriciais foram convertidos para o formato vetorial, representado por polígonos. Essa conversão possibilitou a visualização, o cálculo das áreas e a realização de operações de sobreposição (overlay) entre as classes de cobertura da terra e os pontos de ocorrência dos focos de calor.

Por fim, na terceira etapa foi realizado o mapeamento temático e a quantificação das classes de cobertura e uso da terra. A partir da base vetorial consolidada no QGIS, foi





elaborado o mapa temático, permitindo a identificação e a quantificação das diferentes classes presentes na área de estudo. Para cada classe, foram calculadas sua extensão territorial em hectares (ha) e sua participação percentual em relação à área total do município. Esses procedimentos forneceram a base quantitativa necessária para a posterior análise da relação entre os diferentes tipos de cobertura e uso da terra e a ocorrência dos eventos de fogo.

3.3 OBTENÇÃO E FILTRAGEM DOS FOCOS DE CALOR (2020-2025)

As informações numéricas e geográficas associadas aos registros de incêndios vegetais foram adquiridas por intermédio do Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas), estruturado e monitorado continuamente pelo Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O acesso a essa base pública oficial assegurou o uso de dados consolidados e validados por critérios científicos rigorosos, divididos operacionalmente em quatro fases técnicas:

A primeira fase consistiu na delimitação e definição da série temporal do estudo, compreendendo as detecções registradas entre os anos de 2020 e 2025. Esse recorte de cinco anos revelou-se estratégico para capturar um panorama contemporâneo das práticas agrícolas locais, permitindo avaliar o comportamento e a variabilidade do fogo frente aos regimes sazonais de seca e chuva característicos da Amazônia central rondoniense, bem como acompanhar as respostas do ecossistema frente à expansão da fronteira econômica local.

Com isso, na segunda fase ocorreu a escolha do sensor MODIS integrado à plataforma BD queimadas do INPE apoiando-se na sua reconhecida estabilidade temporal na literatura especializada e no seu horário preferencial de passagem sobre a América do Sul. As leituras ocorrem no período vespertino, momento exato em que a superfície terrestre registra as temperaturas mais elevadas e os menores índices de umidade relativa do ar, configurando o cenário de máxima suscetibilidade térmica para a detecção de frentes de fogo ativas. A opção pelo isolamento de um satélite de referência justifica-se pela necessidade de eliminar redundâncias nos dados brutos do INPE, visto que o processamento concomitante de





múltiplos sensores pode gerar uma superestimação superior a 60% no número real de eventos térmicos na Amazônia Ocidental (RIBEIRO, 2017).

Na terceira etapa, a etapa de processamento e espacialização de pontos, as tabelas contendo as coordenadas geográficas dos focos de calor foram importadas para o ambiente SIG. Para assegurar a perfeita coincidência espacial com as bases do IBGE e do MapBiomas, todos os dados foram reprojatados para o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) Geocêntrico adotado oficialmente no Brasil, utilizando o datum SIRGAS 2000 no fuso correspondente da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM). Cada ponto térmico individualizado foi convertido em uma feição vetorial pontual, restando em sua tabela de atributos parâmetros físicos fundamentais, com destaque para a Potência Radiativa do Fogo (FRP).

A última e quarta fase operacional aplicada à camada de pontos consistiu na modelagem estatística por meio da Análise de Densidade de Kernel (Kernel Density Estimation - KDE). O estimador de Kernel funciona como um método de interpolação não paramétrico que distribui a magnitude dos pontos contidos dentro de um raio de busca espacial específico (bandwidth) sobre uma grade contínua de células. Esse processamento converteu o mapa de distribuição de pontos isolados em uma superfície contínua de densidades de probabilidade. O produto final dessa etapa foi a geração de mapas temáticos de calor (hotspots), que permitiram delimitar visualmente os núcleos de maior severidade, recorrência e pressão de incêndios em Ji-Paraná, facilitando a identificação dos setores territoriais críticos.

3.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE E INTEGRAÇÃO DE DADOS

A etapa conclusiva e integradora do fluxo metodológico consistiu no cruzamento espacial e na modelagem estatística das camadas vetoriais e matriciais geradas e tratadas nas fases anteriores. Essa fase foi o núcleo analítico da pesquisa, responsável por transformar dados espaciais isolados em informações geográficas correlacionadas, capazes de explicar a distribuição do fogo a partir do uso e da cobertura da terra em Ji-Paraná.





Para a execução desse procedimento, aplicou-se a técnica de Interseção Espacial (Overlay Analysis) em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O algoritmo realizou uma varredura geométrica automatizada, cruzando a camada pontual dos focos de calor — proveniente de satélites (INPE) com a camada vetorial de polígonos que representavam as classes temáticas de uso e ocupação da terra (MapBiomass). Um critério técnico fundamental inserido nessa rotina foi a correspondência de integridade temporal: cada foco de calor registrado foi confrontado estritamente com o mapa de cobertura do solo correspondente ao seu respectivo ano de detecção, cobrindo o intervalo sequencial de 2020 a 2025. Através dessa operação, cada ponto de anomalia térmica absorveu em sua tabela de atributos os dados textuais e numéricos do polígono posicionado exatamente sob sua coordenada geográfica, vinculando diretamente o evento de queima à tipologia de uso onde ele foi deflagrado.

