



ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

**BASES METODOLÓGICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE RISCO
AMBIENTAL E FUNDIÁRIO PARA PROJETOS DE CONSERVAÇÃO E
RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ.**

Por

SÔNIA DA CONCEIÇÃO DE ABREU

NAZARÉ PAULISTA, 2025



ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

**BASES METODOLÓGICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE RISCO
AMBIENTAL E FUNDIÁRIO PARA PROJETOS DE CONSERVAÇÃO E
RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ.**

Por

SÔNIA DA CONCEIÇÃO DE ABREU

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

**PROF. LAURY CULLEN, P,h.D
PROF. FELIPE EMOS**

**TRABALHO FINAL APRESENTADO AO PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO REQUISITO PARCIAL À
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE**

**IPÊ – INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS
NAZARÉ PAULISTA, 2025**

Ficha Catalográfica

Abreu, Sônia

Bases metodológicas para a construção de mapas de risco ambiental e fundiário para projetos de conservação e restauração florestal no estado do Pará, 2025. 65pp.

Trabalho Final (mestrado): IPÊ – Instituto de Pesquisas ecológicas

1. Risco fundiário;
 2. Risco Ambiental;
 3. Sistema de informação geográfica;
- I. Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade, IPÊ

BANCA EXAMINADORA

NAZARÉ PAULISTA, 08 DE AGOSTO DE 2025

Prof. Dr. Laury Cullen Junior

Prof. Dr. Danilo Roberti Alves de Almeida

Prof. Dr. Anderson Borges Serra

Dedico este trabalho à dona Maria, minha mãe, que com seu exemplo de força e simplicidade me ensinou que o estudo é um caminho de liberdade

AGRADECIMENTOS

“A morte da floresta é o fim da nossa vida”
(Dorothy Stang)

Agradeço aos colegas de classe pelo companheirismo e pelas trocas ao longo da jornada, em especial à Andressa, que com paciência me ajudou a entender o R nas aulas de estatística. Minha gratidão também aos professores da ESCAS/IPE, por sua dedicação e excelência no ensino, e à própria ESCAS/IPE, por oferecer um ambiente inspirador de aprendizado e compromisso com a conservação e o desenvolvimento sustentável na prática. Não poderia deixar de agradecer também ao Francinei Vulcão pela ajuda valiosa no QGIS para a construção dos mapas e risco.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Fundamentos da questão ambiental e fundiária na Amazônia	15
2.2. O estado do Pará no contexto fundiário Amazônico.....	16
2.3. Interdependência entre riscos fundiários e ambientais na Amazônia	18
2.4. Limites e potencial das geotecnologias para a gestão territorial integrada na Amazônia	20
2.5. Projetos de conservação e restauração na Amazônia: limites, desafios e integração fundiário-ambiental	21
3. OBJETIVO GERAL	23
3.1. Objetivos específicos	23
3.1.1. Levantamento e sistematização de variáveis ambientais e fundiárias	23
3.1.2. Integração das variáveis em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).....	23
3.1.3. Definição de parâmetros para avaliação e classificação de risco	23
4. PARTE EXPERIMENTAL, MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4.1. Localização da área de estudo	23
4.2. Tipo e abordagem da pesquisa	24
4.3. Levantamento de dados	24
4.4. Bases de dados e indicadores utilizados	25
4.4.1. Eixo ambiental.....	25
4.4.2. Eixo fundiário	26
4.5. Avaliação e classificação de risco com base em indicadores	27
4.5.1. Metodologia de análise de risco do Estudo de Avaliação de Impacto Ambiental e Social do Projeto Floresta+ Amazônia	28
4.5.2. Guia Fundiário para Soluções Baseadas na Natureza no Brasil da Aliança Brasil NBS	28
4.5.3. Integração e sobreposição especial para elaboração de mapas de risco	29
5. RESULTADOS	30
5.1. Descrição dos indicadores levantados	30
5.1.1. Indicadores Ambientais	30
5.1.2. Sobreposições com terras públicas e áreas protegidas	33

5.1.3.	Embargos Ambientais (IBAMA).....	34
5.1.4.	Lista de Desmatamento Ilegal (LDI/SEMAS)	36
5.1.5.	PRODES/INPE.....	37
5.2.	Indicadores fundiários	38
5.2.1.	Título de Dominio	38
5.2.2.	Matricula em cartório.....	38
5.2.3.	CCIR certificado de Cadastro de imóvel Rural.....	39
5.2.4.	ITR Imposto Territorial Rural	39
5.2.5.	Georreferenciamento certificado no SIGEF/INCRA	40
5.2.6.	Histórico de conflitos fundiários.....	40
5.3.	Nível e significância de risco dos indicadores para projetos	43
5.3.1.	Ambiental	43
5.3.2.	Fundiário	43
5.4.	Avaliação geral de risco	44
5.4.1.	Classificação de risco	44
5.5.	Mapas de risco	48
5.5.1.	Mapa de risco Ambiental	48
5.5.2.	Mapa de risco fundiário	50
6.	DISCUSSÃO	52
7.	CONCLUSÕES	55
8.	REFERÊNCIAS	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Relação de legislações e regulamentações consultadas para a definição de indicadores ambientais e fundiários para o município de Altamira/PA.....	26
Tabela 2 – Status possíveis para CAR conforme SICAR/PA	31
Tabela 3- Análise de viabilidade Ambiental de áreas rurais pelo status do CAR.....	32
Tabela 4 Status do georreferenciamento no SIGEF/INCRA.....	40
Tabela 5- Tipologia dos conflitos agrários e ambientais da região Transamazônica e Xingu.	42
Tabela 6- Indicadores ambientais e classificação por Nível de significância em projetos.....	43
Tabela 7- Indicadores Fundiários e classificação por Nível de significância em projetos.....	44
Tabela 8- Matriz integrada de avaliação e significância do risco ambiental e fundiário	44
Tabela 9 - Quantitativo de Ocorrências de Embargos, LDI e PRODES por bloco em Altamira	49
Tabela 10 - Caracterização fundiária por bloco: volume de georreferenciamentos, matrículas e sobreposições.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de áreas protegidas no Estado do Pará	17
Figura 2- Mapa de Localização do município de Altamira	24
Figura 3- Fluxo de coleta de dados da pesquisa	25
Figura 4 - CAR sobrepostos a Unidades de Conservação em Altamira	33
Figura 5- Sobreposição de CARs à Floresta Estadual do Iriri em dois períodos: (A) situação em 2021 (FVPP); (B) situação em 2025 (autora).	34
Figura 6- Regiões com maior incidência de embargos ambientais no Pará	35
Figura 7- Distribuição dos embargos ambientais do IBAMA em Altamira	36
Figura 08- Polígonos das áreas desmatadas ilegalmente constante na LDI	37
Figura 9 - Polígonos no PRODES de 2008 a 2024 no município de Altamira/PA	38
Figura 10 - Assassinatos no campo entre 1985 a 2016 no Sudeste do Pará	41
Figura 11 - Fluxo integrado de análise de áreas para projetos de conservação e restauração florestal	47
Figura 12- Subdivisão espacial do município de Altamira para análise de risco.....	48
Figura 13 - Mapa de risco Ambiental para projetos em Altamira/PA	50
Figura 14- Mapa de risco fundiário para projetos em Altamira/PA.	52

LISTA DE ABREVIACÕES

APP – Área de Preservação Permanente
CAR – Cadastro Ambiental Rural
CCIR – Certificado de Cadastro de Imóvel Rural
CPT – Comissão Pastoral da Terra
FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FGV – Fundação Getulio Vargas
FUNAI – Fundação Nacional dos Povos Indígenas
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICC Brasil – Câmara de Comércio Internacional
IDESAM – Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia
IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISA – Instituto Socioambiental
ITR – Imposto Territorial Rural
ITERPA -Instituto de Terras do Pará
LDI/SEMAS – Lista de Desmatamento Ilegal do Pará
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário
OIT – Organização Internacional do Trabalho
PIN – Programa de Integração Nacional
PRA – Programa de Regularização Ambiental
PRODES – Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite
REDD+ – Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal
SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa

SEMAS/PA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará

SICAR – Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural

SIGEF/INCRA – Sistema de Gestão Fundiária

SNCR – Sistema Nacional de Cadastro de Imóvel Rural

SUDAM – Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

TCU – Tribunal de Contas da União

TI – Terra Indígena

UCN – Unidades de Conservação da Natureza

UFPA – Universidade Federal do Pará

VCUs – Verified Carbon Units

VCU - Verified Carbon Standard

WWF - Fundo Mundial Para a Natureza

RESUMO

Resumo do Trabalho Final apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre

BASES METODOLÓGICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE RISCO AMBIENTAL E FUNDIÁRIO PARA PROJETOS DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ.

Por

SÔNIA DA CONCEIÇÃO DE ABREU

Agosto de 2025

Orientador: Prof. Dr. Laury Cullen

A pesquisa apresenta uma metodologia integrada de avaliação de risco ambiental e fundiário, aplicada ao município de Altamira (PA), na Amazônia Legal. Parte-se da premissa de que a análise de áreas destinadas a projetos de conservação e restauração florestal depende de uma leitura territorial integrada, capaz de articular riscos ambientais e fundiários, e de que o uso de tecnologias geoespaciais pode potencializar esse processo. O estudo integrou dados de fontes públicas (SIGEF/INCRA, SICAR/PA, IBAMA, SEMAS, PRODES/INPE e LDI) em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Foram definidos indicadores fundiários e ambientais e aplicada uma matriz de risco adaptada do *Environmental and Social Management Framework* (MMA/PNUD, 2021) e do Guia Fundiário da Aliança Brasil NBS (2024), considerando três níveis de significância (baixo, médio e alto). Os resultados evidenciaram interdependência entre vulnerabilidades fundiárias e ambientais, com predominância de riscos altos em áreas sem titulação, sobrepostas a terras públicas e embargadas por infrações ambientais. Os mapas de risco elaborados apontaram regiões críticas do território de Altamira, nas quais o desenvolvimento de projetos ambientais tende a ser mais desafiador. Este fato confirma que a metodologia proposta, revelou-se eficaz para traduzir a complexidade ambiental e fundiária do território paraense em informações geoespaciais acessíveis.

ABSTRACT

Abstract do Trabalho Final apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR THE CONSTRUCTION OF ENVIRONMENTAL AND LAND TENURE RISK MAPS FOR FOREST CONSERVATION AND RESTORATION PROJECTS IN THE STATE OF PARÁ

By

SONIA DA CONCEIÇÃO DE ABREU

August 2025

Advisor: Prof. Dr. Laury Cullen

The research presents an integrated methodology for assessing environmental and land tenure risk, applied to the municipality of Altamira, Pará, in the Brazilian Legal Amazon. It is based on the premise that the analysis of areas intended for conservation and forest restoration projects requires an integrated territorial perspective capable of articulating environmental and land tenure risks, and that the use of geospatial technologies can enhance this process. The study integrated data from public sources (SIGEF/INCRA, SICAR/PA, IBAMA, SEMAS, PRODES/INPE, and LDI) within a Geographic Information System (GIS) environment. Land tenure and environmental indicators were defined, and a risk matrix adapted from the *Environmental and Social Management Framework* (MMA/UNDP, 2021) and the Land Tenure Guide of the Brazil NBS Alliance (2024) was applied, considering three levels of significance (low, medium, and high). The results revealed an interdependence between land tenure and environmental vulnerabilities, with a predominance of high-risk areas lacking formal titles, overlapping public lands, and under environmental embargoes. The risk maps developed identified critical regions within the territory of Altamira, where the implementation of environmental projects tends to be more challenging. This confirms that the proposed methodology proved effective in translating the environmental and land tenure complexity of Pará's territory into accessible geospatial information.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira representa uma das regiões de maior relevância ecológica e estratégica do planeta, tanto pela sua contribuição aos equilíbrios climáticos globais quanto pela disponibilidade de recursos naturais e pela diversidade sociocultural que abriga (IPCC, 2021).