Os dados resultantes dessa extração geométrica foram exportados do ambiente cartográfico e estruturados em matrizes de correlação espacial e planilhas de estatística descritiva de tabulação cruzada. A partir dessa padronização analítica, realizou-se a quantificação absoluta e percentual da frequência de focos de calor incidentes sobre cada classe mapeada ao longo do quinquênio avaliado.

Esta abordagem integrada e multidisciplinar proveu a sustentação técnica e o arranjo empírico indispensáveis para diagnosticar e discutir os padrões de afinidade espacial do fogo no município. Os resultados obtidos por meio dessas correlações fundamentam o debate científico sobre os nexos causais entre a dinâmica socioeconômica de antropização da paisagem e os processos de avanço da degradação biótica na Amazônia rondoniense. Em última análise, a solidez desse arranjo metodológico gerou um diagnóstico geográfico robusto, estruturado para subsidiar o desenvolvimento de estratégias locais de monitoramento contínuo, planos de prevenção de incêndios florestais e o aperfeiçoamento de políticas públicas voltadas à gestão ambiental e ao ordenamento territorial no município de Ji-Paraná.



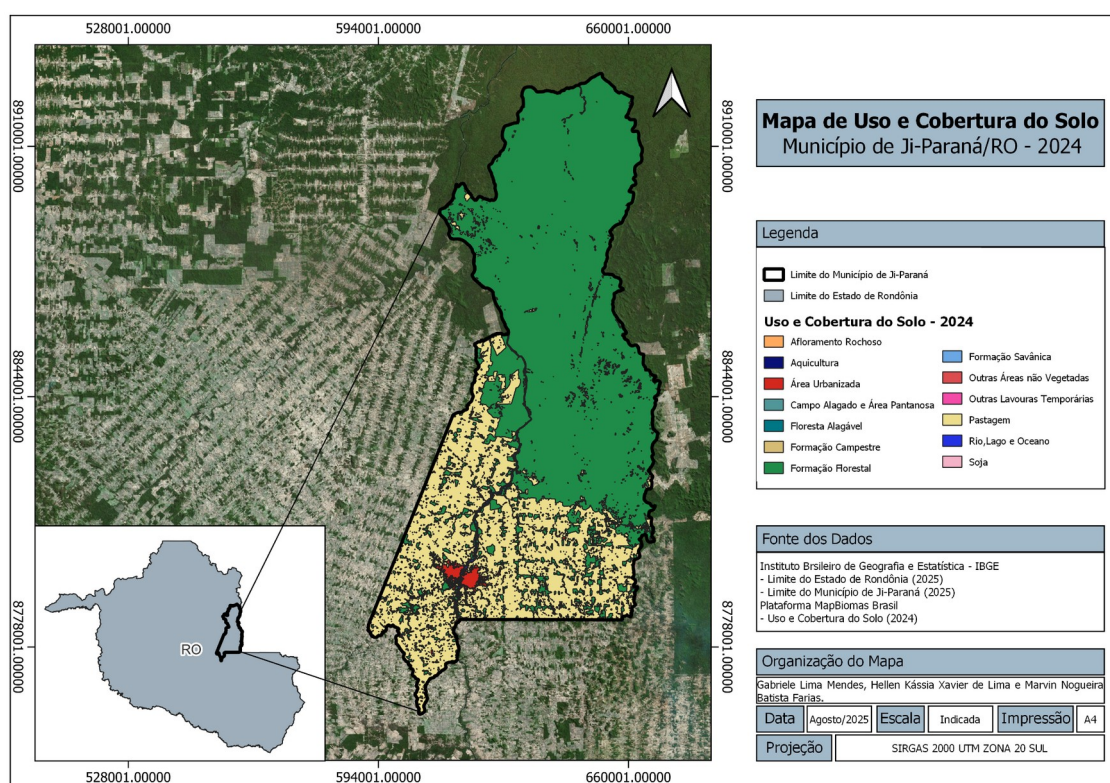


4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PANORAMA DO USO E COBERTURA DO SOLO DO MUNICÍPIO DE JI-PARANÁ.

A análise da configuração territorial de Ji-Paraná revela uma paisagem dominada pela dualidade entre a conservação e a produção agropecuária. Os dados consolidados demonstram que, embora o município mantenha uma parcela significativa de cobertura florestal, a expansão das áreas antropizadas consolidou uma matriz de ocupação voltada predominantemente para a pecuária extensiva. A distribuição espacial dessas classes, conforme ilustrado na Figura 2, reflete o histórico de ocupação da região central de Rondônia.

Figura 2 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo do município de Ji-Paraná.



Fonte: Autores (2026).





Nesse contexto a tabela 1 apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação do solo no município de Ji-Paraná, cuja área total corresponde a 6.894,73 km². Observa-se o predomínio de Formação Florestal, que ocupa 4.382,72 km² (63,57%) do território municipal, seguida pelas áreas de Pastagem, com 2.061,88 km² (29,91%). Juntas, essas duas classes representam aproximadamente 93,48% da área total do município, evidenciando a predominância de áreas florestais e de uso agropecuário.