Entretanto, conforme destaca Fearnside (2021) o modelo histórico de ocupação territorial tem promovido a expansão de atividades econômicas de base extrativista e agropecuária, frequentemente dissociadas de critérios ambientais e fundiários, o que tem resultado em processos intensos de desmatamento, fragmentação de habitats e conflitos pela posse da terra.

No contexto da Amazônia Legal, o estado do Pará destaca-se por apresentar alguns dos mais elevados índices de desflorestamento e irregularidade fundiária do país. A sobreposição de direitos de propriedade, a indefinição de limites de imóveis rurais e a presença de áreas públicas não destinadas configuram um cenário de instabilidade jurídica e de vulnerabilidade ambiental (IPEA, 2022; INCRA, 2023).

Essa condição compromete tanto a efetividade das políticas públicas quanto o desenvolvimento de projetos de conservação e restauração florestal quanto a captação de investimentos sustentáveis, sobretudo em regiões de fronteira agrícola conforme evidenciado por Silva et al., (2020).

Para Loureiro e Teixeira (2020), a implementação de projetos de conservação e restauração florestal depende, portanto, de uma leitura territorial integrada, capaz de articular riscos ambientais e fundiários. Essa integração é essencial para compreender as múltiplas pressões que incidem sobre o território amazônico, desde o avanço do desmatamento e da degradação até os conflitos de uso e a indefinição dominial.

No entanto, observa-se a carência de metodologias que operacionalizem essa integração por meio de critérios técnicos e parâmetros espaciais, capazes de subsidiar a tomada de decisão quanto à seleção de áreas prioritárias, à avaliação de riscos e à definição de estratégias de mitigação (CÂMARA et al., 2023).

Diante dessa realidade, este estudo tem como objetivo propor e validar bases metodológicas para a elaboração de mapas de risco voltados a projetos de conservação e restauração florestal no estado do Pará. A proposta busca oferecer uma ferramenta técnica de análise prévia, segura e eficiente, fundamentada no

conhecimento territorial da Amazônia, capaz de integrar múltiplas variáveis ambientais e fundiárias na seleção de áreas prioritárias para a conservação e a restauração florestal.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Fundamentos da questão ambiental e fundiária na Amazônia

A questão fundiária na Amazônia constitui um dos principais entraves das dinâmicas territoriais e ambientais da região. Historicamente, o processo de ocupação e regularização das terras amazônicas foi marcado por insegurança dominial e conflitos socioambientais iniciados na década de 1970 com o Programa de Integração Nacional (PIN) no governo Militar que se consolidou em uma lógica de ocupação baseada na apropriação extensiva da terra, frequentemente dissociada de critérios de ordenamento territorial e sustentabilidade (FEARNSIDE, 2020).

A ausência histórica de regularização fundiária na Amazônia gerou um ambiente de profunda insegurança jurídica, que persiste até os dias atuais. A indefinição sobre quem detém, de fato e de direito, a posse das terras tem favorecido práticas ilegais como grilagem, desmatamento não autorizado e conflitos socioambientais.

Em muitos casos, a ocupação desordenada e a especulação fundiária avançaram sobre áreas públicas ainda não destinadas, em especial as glebas federais com situação indefinida, que somam cerca de 57 milhões de hectares na Amazônia Legal (IMAZON¹, 2019).

Segundo o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM, 2023), cerca de 45% das áreas rurais da Amazônia Legal ainda não possuem titulação definitiva, o que limita a efetividade das políticas de gestão ambiental e compromete a segurança jurídica de investimentos voltados à conservação e restauração.

Tal cenário revela a interdependência entre as dimensões fundiária e ambiental, uma vez que a ausência de definição dominial tende a favorecer práticas de desmatamento especulativo e ocupações irregulares (CÂMARA et al., 2023).

A literatura contemporânea reforça que a segurança fundiária não deve ser compreendida apenas como a regularização de títulos, mas como a consolidação de

¹ “O Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon) é uma organização da sociedade civil sem fins lucrativos, fundada em 1990, que atua na produção de estudos técnicos e científicos voltados à promoção do desenvolvimento sustentável e à conservação dos recursos naturais da Amazônia”.

instrumentos de governança territorial capazes de integrar a gestão ambiental, produtiva e social do espaço (LOUREIRO; TEIXEIRA, 2020; IPEA, 2022).

Nessa perspectiva, o ordenamento fundiário atua como elemento estruturante para a efetividade de políticas públicas, pois define os limites de responsabilidade ambiental e os direitos sobre os recursos naturais (BRASIL, 2023). A ausência dessa integração dificulta a aplicação de instrumentos de comando e controle e reduz a capacidade de monitoramento espacial das dinâmicas de uso da terra.

Compreender a formação e os desdobramentos da questão fundiária amazônica constitui condição indispensável para a atuação no território. A instabilidade dominial e a sobreposição de registros frequentemente observadas entre imóveis rurais, áreas protegidas e terras públicas configuram um dos principais fatores de vulnerabilidade institucional na gestão do território amazônico (CÂMARA et al., 2023; IPAM, 2023).

Esses fatores geram riscos e influenciam diretamente a viabilidade técnica e jurídica de projetos de conservação e restauração florestal, ao criarem incertezas quanto à posse, à responsabilidade ambiental e à aplicação de instrumentos legais de proteção da vegetação nativa (LOUREIRO; TEIXEIRA, 2020; FEARNSSIDE, 2020).

2.2. O estado do Pará no contexto fundiário Amazônico

O Pará tem liderado as estatísticas de conflitos agrários na Amazônia Legal. Cerca de 39% do território estadual é marcado por pendências agrárias. Esse é um fator especialmente preocupante, considerando que o estado do Pará possui mais de 50% de seu território (Figura 01) legalmente reconhecido como áreas protegidas, incluindo Unidades de Conservação e Terras Indígenas (BRITO et al., 2013).

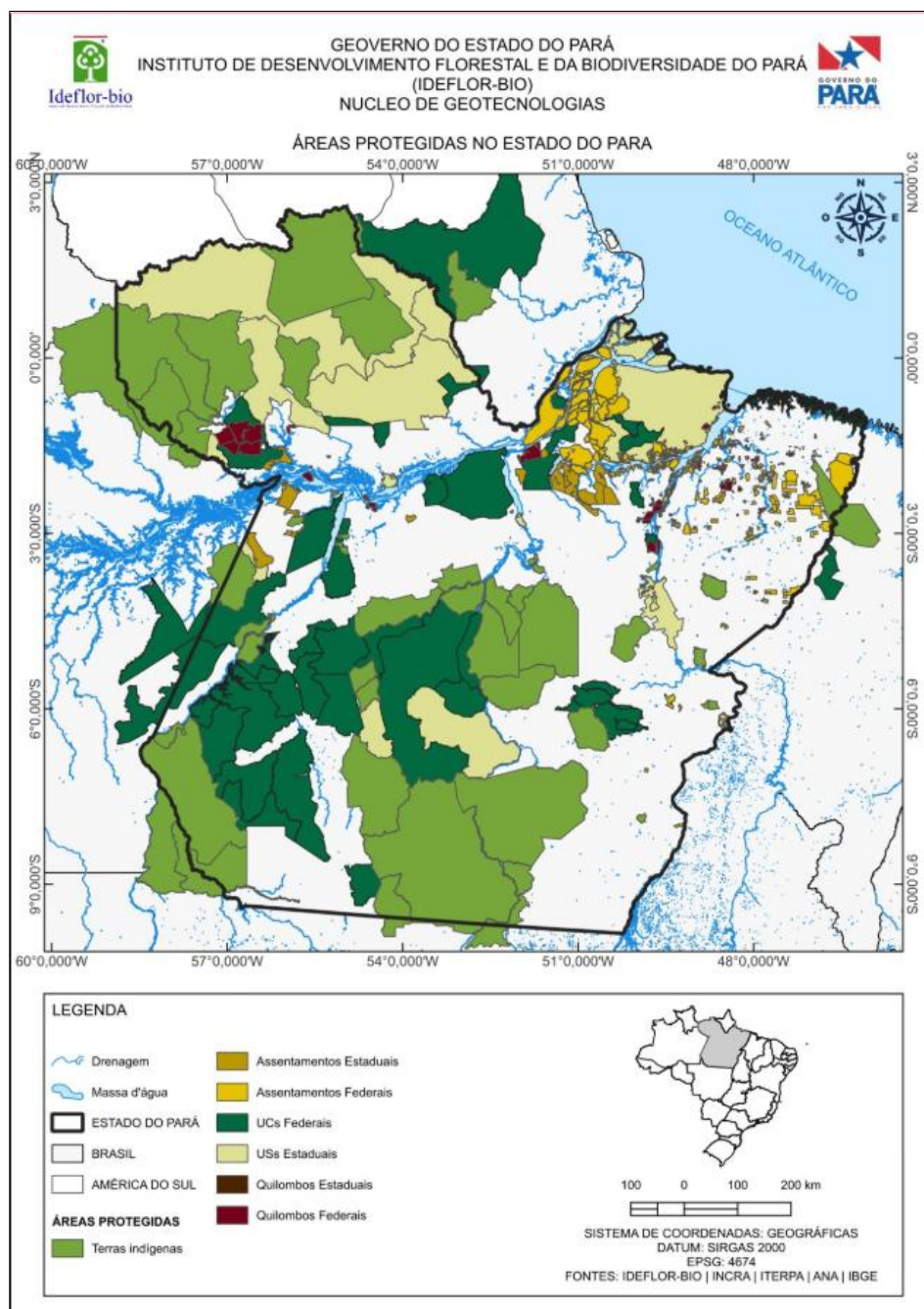


Figura 1- Mapa de áreas protegidas no Estado do Pará
Fonte: IDEFLOR-Bio, 2025.

Além das pendências fundiárias, as “áreas não destinadas” ou sem informação sobre destinação representam 27% do estado, totalizando 33,8 milhões de hectares” (IMAZON, 2021). O Estado apresenta também os maiores índices de desmatamento do país e ainda concentra a maior área de desmatamento entre os estados da Amazônia Legal. Segundo o Boletim do desmatamento da Amazônia Legal publicado pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON, 2023).

Ainda segundo o Imazon em dezembro de 2023, cerca de 75% do desmatamento detectado no estado ocorreu em áreas privadas ou sob diversos estágios de posse, enquanto 19% ocorreram em assentamentos, 5% em unidades de conservação e 1% em terras indígenas.

Em 2024 o estado devastou 1.260 km² de floresta. “Essa área foi 3% maior do que a derrubada em 2023 em solo paraense, de 1.228 km². Com isso, o Pará manteve a liderança como o estado que mais desmatou a Amazônia pelo nono ano consecutivo, desde 2016” (IMAZON, 2024).

Ainda de acordo com dados do Imazon, no estado do Pará, localiza-se também a terra indígena que registrou o maior índice de devastação em 2024. Trata-se da Terra Indígena Cachoeira Seca, situada entre os municípios de Altamira, Placas e Uruará, que apresentou uma perda de aproximadamente 14 km² de cobertura florestal ao longo do ano o equivalente a cerca de 1.400 campos de futebol.