As demais classes conforme tabela 1 apresentam participação significativamente menor, destacando-se o Mosaico de Usos (2,32%), a Floresta Alagável (1,96%), os corpos hídricos classificados como Rio, Lago e Oceano (0,83%) e a Área Urbanizada (0,65%). As demais categorias, incluindo Lavoura Temporária, Outras Áreas não Vegetadas, Formação Savânica, Campo Alagado e Área Pantanosa, Aquicultura, Formação Campestre, Mineração e Afloramento Rochoso, somam parcelas inferiores a 1% individualmente, indicando menor representatividade espacial no município.

Tabela 1 - Percentual de distribuição do uso e cobertura do solo no município de Ji-Paraná.

Tipo de solo	Área (km ²)	% de Área*
Formação Florestal	4.382,72	63,57%
Pastagem	2.061,88	29,91%
Mosaico de Usos	159,74	2,32%
Floresta Alagável	135,03	1,96%
Rio, Lago e Oceano	57,07	0,83%
Área Urbanizada	45,16	0,65%
Lavoura Temporária	19,85	0,29%



Outras Áreas não Vegetadas	18,39	0,27%
Formação Savânica	6,74	0,10%
Campo Alagado e Área Pantanosa	4,54	0,07%
Aquicultura	2,09	0,03%
Formação Campestre	1,00	0,01%
Mineração	0,31	< 0,01%
Afloramento Rochoso	0,22	< 0,01%
Área total do município	6.894,73	100,00%
*Valores indicados por "< 0,01%" correspondem a classes com ocorrência física na área de estudo, mas com representatividade inferior a 0,005% da área total municipal.		

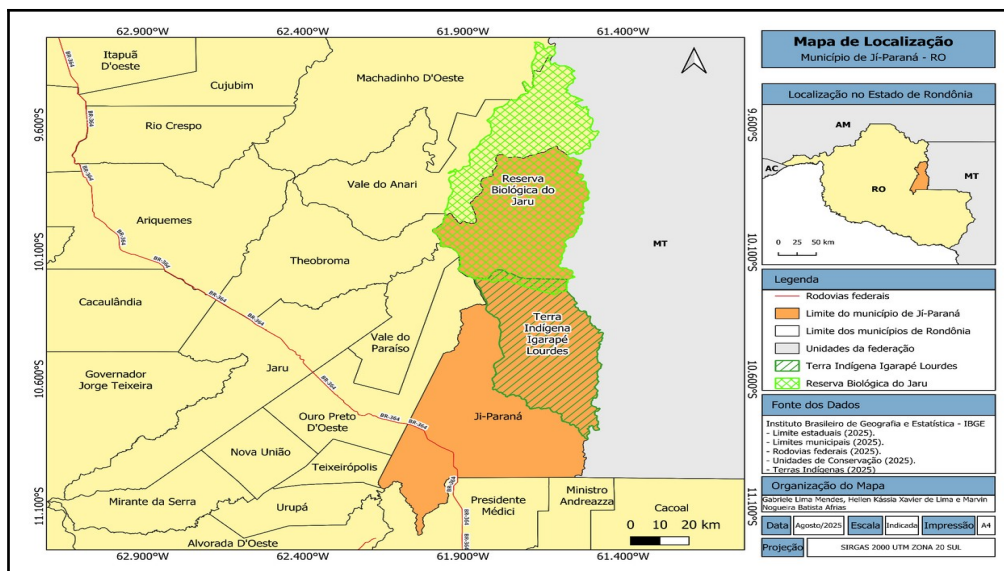
Fonte: Autores (2026).

Com isso, ressalta-se que o detalhamento feito na Tabela 1, traz que a Formação Florestal permanece como a classe predominantemente expressiva no município, ocupando 4.382,72 km² (63,57% do território). Cabe destacar que a expressiva manutenção dessa cobertura vegetal nativa está intrinsecamente associada à presença de Áreas Protegidas de grande extensão territorial em Ji-Paraná, notadamente a Reserva Biológica (REBIO) do Jaru com área de 2.097,97 km² (porção dentro do município de Ji-Paraná) e a Terra Indígena Igarapé Lourdes com área de 1.941,54 km², conforme pode ser observado na figura 3. Essas áreas atuam como verdadeiros escudos territoriais contra o avanço da fronteira agrícola, garantindo a conservação contínua da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos locais.





Figura 3 - Mapa de localização da REBIO do Jaru e da TI Igarapé Lourdes no município de Ji-Paraná.



Fonte: Autores (2026).

A análise da distribuição das áreas protegidas no município de Ji-Paraná permite compreender a representatividade dessas áreas em relação ao território municipal e à cobertura florestal existente. Conforme apresentado na Tabela 2, o município possui 6.894,73 km² de área territorial, dos quais 4.039,51 km² (58,59%) correspondem às áreas protegidas consideradas no estudo. Essas áreas estão representadas pela Reserva Biológica (REBIO) do Jaru e pela Terra Indígena Igarapé Lourdes, que, conjuntamente, abrangem 88,16% da cobertura de Formação Florestal localizada dentro das áreas protegidas do município. Os dados apresentados permitem, portanto, avaliar a contribuição dessas áreas para a conservação da cobertura florestal e sua representatividade no contexto territorial de Ji-Paraná.