Esse valor representa um aumento expressivo de 56% em relação ao total desmatado em 2023, quando a área afetada foi de 9 km², evidenciando a intensificação da pressão sobre territórios tradicionalmente protegidos (IMAZON, 2024).

“Essa pressão decorre de uma estrutura fundiária marcada por sobreposições, grilagem e indefinições dominiais históricas, que dificultam a governança territorial e a aplicação de políticas ambientais” No entanto, esse mesmo contexto de passivos ambientais e fundiários representa um campo fértil para ações integradas de regularização, conservação e restauração florestal (IPEA, 2022; IPAM, 2023).

2.3. Interdependência entre riscos fundiários e ambientais na Amazônia

O conceito de risco integrado no âmbito deste trabalho emerge como uma abordagem sistêmica de avaliação territorial que considera a interação entre múltiplas dimensões de vulnerabilidade. Diferentemente das análises setoriais, o risco integrado busca representar o território como um sistema interdependente, no qual variáveis biofísicas, legais e sociais se combinam para determinar condições de instabilidade e conflito (TURNER et al., 2003; COSTA et al., 2021).

No contexto amazônico, a integração entre riscos ambientais (como desmatamento e perda de cobertura vegetal) e fundiários (como sobreposição de

imóveis, ausência de titulação e disputas dominiais) torna-se essencial para traduzir as complexidades territoriais em indicadores espaciais de vulnerabilidade.

Historicamente, a gestão ambiental e a regularização fundiária foram tratadas de forma institucionalmente separada, o que gerou políticas públicas fragmentadas e, em muitos casos, contraditórias (LOUREIRO; TEIXEIRA, 2020).

Essa dissociação tem implicações direta sobre a efetividade das ações de conservação e restauração, pois a ausência de segurança jurídica sobre a terra compromete o cumprimento das obrigações ambientais, a adesão a programas de restauração e o monitoramento da cobertura florestal (IPEA, 2022; CÂMARA et al., 2023).

Segundo dados do Instituto de Pesquisas Amazônicas (IPAM), do ponto de vista técnico e espacial, os riscos fundiários como sobreposição de imóveis, indefinição dominial e conflitos de posse, e os riscos ambientais como desmatamento, e incêndios florestais, por exemplo apresentam padrões geográficos correlacionados sendo observado que em áreas de instabilidade dominial, há tendência à intensificação da conversão ilegal do uso do solo e à maior incidência de passivos ambientais. (IPAM, 2023)

Em estudo intitulado “A aplicação dos dados demográficos na regularização fundiária da Amazônia Legal”, Alves e Marra (2010), à época servidores do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), respectivamente, argumentam que a ausência de regularização fundiária configura-se como o principal obstáculo à resolução dos problemas ambientais e ao avanço do desenvolvimento econômico na região amazônica.

Tal correlação evidencia que a governança territorial depende da capacidade de integrar informações fundiárias e ambientais em bases comuns de análise, possibilitando a identificação de zonas de vulnerabilidade jurídica e ecológica (FRANÇA et al., 2022).

Nesse cenário, os modelos de integração baseados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas relativamente simples, capazes de combinar indicadores de conformidade fundiária com variáveis ambientais, resultando em mapas de vulnerabilidade úteis para orientar decisões sobre priorização de áreas para conservação e restauração (MENDONÇA et al., 2023; NUNES et al., 2019).

Essa perspectiva, além de aproximar o planejamento territorial da ciência aplicada, reforça o papel das geotecnologias como instrumento técnico para a gestão integrada da paisagem amazônica (FRANÇA et al., 2022; BRASIL, 2023).

2.4. Limites e potencial das geotecnologias para a gestão territorial integrada na Amazônia

O avanço das geotecnologias tem transformado significativamente as formas de compreender, monitorar e planejar o território amazônico. Ferramentas como o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitem a integração de grandes volumes de dados espaciais, viabilizando análises complexas sobre uso e cobertura da terra, dinâmica de desmatamento e conformidade ambiental (CÂMARA et al., 2023; FRANÇA et al., 2022).

Apesar desse avanço, observa-se que a maior parte dos estudos e plataformas geoespaciais ainda trabalham de forma setorializada, priorizando a dimensão biofísica ou a modelagem estatística de desmatamento, sem incorporar de modo consistente as variáveis fundiárias e normativas (COSTA et al., 2021; IPEA, 2022).

Essa fragmentação limita a compreensão dos riscos integrados, pois ignora as sobreposições de cadastros, conflitos de posse e inseguranças dominiais que condicionam a efetividade das políticas de conservação e restauração (IPAM, 2023). Há, portanto, uma lacuna metodológica evidente entre o potencial técnico das geotecnologias e sua aplicação prática em análises que articulem critérios ambientais, fundiários e jurídicos sob uma perspectiva sistêmica.

No contexto amazônico, onde a extensão territorial, a heterogeneidade dos dados e a ausência de registros precisos constituem desafios permanentes, o uso de SIG combinado se apresenta como uma alternativa robusta para a avaliação espacial de riscos e a priorização de áreas para intervenção (MENDONÇA et al., 2023).

Esses modelos permitem a ponderação de variáveis segundo critérios técnicos e normativos, possibilitando representar espacialmente diferentes graus de vulnerabilidade e adequação territorial. Entretanto, sua eficácia depende da qualidade e da compatibilidade das bases de dados, da transparência metodológica e da validação empírica, aspectos ainda pouco consolidados nos estudos regionais sobre a Amazônia (BRASIL, 2023; FEARNSSIDE, 2020).

Dessa forma, embora as geotecnologias apresentem alto potencial para a gestão territorial integrada, seu uso requer uma abordagem crítica e interdisciplinar, capaz de ir além da dimensão técnica (CORNELHEUS & HOLMBERG, 2017).

É necessário reconhecer que o território amazônico é também um espaço de disputas políticas, de desigualdade informacional e de fragilidade institucional. A consolidação de metodologias que integrem variáveis ambientais, fundiárias e conhecimento empírico de campo representa, portanto, um avanço estratégico para reduzir incertezas, fortalecer a segurança jurídica e aprimorar o planejamento territorial orientado à sustentabilidade (IPAM, 2024).

2.5. Projetos de conservação e restauração na Amazônia: limites, desafios e integração fundiário-ambiental

Os projetos de conservação e restauração florestal na Amazônia assumem um papel de destaque não apenas na mitigação das mudanças climáticas, mas também como mecanismos estratégicos de recuperação de serviços ecossistêmicos e promoção da bioeconomia (FAO, 2020).

Embora os projetos de conservação florestal na Amazônia envolvam diferentes arranjos institucionais e mecanismos de financiamento, aqueles vinculados ao mercado de carbono, especialmente sob a modalidade REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal), constituem atualmente o principal vetor de expansão das iniciativas de conservação florestal na Amazônia.

Segundo o Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (IDESAM) aproximadamente 72 % dos projetos de carbono florestal existentes no Brasil estão localizados na Amazônia Legal, totalizando cerca de 100 iniciativas, das quais 30 situam-se no estado do Pará (IDESAM, 2024).

Em relação a projetos de restauração florestal, segundo um levantamento da Alliance for Restoration in the Amazon realizado em 2021, foram identificadas 2.773 iniciativas de restauração no bioma amazônico brasileiro, cobrindo cerca de 113.520 hectares, sendo que o estado do Pará concentrava aproximadamente 49 % dessa área mapeada.

Estimativas recentes apontam que somente considerando áreas de vegetação secundária com seis anos ou mais de idade na Amazônia, haveria potencial para restaurar aproximadamente 4,04 milhões de hectares, o que representa cerca de 41

% das áreas alteradas e/ou degradadas registradas no bioma (AMAZONIA 2030, 2024).

Apesar de todo esse potencial, a implementação de projetos de conservação/restauração está fortemente condicionada a fatores territoriais, fundiários e institucionais, que influenciam tanto a credibilidade dos créditos gerados quanto a estabilidade.

Um estudo da Fundação Getúlio Vargas (FGV), revelou que, em 2023, houve uma queda de 89% na emissão de créditos de carbono no país e de 44% na quantidade de créditos aposentados em relação a 2021. O estudo revela ainda que em se tratando de projetos de créditos de carbono por conservação e restauração florestal, a queda no número de novas iniciativas tem relação direta com a insegurança jurídica e ambiental das propriedades onde esses projetos pretendem atuar.

Essa insegurança tem se mostrado um obstáculo real tanto para o desenvolvimento quanto para a posterior venda dos créditos gerados. Vale lembrar que a maior parte desses projetos, cerca de 95%, ocorre em áreas privadas, onde as questões fundiárias e ambientais ainda são desafios significativos (IDESAM, 2023).

A integração entre informações ambientais e fundiárias que poderia ser a solução para a insegurança jurídica gerada por esses projetos termina por se tornar um dos principais desafios pelo fato de que as informações dos órgãos responsáveis frequentemente estão dispersas, desatualizadas e heterogêneas em termos de formato e precisão espacial. (IPAM, 2023).

A sobreposição entre múltiplos cadastros públicos como o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), o Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e as bases do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) gera zonas de conflito que dificultam a delimitação legal das áreas elegíveis para intervenção (IPEA, 2022; IPAM, 2023).

De acordo com Savian et al., (2019), parte significativa das bases fundiárias apresenta ausência de metadados padronizados e lacunas de validação geoespacial, o que inviabiliza análises de risco mais robustas. Essa fragmentação informacional compromete a acurácia dos diagnósticos e aumenta a incerteza jurídica sobre a titularidade e o domínio das terras, condição essencial para a credibilidade de projetos de carbono e restauração florestal.

“Uma abordagem integradora que combine dados fundiários sobre titulação, sobreposição de registros e conformidade administrativa, com variáveis ambientais em ambiente geoespacial” poderia ser a solução para uma análise mais qualificada de áreas rurais na Amazônia, diminuição de insegurança jurídica e construção de mapas de risco operacionalmente relevantes (IPAM, 2019).

3. OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como objetivo o desenvolvimento de bases metodológicas para a construção de mapas de risco que subsidiem a análise prévia de propriedades rurais alvos de projetos de conservação e restauração florestal no estado do Pará com enfoque nas dimensões ambiental e fundiária. Para isso, são definidos os seguintes objetivos específicos:

3.1. Objetivos específicos

3.1.1. Levantamento e sistematização de variáveis ambientais e fundiárias

Estruturar a base teórica sobre os principais indicadores de regularidade ambiental e fundiária na região amazônica, com ênfase no estado do Pará, à luz do Código Florestal, da legislação ambiental e fundiária estadual e estudos acadêmicos .

3.1.2. Integração das variáveis em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Reunir, organizar e processar dados geoespaciais provenientes de diferentes fontes públicas como cadastros fundiários e ambientais, imagens de satélite, dados de uso e cobertura da terra.

3.1.3. Definição de parâmetros para avaliação e classificação de risco

Integrar as análises ambientais e fundiárias para a elaboração dos mapas de risco, de forma a permitir a visualização das regiões vulneráveis quanto a realização de projetos.

4. PARTE EXPERIMENTAL, MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Localização da área de estudo

O estudo foi realizado no estado do Pará, tendo como recorte territorial o município de Altamira. Situado na região do Xingu. Altamira é o terceiro maior município do mundo e o maior do Brasil em extensão territorial. São 159.533,328km², deste total,

cerca de 90% é formado por áreas protegidas distribuídas nas categorias federal, municipal, estadual e terras indígenas. Altamira sozinho representa cerca de 4% de toda a área da Amazônia Legal.