Tabela 2 - Percentual de distribuição do uso e cobertura do solo no município de Ji-Paraná.

Área Protegida	Área no Município (km ²)*	% do Município**	Floresta (km ² ***	Participação no Estoque Florestal (%)



REBIO do Jarú (área no município)	2.097,97	30,43%	2.027,94	46,27%
T.I. Igarapé Lourdes	1.941,54	28,16%	1.836,02	41,89%
Total de área Protegida	4.039,51	58,59%	3.863,96	88,16%
Total do Município	6.894,73	100,00%	4.382,72	100,00%
* Área contida no limite municipal de Ji-Paraná (6.894,73 km²). ** Proporção territorial em relação à área total do município. *** Área da Classe de Formação Florestal (MapBiomass) mapeada no interior das áreas protegidas dentro dos limites do município de Ji-Paraná. **** Indica o percentual de contribuição da área protegida em relação ao total da Formação Florestal mapeada no município (4.382,72 km²).				

Fonte: Autores (2026).

A avaliação quantitativa revela um elevado grau de integridade ambiental no interior das áreas protegidas supracitadas: a porção municipal da REBIO do Jarú engloba 2.027,94 km² de Formação Florestal, ao passo que a Terra Indígena Igarapé Lourdes resguarda 1.836,02 km². Em termos absolutos, a soma desses dois maciços contínuos perfaz 3.863,96 km² de floresta protegida, o que equivale a 88,16% de toda a Formação Florestal remanescente em Ji-Paraná.





A REBIO do Jarú responde por 46,27% e a Terra Indígena Igarapé Lourdes por 41,89% do patrimônio florestal municipal. Por outro lado, os remanescentes florestais situados fora dos limites das áreas protegidas somam apenas 518,76 km² (11,84% do estoque florestal municipal), encontrando-se altamente fragmentados e imersos numa matriz antrópica dominada pela agropecuária.

Nesse contexto de predominância da classe Formação Florestal, cabe destacar que as Pastagens representam a segunda maior classe de cobertura do solo, abrangendo 2.061,88 km², o que equivale a 29,91% da extensão territorial de Ji-Paraná. Juntas, essas duas categorias somam mais de 93% da área total municipal, evidenciando que as demais classes, como o Mosaico de Usos (2,32%), Floresta Alagável (1,96%), Rio, Lago e Oceano (0,83%) e Área Urbanizada (0,65%), possuem representatividade territorial bastante reduzida.

A baixa incidência de culturas agrícolas consolidadas, representadas pela categoria de Lavoura Temporária com apenas 19,85 km² (0,29%), reforça a forte vocação pastoril do município em detrimento da agricultura patronal intensiva. Esta estrutura fundiária e produtiva é um fator determinante para a vulnerabilidade ambiental da região, uma vez que o manejo e a renovação das áreas de pastagem ainda estão culturalmente associados ao uso do fogo. Tal dinâmica cria um cenário altamente propenso à ocorrência de queimadas e à propagação de incêndios florestais nas zonas de transição e bordas dos remanescentes florestais nativos.

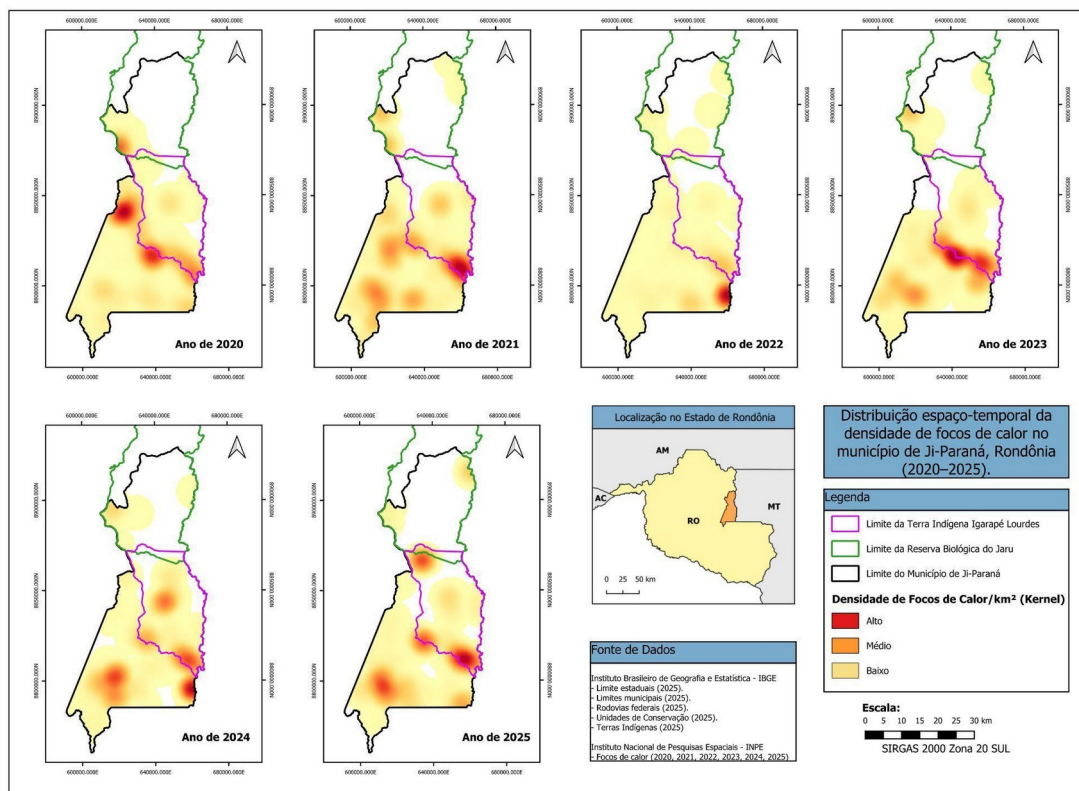
4.2 DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR

A análise espaço-temporal da densidade de focos de calor no município de Ji-Paraná (RO) evidenciada na figura 4, referente ao período de 2020 a 2025, evidencia um padrão heterogêneo e dinâmico na distribuição das queimadas ao longo do território. A cartografia de kernel demonstra que a ocorrência do fogo não se distribui de forma uniforme, concentrando-se predominantemente nas zonas de fronteira entre áreas de consolidação agropecuária e as áreas protegidas do município.





Figura 4 - Mapa de distribuição espaço-temporal da densidade de focos de calor em Ji-Paraná, RO (2020-2025).



Fonte: Autores (2026).

A Terra Indígena Igarapé Lourdes destaca-se como o setor de maior vulnerabilidade e reincidência de núcleos de alta densidade de calor ao longo de toda a série histórica. Nos anos de 2020 e 2021, observam-se manchas expressivas de classe Alta sobrepostas aos limites ocidental e sudeste da terra indígena. Nos anos subsequentes, em especial em 2023 e 2025, o núcleo de maior intensidade deslocou-se para a porção sul e sudeste do perímetro da TI Igarapé Lourdes, confirmando uma pressão contínua do uso do fogo nas suas bordas. Em contrapartida, a Reserva Biológica do Jaru, localizada no extremo norte do município, manteve predominantemente baixas densidades de focos, registrando apenas elevações pontuais de classe Média a Alta na sua borda sul e centro-norte, com maior visibilidade nos anos de 2020 e 2025.



No setor sul do território municipal, verifica-se a presença constante de núcleos de classe Média a Alta densidade, com destaque para os anos de 2021, 2024 e 2025, o que reflete a dinâmica de manejo do solo associada às áreas de pastagem e mosaicos de usos consolidados.

Em termos de evolução temporal, o ano de 2020 registrou a maior dispersão espacial do calor, seguido por um período de retração em 2021 e 2022, e uma concentração ainda mais localizada em 2023 no limite sudeste da TI. Por fim, o biênio 2024–2025 voltou a apresentar uma expansão das manchas de média e alta densidade, sinalizando a persistência das queimadas nas zonas de transição entre a vegetação nativa e as áreas antropizadas.

A aplicação da Análise de Densidade de Kernel corrobora que a distribuição dos focos de calor não é aleatória, concentrando-se de forma expressiva nas zonas de transição e bordas de vegetação nativa, o que confirma a suscetibilidade dos fragmentos florestais frente à pressão das áreas antropizadas (GIGLIO et al., 2016; LAURANCE et al., 2002).

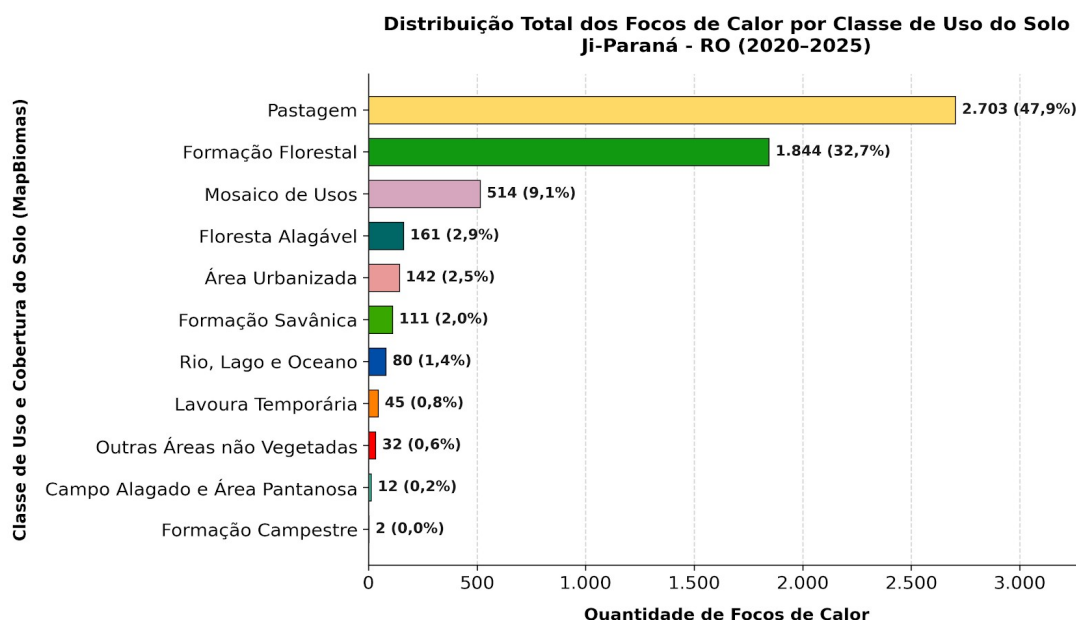
4.3 ASSOCIAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE USO DO SOLO E A INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR