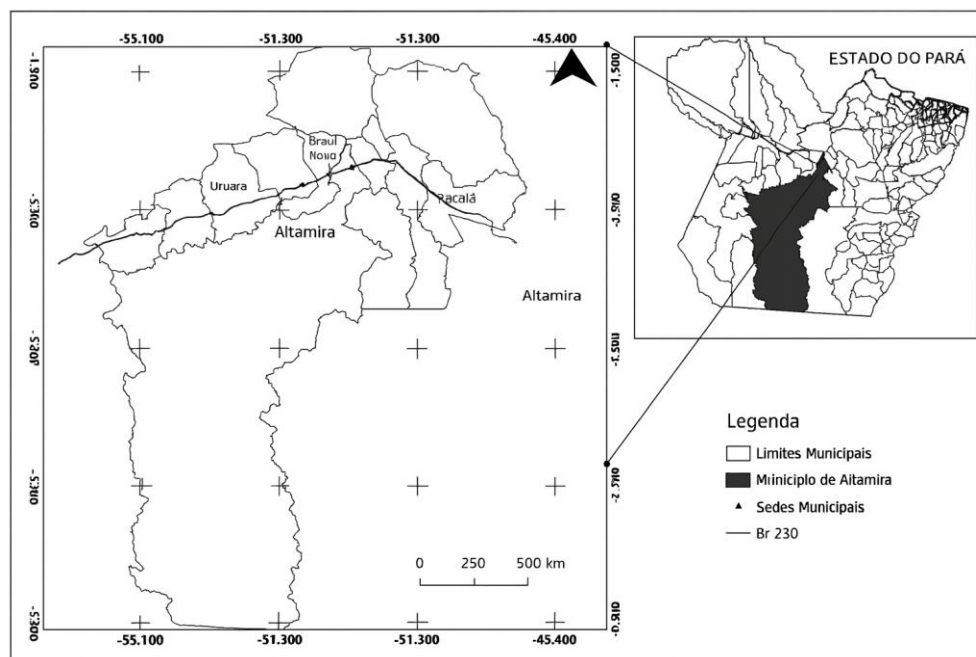


Figura 2-Mapa de Localização do município de Altamira

4.2. Tipo e abordagem da pesquisa

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem mista, combinando procedimentos quantitativos e qualitativos articulados em uma análise espacial integrada para a construção de mapas de risco por meio de indicadores ambientais e fundiários com uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A etapa qualitativa envolve a interpretação dos indicadores levantados e a validação dos resultados, considerando a coerência dos padrões observados com a realidade fundiária e ambiental do Estado do Pará e município de Altamira. A etapa quantitativa corresponde à modelagem espacial das variáveis.

4.3. Levantamento de dados

O levantamento de dados foi a primeira etapa dos procedimentos metodológicos desta pesquisa e consistiu na pesquisa bibliográfica e na obtenção de informações ambientais e fundiárias nos geosserviços das plataformas governamentais (Figura 03).



Figura 3- Fluxo de coleta de dados da pesquisa

4.4. Bases de dados e indicadores utilizados

Foram utilizadas bases de dados públicas disponíveis para os dois eixos complementares de análise: fundiário e Ambiental.

4.4.1. Eixo ambiental

Fontes e indicadores de análise:

- Cadastro Ambiental Rural (CAR) Ativo do Sistema de Cadastro Ambiental Rural do estado do Pará;
- Sobreposição com terras públicas que inclui Unidades de Conservação (base do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio e Ministério do Meio Ambiente – MMA), Terras Indígenas (base da Fundação Nacional dos Povos Indígenas – Funai), Projetos de Assentamento Rural (dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA) e Territórios Quilombolas (base da Fundação Cultural Palmares).
- Embargos Ambientais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);
- Lista de Desmatamento Ilegal do estado do Pará (LDI);
- Taxas de desmatamento anual fornecidas pelo Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES/INPE)

4.4.2. Eixo fundiário

Fontes e indicadores de análise:

- Georreferenciamento do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF/INCRA): informações sobre domínio e certificação;
- Matrícula do Cartório de Registro de Imóveis (informações sobre matrículas de áreas tituladas);
- Cadeia dominial;
- Histórico de Conflitos Fundiários;
- Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR);
- Imposto Territorial Rural (ITR)

Esses indicadores permitem avaliar se a área está em conformidade com a legislação vigente e se apresenta fatores limitantes, como insegurança fundiária, passivos ambientais ou restrições legais que podem interferir na implementação de um projeto. Além das bases públicas foi realizada consulta à legislação Ambiental e fundiária específica para a região amazônica (Tabela 01).

Tabela 1-Relação de legislações e regulamentações consultadas para a definição de indicadores ambientais e fundiários para o município de Altamira/PA

Legislação	Tipo	Descrição	Indicadores
Código Florestal (Lei 12.651/2012)	Ambiental	Estabelece regras para o uso da terra, incluindo Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente (APPs) e define percentuais obrigatórios de vegetação nativa em propriedades rurais da Amazônia (80% em áreas privadas de Floresta)	Cadastro Ambiental rural(CAR)
Decreto nº 7.830/2012	Ambiental	Regulamenta o Cadastro Ambiental Rural (CAR), instrumento essencial para monitorar o uso da terra na Amazônia	Cadastro Ambiental rural(CAR)
Resolução IBAMA nº 3, de 27 de Agosto de 2018	Ambiental	Incluiu no demonstrativo do CAR o termo “suspensão”	Cadastro Ambiental rural(CAR)
Decreto nº 6.514/2008	Ambiental	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o	Desmatamento ilegal e embargos ambientais,

		processo administrativo federal para apuração destas infrações.	
Lei nº 9.985/2000	Ambiental	Cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), estabelecendo categorias de áreas protegidas.	Sobreposição com terras públicas
Lei nº 9.605/1998) Lei de crimes ambientais)	Ambiental	Define crimes ambientais e estabelece penalidades para infrações como desmatamento ilegal, queimadas e poluição.	Desmatamento ilegal e embargos ambientais,
Decreto nº 1379 de 03 de Agosto de 2015 SEMAS/PA	Ambiental	Cria o Programa de Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais do Estado do Pará - PRA/PA	Lista de desmatamento do estado de Pará
Lei 13.465/2017	Fundiária	Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal;	Título de Dominio e cadeia dominial
Lei nº 11.952/2009	Fundiária	Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal.	Título de Dominio e cadeia dominial
Instrução Normativa INCRA nº 105/2021	Fundiária	Norma atual que regulamenta o georreferenciamento técnico de imóveis rurais no âmbito do SIGEF	Georreferenciamento no SIGEF/INCRA
Lei nº 6.015/1973 (Lei de Registros Públicos)	Fundiária	No âmbito fundiário, estabelece as regras para a matrícula, registro e averbação de atos relacionados a imóveis	Matrícula em cartório
Lei nº 9.393/1996	Fundiária	Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências	ITR
Decreto nº 4.449/2002	Fundiária	Define critérios para a apresentação do CCIR	CCIR

4.5. Avaliação e classificação de risco com base em indicadores

A etapa de identificação dos riscos busca reconhecer previamente as condições ou situações que possam comprometer a legalidade, viabilidade ou continuidade do projeto.

Para a avaliação e classificação dos riscos fundiários e ambientais associados aos indicadores levantados, adotou-se uma abordagem baseada na adaptação de duas referências:

4.5.1. Metodologia de análise de risco do Estudo de Avaliação de Impacto Ambiental e Social do Projeto Floresta+ Amazônia

Com base na metodologia de avaliação de riscos proposta no Environmental and Social Management Framework (ESMF) do Programa Floresta+ / ENREDD+ (IDAD, 2021), a significância dos riscos fundiários e ambientais foi adaptada neste estudo para uma escala de quatro níveis, que expressa o grau de relevância de cada indicador na composição do risco integrado. A classificação adotada contempla os seguintes níveis:

- Baixa significância (Nível 1): riscos baixos, pontuais ou de ocorrência localizada, com impacto mínimo sobre a integridade ambiental e a segurança fundiária.
- Média significância (Nível 2): riscos médios com influência moderada, geralmente associados a irregularidades cadastrais isoladas, passíveis de mitigação direta.
- Alta significância (Nível 3): riscos altos, recorrentes ou disseminados que comprometem a efetividade do projeto como sobreposição de registros fundiários.

Esses níveis foram dispostos em formato de matriz de risco para avaliar o impacto ambiental e fundiário para projetos e para regularização das áreas no cenário de ocorrência de cada situação dos indicadores levantados.

4.5.2. Guia Fundiário para Soluções Baseadas na Natureza no Brasil da Aliança Brasil NBS

O Guia Fundiário da Aliança Brasil NBS elaborado em 2024 oferece um conjunto de diretrizes práticas para a avaliação de riscos fundiários, destacando a importância da análise da dominialidade, da validação dos registros públicos e da compatibilidade legal do uso da terra aplicados aos projetos de créditos de carbono.

A análise foi complementada ainda por critérios de julgamento estruturado, incorporando o conhecimento técnico. Essa triangulação de fontes e métodos

contribuiu para aumentar a confiabilidade da análise e fornecer subsídios para a construção do mapa de risco proposto por este estudo.

Os indicadores identificados foram classificados segundo dois eixos principais: nível de risco relacionado a regularidade do imóvel segundo o que define a legislação ambiental e fundiária vigente e nível de risco para a viabilidade de projetos.

4.5.3. Integração e sobreposição especial para elaboração de mapas de risco

A integração dos indicadores ambientais e fundiários foi operacionalizada em ambiente SIG (QGIS 3.34.11), utilizando-se camadas vetoriais e matriciais baixadas diretamente do geoserviço do Portal Brasileiro de Infraestrutura de Dados (INDE) que reúne todas as informações geoespaciais produzidas pelas instituições públicas brasileiras. As informações vetoriais referentes aos CAR foram coletadas do Sistema de Cadastro Ambiental Rural do Pará (SICAR/PA). Todas as camadas foram convertidas para o sistema de coordenadas geográficas DATUM SIRGAS 2000. Os dados raster utilizadas na geração dos mapas de risco foram obtidas do Basemaps²ESRI 2025.

4.5.3.1. Elaboração de mapas de risco

A representação cartográfica dos resultados foi realizada com base em mapas de calor para evidenciar as áreas de maior concentração de risco ambiental e fundiário na área de estudo. Foi aplicada sobre o polígono do município uma grade regular subdividida em blocos médios (A, B, C, D e E) de 32,2 km² de extensão cada um para facilitar na pré-análise, a localização de zonas prioritárias para posterior avaliação em maior detalhe na escala de imóvel rural. A representação visual dos níveis de risco nos mapas de calor foi realizada por meio de uma escala cromática sequencial em escala de três tons da cor vermelha adaptada de Becker et al., (2014) em que o tom mais claro indica risco baixo, o moderado corresponde ao risco médio, e o tom mais escuro representa risco alto.

Os níveis de risco foram definidos conforme escala adaptada programa Floresta+ / ENREDD+ (IDAD, 2021) para os indicadores levantados. Foram elaborados mapas

² “Empresa líder de mercado global em software de sistema de informações geográficas (GIS), inteligência de localização e mapeamento” <https://www.esri.com/pt-br/home>

temáticos com base nos indicadores definidos para cada dimensão analisada nesta pesquisa:

- Mapa de risco Ambiental

Para a construção do mapa de risco ambiental foram utilizados os polígonos do CAR sobrepostos a incidência de embargos do IBAMA, PRODES e LDI como principais variáveis indicativas de pressão ambiental. As regiões com maior número de ocorrência desses indicadores foram consideradas de risco alto.