A sobreposição dos focos de calor com as classes de uso e cobertura do solo do MapBiomias permite compreender a dinâmica funcional do fogo no município de Ji-Paraná. Conforme observado no gráfico 1, constata-se uma forte relação entre a atividade antrópica consolidada e a ocorrência do fogo, com a classe de Pastagem a liderar expressivamente as ocorrências, somando 2.703 focos, o que corresponde a 47,9% do total registrado no período de 2020 a 2025. Este resultado confirma que o uso do fogo continua a ser empregado de forma sistemática como prática de manejo e renovação de pastagens na região.





Gráfico 1 - Focos de calor por ano e tipo de solo no município de Ji-Paraná (2020-2025).



Fonte: Autores (2026).

Por outro lado, destaca-se o elevado quantitativo registrado na classe de Formação Florestal, com 1.844 focos (32,7%). A expressiva incidência em área de vegetação nativa reflete o processo de degradação florestal, queimadas em bordas de fragmentos e a pressão nas zonas de transição, corroborando o padrão observado nos mapas de Kernel ao longo dos limites da Terra Indígena Igarapé Lourdes e da Reserva Biológica do Jaru. A classe de Mosaico de Usos aparece em terceiro lugar, com 514 focos (9,1%), representando áreas de pequenas propriedades com uso misto da terra.

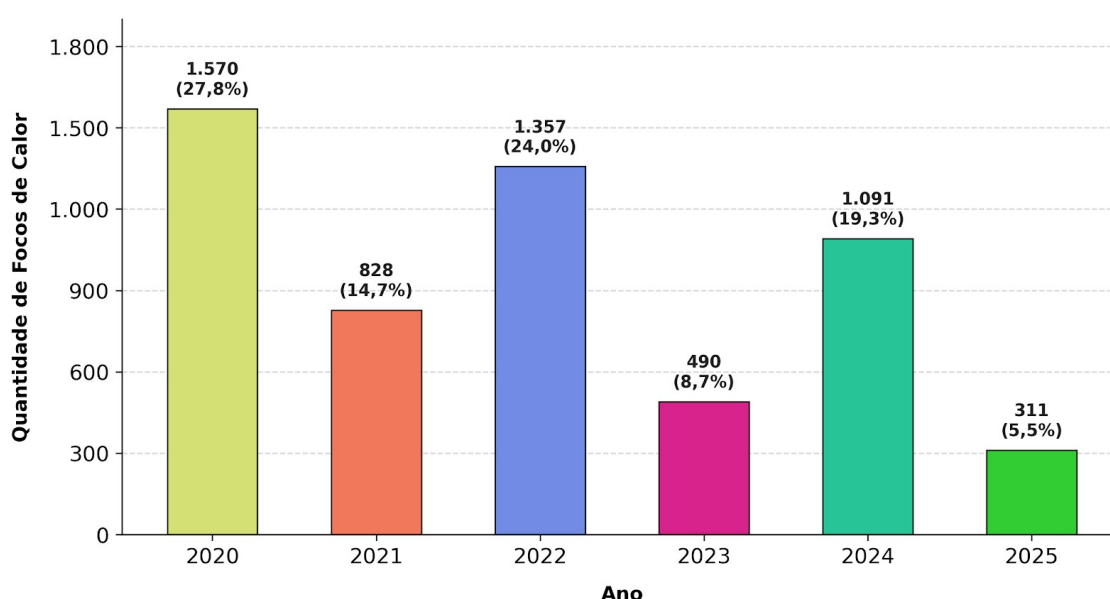
As restantes categorias apresentam percentuais reduzidos para a contagem total de focos no município: Floresta Alagável registra 161 focos (2,9%), Área Urbanizada contabiliza 142 focos (2,5%) e Formação Savânica soma 111 focos (2,0%). Classes como Rio, Lago e Oceano (80 focos; 1,4%), Lavoura Temporária (45 focos; 0,8%), Outras Áreas não Vegetadas (32 focos; 0,6%), Campo Alagado e Área Pantanosa (12 focos; 0,2%) e Formação Campestre (2 focos; 0,0%) possuem papel marginal na dinâmica global de queimadas de Ji-Paraná. Em



síntese, a integração dos dados demonstra que mais de 80% de todas as ocorrências de calor concentram-se estritamente entre áreas de pastagem e de cobertura florestal.

Gráfico 2 - Total de focos de calor por ano (2020-2025).

**Evolução Anual dos Focos de Calor em Ji-Paraná - RO
(2020-2025)**



Fonte: Autores (2026).

A análise temporal da distribuição anual dos focos de calor em Ji-Paraná (RO), referente ao período de 2020 a 2025, revela um comportamento flutuante e cíclico ao longo da série histórica, contabilizando um total acumulado de 5.647 ocorrências. Em vez de demonstrar uma tendência de crescimento ou de redução contínua, os dados apontam para uma alternância sistemática entre anos de elevada severidade e períodos de desaceleração das queimadas.