- Mapa de risco fundiário

O mapa de risco fundiário foi construído a partir da sobreposição entre os polígonos do CAR, as áreas registradas no SIGEF/INCRA, e os polígonos de áreas protegidas, como Terras Indígenas e Unidades de Conservação cruzados com dados do cartório sobre o quantitativo de matrículas no recorte territorial deste estudo. As regiões com menor número de georreferenciamento certificado, maior ocorrência de sobreposições com terras públicas, menores número de matrículas indicados no georreferenciamento e maior incidência de conflitos fundiários foram classificadas com níveis mais altos de risco fundiário.

5. RESULTADOS

5.1. Descrição dos indicadores levantados

Foram mapeados e analisados 05 indicadores ambientais e 07 indicadores fundiários, selecionados por sua relevância na regularidade ambiental e fundiária de propriedades rurais de modo a refletir os principais fatores de risco que incidem sobre a implementação de projetos de conservação e restauração florestal.

5.1.1. Indicadores Ambientais

5.1.1.1. Cadastro Ambiental Rural (CAR)

Uma propriedade rural é considerada em conformidade ambiental quando atende às exigências do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que estabelece os percentuais de uso do solo e os procedimentos para a regularização de áreas em situação de não conformidade. A operacionalização desse processo ocorre por meio do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). O Pará é um dos estados que possui uma plataforma própria de Cadastro Ambiental Rural (CAR), integrada ao Sistema Nacional que permite ao estado gerenciar diretamente os cadastros dos imóveis rurais

em seu território ao mesmo tempo em que mantém a conexão com o sistema nacional. De acordo com a última consulta realizada em 18 de março de 2025, o Estado do Pará possui 336.516 cadastros inseridos na base de dados do Sistema Estadual de Cadastro Ambiental Rural (SICAR-PA). As informações de uso do solo inseridas no CAR são autodeclaratórias e devem ser analisadas e validadas pelo órgão ambiental para que a propriedade possa ter sua regularidade ambiental confirmada. Após a análise, o status poderá ser alterado para pendente, suspenso ou cancelado (Tabela 02).

Tabela 2 – Status possíveis para CAR conforme SICAR/PA

Status CAR	Descrição conforme SICAR/PA	Pendências/Regularidade
Ativo	Situação do cadastro quando inserido corretamente no SICAR e, após análise, tem sua regularidade confirmada em relação às Áreas de Preservação Permanente (APP), áreas de uso restrito, Reserva Legal (RL) e remanescentes de vegetação nativa	Sem pendencias
Pendente	Cadastro com inconsistências na declaração das informações, sobreposições com Terras Indígenas, Unidades de Conservação, Terras da União, áreas consideradas impeditivas, áreas embargadas ou outras propriedades rurais. Além disso, a pendência também poderá ocorrer caso as notificações emitidas pelo órgão ambiental não sejam respondidas dentro do prazo previsto.	Nível de pendencia baixo a (inconsistencias nas informações declaradas) moderado (sobreposições com terras públicas ou prazo de resposta de notificação não atendido) Situação reversível com o cumprimento das adequações.
Suspenso	O cadastro deixa de ser válido para comprovação da regularidade Ambiental. A situação “suspenso” poderá ser associada ao imóvel por decisão judicial ou decisão administrativa do órgão competente devidamente justificada.	Nível de pendencia alto . Área se torna irregular e o CAR não pode ser usado para nenhum fim. O cadastro pode ser reativado desde que sanadas as pendencias.
Cancelado	O imóvel perde o cadastro no sistema e não pode ser regularizado, exigindo um novo registro do CAR desde o início. O cancelamento do CAR ocorre em casos de fraude, informações falsas ou impossibilidade de regularização.	Nível de pendência crítico - Irreversível

Fonte: Portaria MAPA nº 121/ 2021 e SICAR/PA, 2025

Em consulta ao último boletim informativo do SICAR Nacional, com dados atualizados até janeiro de 2025, dos 336.516 cadastros ambientais (CAR) registrados no estado do Pará, apenas 170.489 passaram por algum tipo de análise pela

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS/PA), órgão responsável por esse processo.

Dentre os cadastros analisados, apenas 35.146 tiveram uma análise de regularidade ambiental concluída, o que corresponde a aproximadamente 20,61% dos cadastros. A Tabela 3 sintetiza as implicações de cada status do Cadastro Ambiental Rural (CAR) sobre a elegibilidade de áreas destinadas a projetos ambientais

Tabela 3- Análise de viabilidade Ambiental de áreas rurais pelo status do CAR

Status CAR	Situação da área	Obs
Ativo	Área apta para análise de viabilidade	Checar no órgão Ambiental o andamento do processo de validação do CAR.
Pendente	Análise precisa ser acompanhada pelo parecer do órgão Ambiental.	
Suspenso	Verificar possibilidades de soluções de pendências de acordo o parecer do órgão Ambiental.	
Cancelado	Área rejeitada para realização de projetos, pois não será possível atestar sua regularidade Ambiental.	O proprietário poderá ter implicações jurídicas e responder criminalmente pela falsificação das informações.

Em 2023, segundo informações publicadas no site da SEMAS/PA no âmbito do programa “Regulariza Pará” apenas no município de Portel foram cancelados 219 CAR com informações falsas relacionados a projetos de carbono.

Segundo dados do MapBiomass (2022), aproximadamente 27% da área cadastrada no CAR na Amazônia Legal sobrepõe algum tipo de área pública ou protegida. Esse fato ocorre devido a falta de exigência de comprovação de domínio para a inscrição no Sistema.

De acordo com a atualização do SICAR nacional de 01 de maio de 2025, o município de Altamira possui 6.235 cadastros inseridos no Sistema, destes, apenas 265 constam como analisados sem pendências, 835 foram cancelados por decisão administrativa e dentre estes, apenas 2 registros foram cancelados por sobreposição.

A análise destes CARs revela que a região de divisa entre os municípios de São Félix do Xingu e Novo Progresso concentra um número significativo de CARs sobrepondo outros polígonos.

5.1.2. Sobreposições com terras públicas e áreas protegidas

O município de Altamira possui cerca 90% do seu território formado por áreas protegidas distribuídas nas categorias federal, municipal, estadual e terras indígenas e em todas elas existem CAR sobrepostos. Um exemplo destas sobreposições é a Reserva Biológica Nascentes da Serra do cachimbo (Figura 4) que está na categoria de proteção integral do SNUC, não sendo passível de ocupações particulares em seu interior.

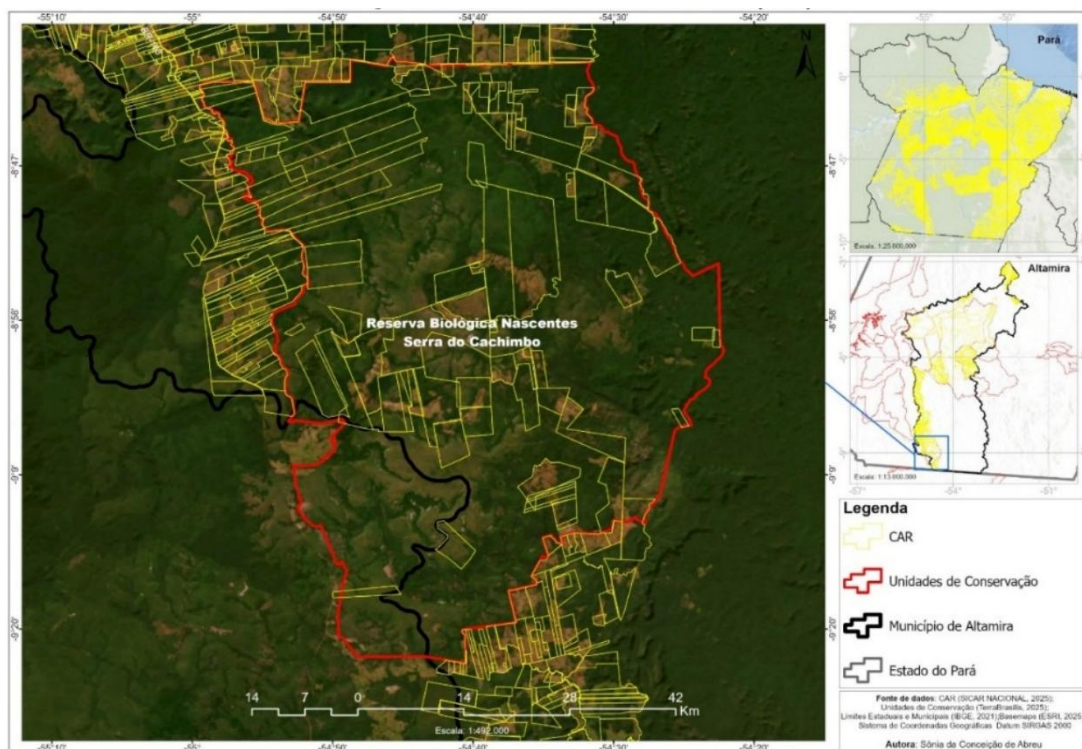


Figura 4 - CAR sobrepostos a Unidades de Conservação em Altamira
Fonte: o autor, 2025

Outra unidade de conservação que apresenta sobreposição de registros de CAR é a Floresta Estadual do Iriri. Embora se trate de uma unidade de conservação de uso sustentável, onde há a presença de comunidades tradicionais, o uso do território é de caráter coletivo, não devendo existir áreas particulares em seu interior. Conforme o mapa de conflitos fundiários elaborado pela FVPP em 2021 (Figura 5-A), que evidencia as sobreposições de CARs em áreas críticas, especialmente na divisa entre Altamira e Novo Progresso, é possível observar que as sobreposições nesta unidade de conservação têm aumentado nos últimos anos. (Figura 5-B).

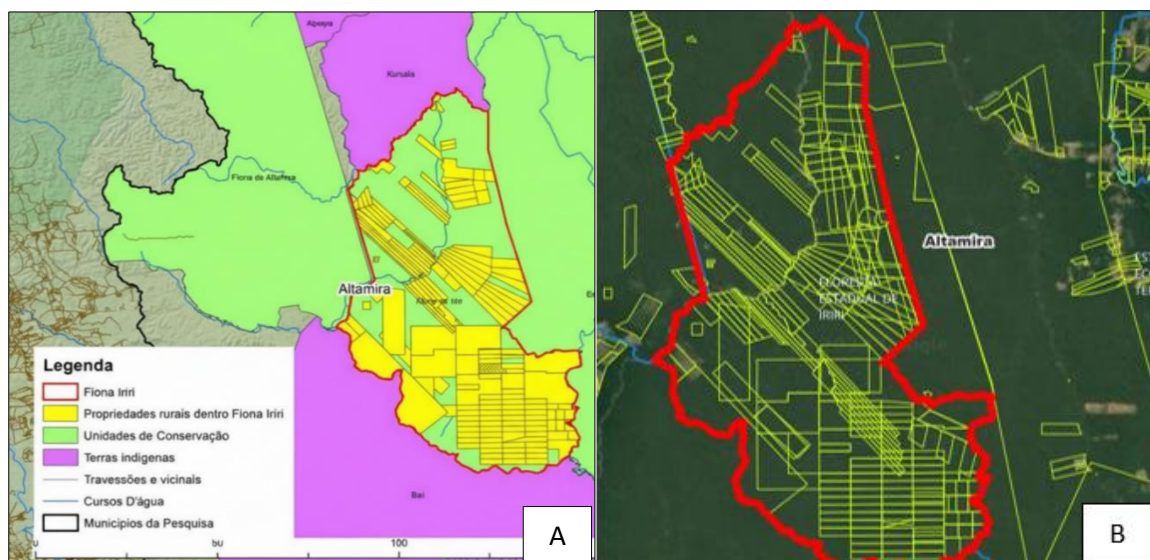


Figura 5- Sobreposição de CARs à Floresta Estadual do Iriri em dois períodos: (A) situação em 2021 (FVPP); (B) situação em 2025 (autora).

Um exemplo recente (2023) e emblemático de sobreposição de terras públicas ocorreu no estado do Pará, no município de Portel, onde um projeto de carbono do tipo REDD+ já certificado pelo ³Verra foi denunciado por apresentar sobreposição com terras públicas e áreas tradicionalmente ocupadas por comunidades quilombolas e ribeirinhas sem a devida consulta prévia, livre e informada, conforme previsto na Convenção 169 da OIT. A situação resultou na suspensão da certificação do projeto pelo próprio Verra e gerou repercussão internacional negativa.

5.1.3. Embargos Ambientais (IBAMA)

Um embargo do IBAMA inviabiliza qualquer atividade produtiva na área embargada e constitui um critério restritivo na seleção de áreas para projetos.

Além disso, pode resultar no bloqueio da área para investimentos e operações financeiras, na aplicação de multas frequentemente superiores ao valor da própria terra e em sanções adicionais, como processos administrativos e até criminais.

O estado do Pará possui um número significativo de áreas embargadas devido ao desmatamento ilegal (Figura 06).

³ “A Verra é uma entidade sem fins lucrativos que administra padrões como o Verified Carbon Standard (VCS), responsável pela certificação de créditos de carbono no mundo”

Segundo dados da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS), em 2023 a operação "Amazônia viva" embargou 9.441,35 hectares de terras no estado devido a atividades ilegais, como desmatamento e garimpo.

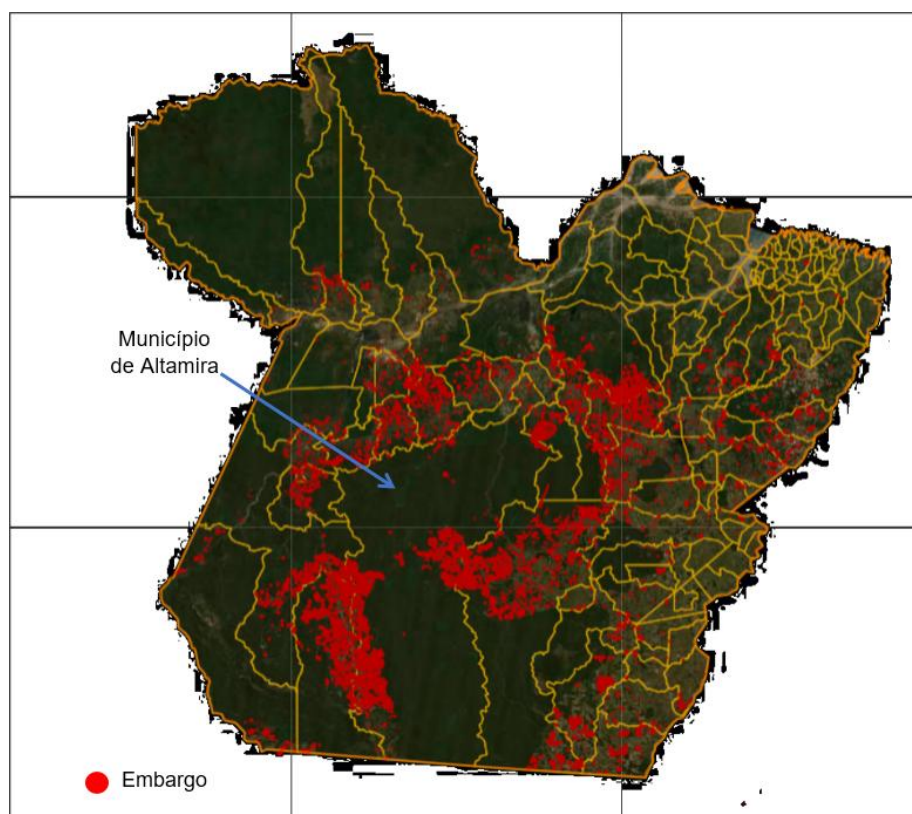


Figura 6-Regiões com maior incidência de embargos ambientais no Pará
Fonte: SICAR-PA, 2025

Em maio de 2025 foi publicado o Edital de Notificação nº 3/2025 pela Diretoria de Proteção Ambiental (DIPRO/IBAMA) que tornou pública a imposição de embargo a um conjunto de áreas (554 propriedades) com desmatamento ilegal no município de Altamira, no Pará. A notificação incluiu a determinação para que sejam retirados animais domésticos e exóticos das áreas embargadas e cessadas todas as atividades agrossilvopastoris no prazo de 30 dias.

A análise espacial das áreas embargadas (Figura 07) revela uma maior concentração nas regiões de divisa entre Altamira e os municípios de São Félix do Xingu (Dentro da Area de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu) e Novo Progresso (Floresta Estadual do Iriri).

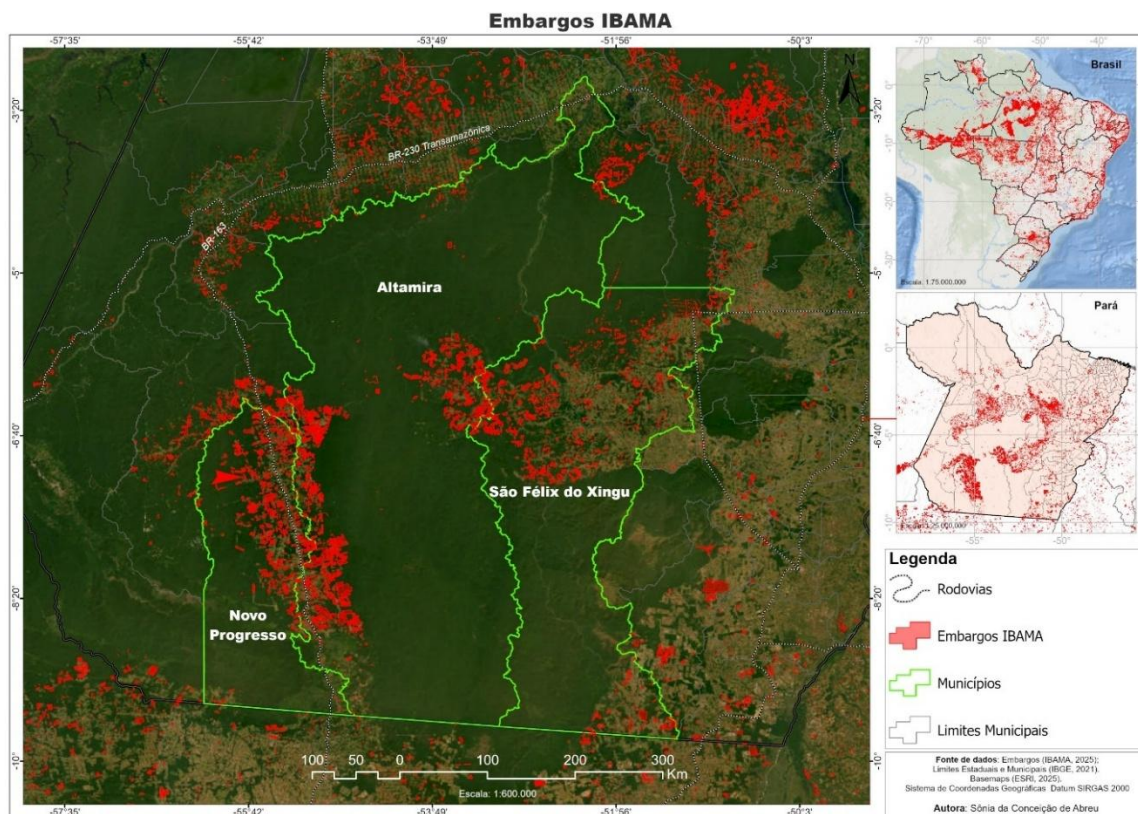


Figura 7- Distribuição dos embargos ambientais do IBAMA em Altamira
 Fonte: o autor, 2025

5.1.4. Lista de Desmatamento Ilegal (LDI/SEMAS)

A exemplo do IBAMA, o Governo do Estado do Pará possui competência legal para aplicar embargos ambientais em áreas com ocorrência de desmatamento ilegal, conforme previsto na legislação federal e estadual. A análise das imagens e dados espaciais extraídos da Lista de Desmatamento Ilegal (LDI) referentes aos embargos e autos de infração demonstra que a maior concentração dessas sanções ocorre justamente na faixa de divisa entre os municípios de Novo Progresso e São Félix do Xingu (Figura 08).

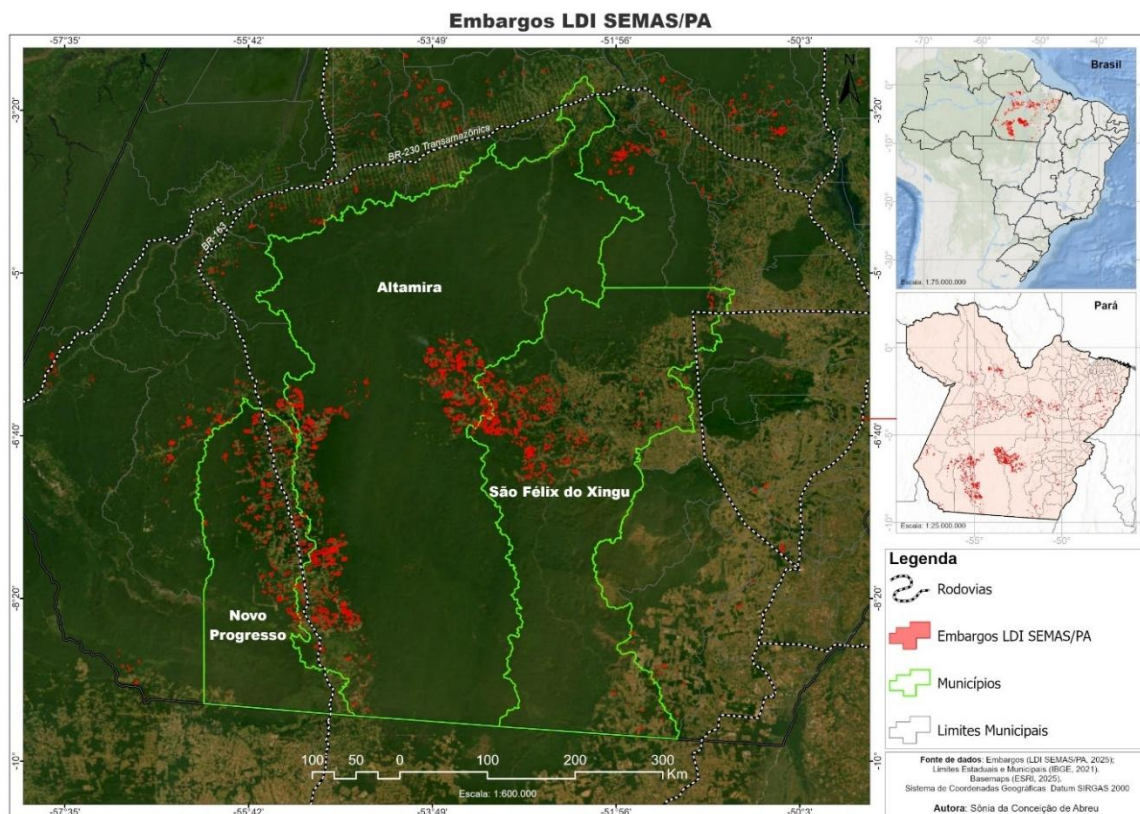


Figura 08- Polígonos das áreas desmatadas ilegalmente constante na LDI
Fonte: o autor, 2025

A sobreposição com áreas embargadas pelo IBAMA também é significativa, o que indica a reincidência de práticas ilegais e a persistência de desafios no controle territorial e na regularização ambiental.