O ano de 2020 destacou-se como o mais crítico de toda a série temporal, concentrando 1.570 focos de calor, o que representa 27,8% do total de ocorrências registradas. A este pico seguiu-se um arrefecimento expressivo em 2021, ano em que o quantitativo caiu



para 828 focos (14,7%). Contudo, a dinâmica de queimadas voltou a intensificar-se em 2022, alcançando o segundo maior registro do período, com 1.357 focos (24,0%). Este padrão de alternância repetiu-se no triênio subsequente: o ano de 2023 apresentou um acentuado declínio com 490 focos (8,7%), seguido por um novo repique em 2024, que ultrapassou a marca do milhar ao somar 1.091 focos (19,3%), culminando no menor índice do período em 2025, com 311 focos (5,5%).

A constatação de que apenas três anos — 2020, 2022 e 2024 — concentram, em conjunto, mais de 71% de todo o fogo detectado ao longo de seis anos evidencia a forte influência da variabilidade climática interanual. Períodos marcados por estiagens prolongadas e anomalias térmicas favorecem a propagação do fogo, ao passo que anos mais húmidos reduzem a combustibilidade da vegetação, atuando em conjunto com a dinâmica de manejo do solo e a oscilação das ações de fiscalização ambiental no município.

5. CONCLUSÃO

A análise geoespacial e integrativa realizada neste estudo evidenciou que a configuração territorial do município de Ji-Paraná é marcada por uma dualidade estrutural, composta predominantemente por áreas de Formação Florestal (64,70%) e de Pastagem (32,82%). Embora os dados confirmem a coexistência significativa de vegetação nativa com extensas áreas destinadas à atividade pecuária, essa matriz de ocupação exerce influência direta sobre o regime de queimadas no município. Os resultados espaço-temporais demonstram, de forma inequívoca, que a distribuição dos 5.647 focos de calor registrados entre 2020 e 2025 não ocorre de maneira aleatória na paisagem, estando intrinsecamente atrelada às dinâmicas de uso e cobertura da terra e às pressões exercidas na fronteira agropastoril de Rondônia.

Essa estreita correlação funcional reflete-se no fato de que mais de 80% de todas as ocorrências de calor concentram-se estritamente entre as áreas de pastagem e de vegetação nativa. A classe de Pastagem liderou expressivamente as contagens, somando 2.703 focos (47,9% do total), o que confirma o emprego contínuo do fogo como prática rudimentar de





manejo e renovação de pastos. Destaca-se, a relevante parcela de 1.844 focos (32,7%) registrada na classe de Formação Florestal sinaliza um ciclo de retroalimentação degradativa no bioma amazônico: o fogo utilizado nas pastagens escapa sem controle e penetra nas bordas florestais limítrofes, processo este severamente agravado pela fragmentação da paisagem e pelo efeito de borda, que elevam a vulnerabilidade da vegetação remanescente à combustão.

Sob a perspectiva espacial, a aplicação da Análise de Densidade de Kernel revelou a existência de pontos críticos permanentes no território, com destaque para a Terra Indígena Igarapé Lourdes. A reincidência de núcleos de alta densidade ao longo de toda a série histórica, sobretudo nas suas bordas ocidental, sudeste e sul confirma uma pressão antropogênica constante sobre essa área protegida, enquanto a Reserva Biológica do Jaru manteve um padrão de maior preservação, com baixas densidades predominantes. Paralelamente, a avaliação temporal revelou um comportamento flutuante e cíclico, marcado por picos acentuados de queimadas nos anos de 2020 (1.570 focos), 2022 (1.357 focos) e 2024 (1.091 focos), os quais responderam por mais de 71% de todo o fogo detectado no período. Essa oscilação interanual reflete a complexa interação entre anomalias climáticas sazonais (como estiagens severas), o acúmulo de combustível vegetal e a variação na intensidade das ações de fiscalização ambiental.

Do ponto de vista metodológico, a integração dos dados de monitoramento orbital com o mapeamento de uso do solo da plataforma MapBiomas e a interpolação por densidade de Kernel consolidou-se como um arranjo técnico de alta precisão e baixo custo operacional, indispensável para o diagnóstico ambiental na Amazônia Legal. No entanto, para que o conhecimento geoespacial gerado transcenda o monitoramento passivo e se converta em conservação efetiva, faz-se imperativo que a gestão ambiental pública utilize essas ferramentas de forma preditiva, articulando a detecção remota com ações fiscalizatórias céleres, brigadas comunitárias preventivas e políticas de planejamento territorial sustentável.

Por fim, os achados deste estudo oferecem subsídios teóricos e práticos fundamentais para orientar as políticas públicas de mitigação do fogo em Ji-Paraná. Recomenda-se, prioritariamente:





- O cruzamento e a validação rigorosa das informações do Cadastro Ambiental Rural (CAR) para responsabilização legal e fiscalização direcionada às propriedades reincidentes;
- O uso continuado da modelagem de Kernel para subsidiar o planejamento estratégico e a alocação prévia de brigadas de combate antes do período de estiagem;
- A difusão de programas de assistência técnica voltados à recuperação de pastagens degradadas e ao Manejo Integrado do Fogo (MIF);
- O fortalecimento de ações educativas junto aos produtores rurais locais, promovendo a transição para práticas agropastoris sustentáveis que protejam os ecossistemas florestais e garantam o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental;

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. A. et al. Landscape fragmentation, climate change, and understory fire regime in Amazonia. **Conservation Biology**, v. 29, n. 1, p. 298-305, 2015.