5.1.5. PRODES/INPE

De acordo com a Portaria GM/MMA nº 833 e 834 de 2023, Altamira está entre esses 70 municípios prioritários para o monitoramento do desmatamento pelo PRODES. Essa priorização se deve ao histórico de Altamira como um dos municípios com maiores taxas acumuladas de desmatamento na Amazônia Legal. Os dados extraídos do PRODES (Figura 09), consultados no portal Terra Brasilis para o ano de 2024 reforçam o diagnóstico de que a região de divisa entre os municípios de São Félix do Xingu e Novo Progresso constitui um dos principais núcleos de pressão sobre a cobertura florestal no Pará.

O registro no PRODES não significa necessariamente que o polígono evidenciado esteja embargado, o sistema notifica através de imagens de satélites de alta precisão

as mudanças ocorridas em determinada área após 22 de julho de 2008, data considerada de ³consolidação de atividades produtivas.

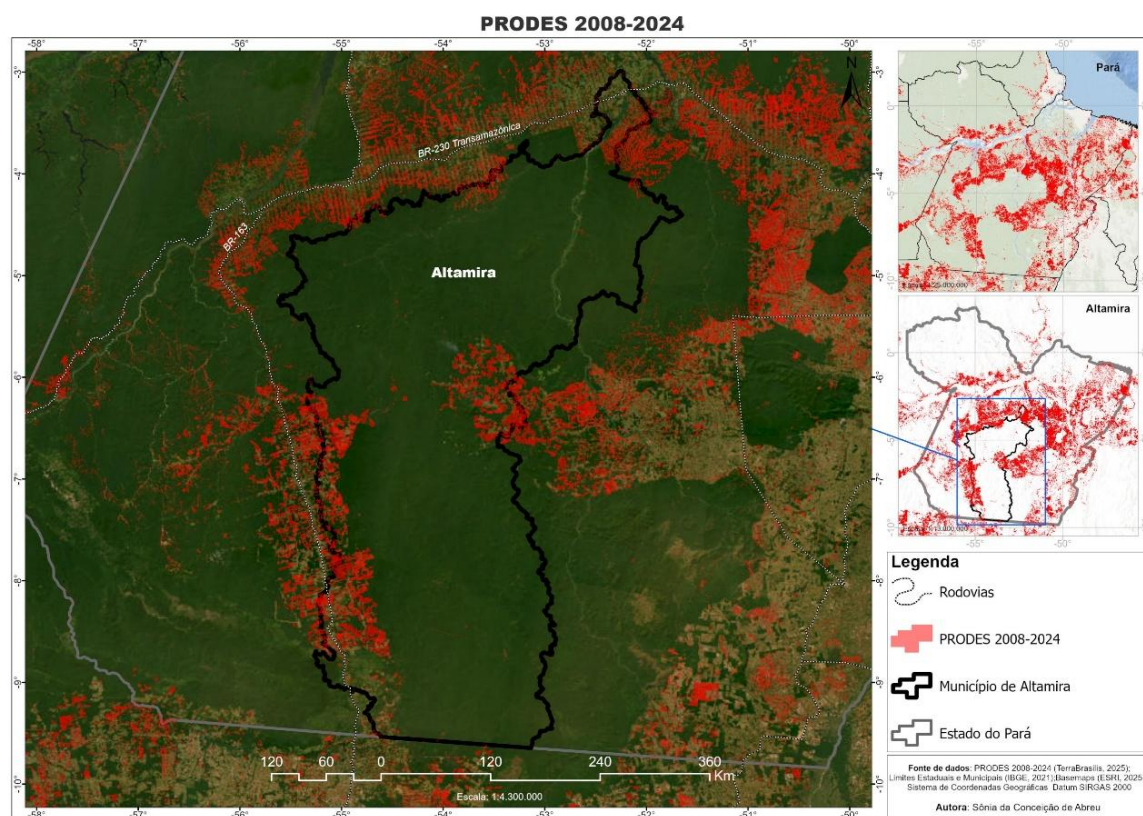


Figura 9 - Polígonos no PRODES de 2008 a 2024 no município de Altamira/PA
Fonte: o autor, 2025

5.2. Indicadores fundiários

5.2.1. Título de Domínio

Este indicador se refere à existência de título de domínio devidamente registrado em cartório, conferindo ao imóvel rural plena segurança jurídica quanto à sua propriedade. O título de domínio é o documento oficial que comprova que o ocupante é o legítimo proprietário da terra, com base no registro realizado no cartório de registro de imóveis, em conformidade com o Código Civil e com a Lei de Registros Públicos (Lei nº 6.015/1973). A presença deste documento constitui uma das evidências mais sólidas de regularidade fundiária, sendo elemento essencial para reduzir incertezas legais em projetos de conservação e restauração florestal.

5.2.2. Matrícula em cartório

A matrícula representa a confirmação registral do título de domínio. Enquanto o título de domínio comprova a origem da propriedade (como uma concessão do poder

público), a matrícula é a forma legal pela qual esse título é publicizado e reconhecido oficialmente no sistema registral brasileiro, conforme os preceitos da Lei nº 6.015/1973 (Lei de Registros Públicos). A ausência de matrícula ou a existência de matrícula com inconsistências (sobreposição com outros registros, área divergente ou ausência de georreferenciamento) pode indicar risco fundiário significativo, afetando a regularidade e a segurança do imóvel para fins de investimento, compensações ambientais ou projetos de créditos de carbono.

5.2.2.1. Cadeia dominial

A cadeia dominial, emitida pelo cartório de registro de imóveis, é um dos principais elementos para atestar a regularidade fundiária de uma área rural. Ela representa o histórico de transferências legais de propriedade desde o título original até o atual proprietário. Quando há falhas, como lacunas nos registros, documentos ilegíveis ou sobreposições, surgem sinais claros de insegurança jurídica (SILVA et al., 2021). Por isso, neste trabalho, a cadeia dominial foi considerada como um dos indicadores fundamentais da matriz de risco fundiário, já que sua consistência influencia diretamente a segurança jurídica do imóvel e, por consequência, a viabilidade de projetos ambientais que exigem estabilidade a longo prazo.

5.2.3. CCIR certificado de Cadastro de imóvel Rural

O Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR) emitido pelo INCRA e regulamentado Decreto nº 4.449/2002, atesta que o imóvel está devidamente cadastrado no Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) e é indispensável para a prática de atos formais relacionados ao imóvel rural, como transferência de domínio, desmembramento, arrendamento ou acesso a crédito rural. A relevância do CCIR como indicador decorre da sua função de registro e atualização anual de informações essenciais sobre a área, titularidade, localização e uso do imóvel.

5.2.4. ITR Imposto Territorial Rural

O ITR é um tributo federal obrigatório, previsto na Lei nº 9.393/1996 que incide anualmente sobre imóveis rurais. Este imposto é um mecanismo de controle e regularidade fiscal da propriedade rural, exigindo que o proprietário declare informações relativas à área, uso, grau de utilização e localização do imóvel.

A inclusão do ITR como indicador de risco fundiário deste trabalho deve-se, portanto, ao seu caráter oficial e anual, o que permite confirmar se o imóvel está em dia com suas obrigações fiscais e se os dados declarados são coerentes com os demais cadastros e registros.

5.2.5. Georreferenciamento certificado no SIGEF/INCRA

O georreferenciamento é a base para a identificação precisa dos limites e da localização do imóvel, com coordenadas geográficas compatíveis com o Sistema Geodésico Brasileiro, conforme exigido pela Lei nº 10.267/2001 pelo Decreto nº 4.449/2002 e Instrução Normativa INCRA nº 105/2021. A certificação do imóvel no SIGEF atesta que o georreferenciamento foi realizado conforme os critérios técnicos estabelecidos na legislação vigente, garantindo que não há sobreposições ou conflitos quanto à delimitação da propriedade. No entanto, a simples certificação no SIGEF não é suficiente para conferir segurança jurídica plena: ela deve ser averbada na matrícula do imóvel no Cartório de Registro de Imóveis correspondente (Tabela 04)

Tabela 4 Status do georreferenciamento no SIGEF/INCRA

Status	Descrição
Registrado	Cadastrado- aguardando análise técnica
Certificado - Sem Confirmação de Registro em Cartório	O INCRA atestou que o georreferenciamento seguiu às especificações técnicas
Certificado - Com Confirmação de Registro em Cartório	O cartório confirmou o geo e averbou na matrícula do imóvel
Cancelado	Apresentou inconsistência técnica e o INCRA cancelou ou o técnico responsável cancelou para ajustes.

Fonte: SIGEF, 2025

5.2.6. Histórico de conflitos fundiários

Este indicador avalia a existência de conflitos fundiários históricos ou em curso na área analisada. De acordo com a Comissão Pastora da Terra (CPT, 2022), no município de Altamira, os conflitos fundiários são recorrentes e historicamente associados a três fatores principais: a grilagem de terras públicas, a sobreposição

entre diferentes categorias de uso (assentamentos, terras indígenas, UCs e propriedades privadas) e a expansão desordenada da fronteira agrícola.

Altamira está frequentemente entre os municípios com maior número de conflitos no campo, inclusive com registros de violência fundiária (Figura 10) e ocupações contestadas judicialmente. Além disso, dados do 4º Mapa de Conflitos da Amazônia indicam a persistência de conflitos envolvendo territórios indígenas, comunidades tradicionais e empreendimentos agropecuários.