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. 1, 536, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 7.070, de 7 de maio de 1983; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989. Brasília, DF: Presidência da República, 2012.

CARDOZO, F. S. et al. Análise do uso do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) para o mapeamento das áreas queimadas no Estado de Rondônia no ano de 2010. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 2013. p. 1269-1276.

COMBER, A. J.; FISHER, P. F.; WADSWORTH, R. A. What is land cover? **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 32, n. 2, p. 199-209, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1068/b31135>.





DALL'IGNA, F. et al. Dinâmica espacial e temporal de focos de calor em unidade de conservação de corredor ecológico amazônico. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, e42011629271, 2022.

DAU, J. Z. R. **Identificação de ramais associados com corte seletivo na Amazônia por meio de modelos lineares de mistura espectral**. 2013. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

FERREIRA, H. T. O. **Variabilidade espaço-temporal de focos de queimadas no estado de Rondônia**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2023.

FOLEY, J. A. et al. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1111772>.

GIGLIO, L. et al. The Collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products. **Remote Sensing of Environment**, v. 178, p. 31-41, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.054>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha Municipal Digital do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Programa Queimadas: Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas)**. São José dos Campos: INPE, 2024. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/>. Acesso em: 11 maio 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Programa Queimadas: Monitoramento de Focos Ativos e Áreas Queimadas**. São José dos Campos: INPE, 2025. Disponível em: <https://data.inpe.br/queimadas/>. Acesso em: 11 maio 2026.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J. (ed.). **Land-use and land-cover change: local processes and global impacts**. Berlin: Springer Science & Business Media, 2006.

LAURANCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.





LIBONATI, R. et al. Assessing the reliability of satellite-derived fire radiative power products for fire monitoring in the Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v. 240, 111617, 2020.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas Fogo – Coleção de Mapas Anuais de Cicatrizes de Fogo no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://mapbiomas.org/estatisticas-fogo>. Acesso em: 11 maio 2026.

MAPBIOMAS. **RAF 2024: Relatório Anual do Fogo – Resultados da Coleção 4 (1985 a 2024)**. São Paulo: MapBiomas, 2025. 72 p. DOI: <https://doi.org/10.58053/MapBiomas/JKWSW7>.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.

MORTON, D. C. et al. Agricultural intensification increases deforestation fire activity in Amazonia. **Global Change Biology**, v. 14, p. 2262-2275, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01640.x>.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Efeito de borda sobre a estrutura e dinâmica da floresta de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 4, p. 529-538, 2004.

NEPSTAD, D. C. et al. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**, v. 398, p. 505-508, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1038/19066>.

PIMENTA, L. B. et al. Processo Analítico Hierárquico (AHP) em ambiente SIG: temáticas e aplicações voltadas à tomada de decisão utilizando critérios espaciais. **Interações**, Campo Grande, v. 20, n. 2, p. 407-420, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v20i2.1856>.

PINTO, J. F. S. K. C. Dinâmica do uso e cobertura do solo em relação à recorrência do uso de fogo para a Amazônia brasileira, 2008-2014. **Biodiversidade Brasileira**, v. 9, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v9i1.1276>.

RIBEIRO, T. M. **Dinâmica de focos de incêndio na Amazônia Ocidental**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.





RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Plano de Ação para Prevenção e Controle das Queimadas e Incêndios Florestais no Estado de Rondônia (PAQUEI-RO)**. Porto Velho: SEDAM, 2023.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão (SEPOG). **Plano de Desenvolvimento Econômico e Social de Rondônia – PDS-RO 2030**. Porto Velho: SEPOG, 2026.

ROSA, R. **Geotecnologias na geografia aplicada**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; EUGENIO, F. C. **ARCGIS 9.3 total: aplicações para dados espaciais**. Alegre: CAUFES, 2010.

SANTOS, R.; AMORIM, R. R.; PEREZ FILHO, A. Compartimentação e descrição dos geossistemas da Região Norte do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 11., 2016, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: UGB, 2016.

SCHMIDT, I. B. et al. Fire management in the Brazilian Savanna: first steps and the way forward. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 5, p. 2094-2101, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12918>.

SCHROEDER, W. et al. The VIIRS 375 m active fire product: Algorithm description and initial assessment. **Remote Sensing of Environment**, v. 143, p. 85-96, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.12.008>.

SHIMABUKURO, Y. E.; NOVO, E. M.; PONZONI, F. J. Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento do Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1729-1737, 1998.

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1246663>.

SOUZA, C. M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, 2735, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>.

TORRES, F. T. P. et al. Mapeamento de uso e cobertura da terra e análise de degradação ambiental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 1-10, 2017.





WOOSTER, M. J. et al. Retrieval of biomass combustion rates and total carbon emissions GHG in real-time via satellite observations of Fire Radiative Power (FRP). **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 5, p. 1111-1141, 2005.

Recebido em: 15/09/2026

Aprovado em: 26/09/2026

Publicado em: 07/10/2026