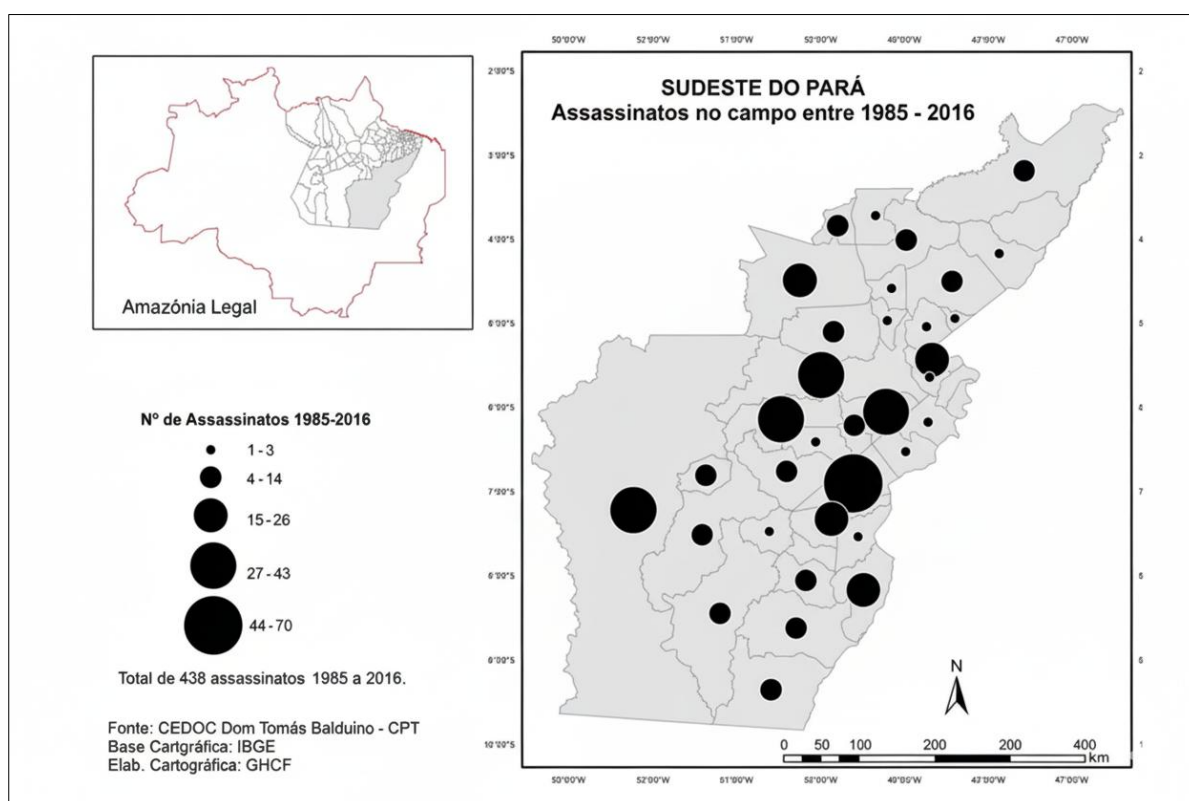


Figura 10 - Assassinatos no campo entre 1985 a 2016 no Sudeste do Pará
Fonte: Ferreira, 2018

De acordo com o Mapa dos Conflitos Agrários e Ambientais na Região Transamazônica e Xingu, Oeste do Pará, elaborado pela Fundação Viver, Produzir e Preservar (FVPP) Universidade Federal do Pará (UFPA) e WWF-Brasil, do qual faz parte o município de Altamira, foram identificados e classificados 15 tipos distintos de conflitos fundiários (Tabela 05) na região, cada um com características específicas em

⁴ "O Mapa de Conflitos da Amazônia é uma iniciativa desenvolvida por diversas organizações, com o objetivo de mapear e analisar as áreas de conflito na região amazônica, que envolvem questões fundiárias. O projeto é fruto da colaboração entre a Fase (Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional), a CPT (Comissão Pastoral da Terra), a Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz) e a UFPA (Universidade Federal do Pará)"

termos de tempo de ocorrência, risco de violência, risco de desmatamento, potencial de ampliação e nível de atuação do estado(FVPP, 2021). abaixo

Tabela 5- Tipologia dos conflitos agrários e ambientais da região Transamazônica e Xingu.

Tipo de Conflito Agrário	Tempo de Ocorrência	Risco de Violência	Risco de Desmatamento	Risco de Ampliação	Atuação do Estado
Terra Pública Grilada	Antigo	Moderado	Alto	Moderado	Muito Baixo
Assentamento de Fazendeiro	Recente	Moderado	Moderado	Alto	Baixo
Assentamento Não Demarcado	Recente	Muito Alto	Baixo	Moderado	Baixo
Assentamento Grilado	Antigo	Muito Alto	Moderado	Alto	Alto
Assentamento Malcriado	Recente	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo
Terra Indígena Contestada	Antigo	Alto	Alto	Baixo	Alto
Terra Indígena Invasa	Recente	Alto	Muito Alto	Muito Alto	Alto
Unidade de Conservação Contestada	Recente	Moderado	Muito Alto	Alto	Baixo
Unidade de Conservação Invasa	Antigo	Alto	Muito Alto	Muito Alto	Baixo
Unidade de Conservação com Uso Insustentável	Recente	Moderado	Moderado	Moderado	Baixo
Mineração em Terra Indígena	Antigo	Alto	Muito Alto	Muito Alto	Moderado
Mineração em Unidade de Conservação	Antigo	Moderado	Muito Alto	Muito Alto	Baixo
Ribeirinho Expulso por Hidrelétrica	Recente	Moderado	Muito Baixo	Baixo	Alto

Ribeirinho Expulso por Fazendeiro	Antigo	Alto	Moderado	Moderado	Moderado
Remanescente de Quilombo Não Reconhecido	Antigo	Alto	Moderado	Baixo	Moderado

Fonte: FVPP et al., 2021

A grilagem e a invasão de terras protegidas configuram os principais conflitos fundiários observados na região. Segundo os autores, esses fatores contribuíram diretamente para o aumento das taxas de desmatamento, intensificando, por consequência, o grau de risco fundiário associado a estas regiões. Este estudo também destaca as regiões de divisas do município de Altamira com os municípios de Novo Progresso e São Felix do Xingu como regiões de sérios conflitos agrários com destaque para o tipo de conflito agrário “Unidade de conservação invadida”.

5.3. Nível e significância de risco dos indicadores para projetos

5.3.1. Ambiental

A Tabela 06 apresenta a classificação dos indicadores ambientais conforme o nível de significância atribuído a cada indicador no modelo de análise de risco.

Tabela 6- Indicadores ambientais e classificação por Nível de significância em projetos

Indicador	Possíveis Resultados	Nível de significância
Cadastro Ambiental Rural (CAR) Ativo	Ativo, pendente, suspenso e cancelado	Alta
Sobreposição com Terras Públicas	Sem sobreposição, sobreposição parcial / Total sobreposição	Alta
Embargos Ambientais do IBAMA	Sem embargos / Embargo ativo /	Média
Lista de Desmatamento Ilegal (LDI) – SEMA/PA	Não listado / Listado com sanção	Média
PRODES/INPE	Com polígonos de desmatamento após 2008/ Sem desmatamento	Média

5.3.2. Fundiário

Na descrição da tabela 07 segue a classificação dos indicadores fundiários conforme seu nível de significância para projetos.

Tabela 7- Indicadores Fundiários e classificação por Nível de significância em projetos

Indicador	Possíveis Resultados	Nível de significância
Título de Domínio	Emitido e registrado / Ausente	Alta
Matrícula em Cartório de Registro de Imóveis	Regular / Desatualizada / Ausente	Alta
Cadeia dominial	Regular/completa/ausente	Alta
Georreferenciamento SIGEF/INCRA	Certificado / averbado na matrícula	Alta
Histórico de Conflitos Fundiários	Sem conflitos / Conflito recente / Conflito crônico	Alta
Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR)	Válido / Desatualizado / inibido/Inexistente	Média
Imposto Territorial Rural (ITR)	Válido / Desatualizado / Inexistente	Média

5.4. Avaliação geral de risco

5.4.1. Classificação de risco

A matriz de avaliação e significância do risco ambiental e fundiário foi elaborada com o objetivo de integrar, em um único instrumento analítico, os resultados obtidos a partir dos indicadores definidos nos eixos fundiário e ambiental (Tabelas 6 e 7). Essa matriz permitiu sistematizar o grau de vulnerabilidade das áreas estudadas, considerando tanto a segurança jurídica das propriedades rurais quanto à conformidade ambiental necessária à implementação de projetos de conservação e restauração. A Tabela 08 apresenta a matriz integrada de avaliação e significância do risco ambiental e fundiário, consolidando as classificações atribuídas a cada indicador.

Tabela 8- Matriz integrada de avaliação e significância do risco ambiental e fundiário

Categoria	Indicador	Situação do indicador	Risco para regularização do imóvel - legislação	Significância	Risco para projetos	Significância
Fundiária	Título de Domínio	Ausente ou com	2	Médio	3	Alto

		informações inconsistentes				
		Registrado e sem inconsistências	1	Baixo	1	Baixo
Matrícula em cartório		Ausente ou com informações inconsistentes	2	Médio	3	Alto
		Regular e com informações consistentes	1	Baixo	1	Baixo
Cadeia Dominial		Incompleta	2	Médio	3	Alto
		Completa e com origem confirmada	1	Baixo	1	Baixo
SIGEF		Ausente	3	Alto	3	Alto
		Certificado	2	Médio	2	Médio
		Certificado e averbado na matrícula	1	Baixo	1	Baixo
Conflitos fundiários		Conflitos recentes ou crônicos	3	Alto	3	Alto
		Ausente	1	Baixo	1	Baixo
CCIR		desatualizado	1	Baixo	2	Médio
		Válido	1	Baixo	1	Médio
		Inibido ou ausente	2	Médio	3	Alto
ITR		desatualizado ou inexistente	2	Médio	3	Alto
		Válido e atualizado	1	Baixo	1	Baixo
Ambiental CAR		Ativo e validado	1	Baixo	1	Baixo
		Pendente ou suspenso	2	Médio	2	Médio

	Cancelado	3	Alto	3	Alto
Sobreposição com terras públicas	Polígono sobreposto total ou parcialmente	3	Alto	3	Alto
	Sem sobreposições	1	Baixo	1	Baixo
Embargos ambientais do IBAMA	Polígono embargado	3	Alto	3	Alto
	Sem embargo	1	Baixo	1	Baixo
Lista de Desmatamento Ilegal (LDI) – SEMA/PA	Constante na lista	3	Alto	3	Alto
	Ausente	1	Baixo	1	Baixo
PRODES – INPE	Desmatamento observado	3	Alto	3	Alto
	Ausente	1	Baixo	1	Baixo

Risco: baixo 1; médio 2 ; Alto 3

No eixo fundiário, observou-se que os indicadores título de domínio, matrícula em cartório, cadeia dominial, georreferenciamento no SIGEF/INCRA e histórico de conflitos fundiários concentraram os níveis mais elevados de risco. Esses elementos foram classificados, majoritariamente, com significância alta (nível 3) no cenário de projetos.

No eixo ambiental, os indicadores CAR pendente ou suspenso, sobreposição com terras públicas, embargos do IBAMA, presença na Lista de Desmatamento Ilegal (LDI/SEMAS) e ocorrência de polígonos no PRODES/INPE apresentaram classificações de risco médio a alto (níveis 2 e 3). As situações de cancelamento do CAR, sobreposição total com áreas protegidas e registros ativos de embargo constituíram as condições de maior gravidade.

Os indicadores CCIR e ITR, de natureza fiscal e cadastral, apresentaram significância média, variando entre níveis 1 e 2 conforme a atualização das informações declaradas pelos proprietários. Esses resultados indicam que, embora

importantes para a conformidade administrativa, esses parâmetros não foram determinantes para o aumento do risco fundiário total.

De modo geral, a matriz revelou uma correspondência direta entre a ausência de regularização fundiária e a intensificação dos riscos ambientais. As variáveis fundiárias tendem, entretanto, a exercer maior peso na composição do risco integrado, uma vez que influenciam tanto a regularidade legal quanto a viabilidade de certificação de projetos ambientais.

Considerando os dois eixos analisados, predominam as categorias de risco alto (nível 3) nas regiões com ausência de titulação, sobreposições registradas no SIGEF e incidência de embargos ambientais. A classificação de risco médio (nível 2) concentrou-se em áreas com processos de regularização em andamento, enquanto os casos de risco baixo (nível 1) foram restritos a propriedades com documentação completa e conformidade ambiental validada.

Estas informações embasaram a criação de um fluxo integrado de análise de áreas para projetos de restauração conforme os indicadores avaliados.

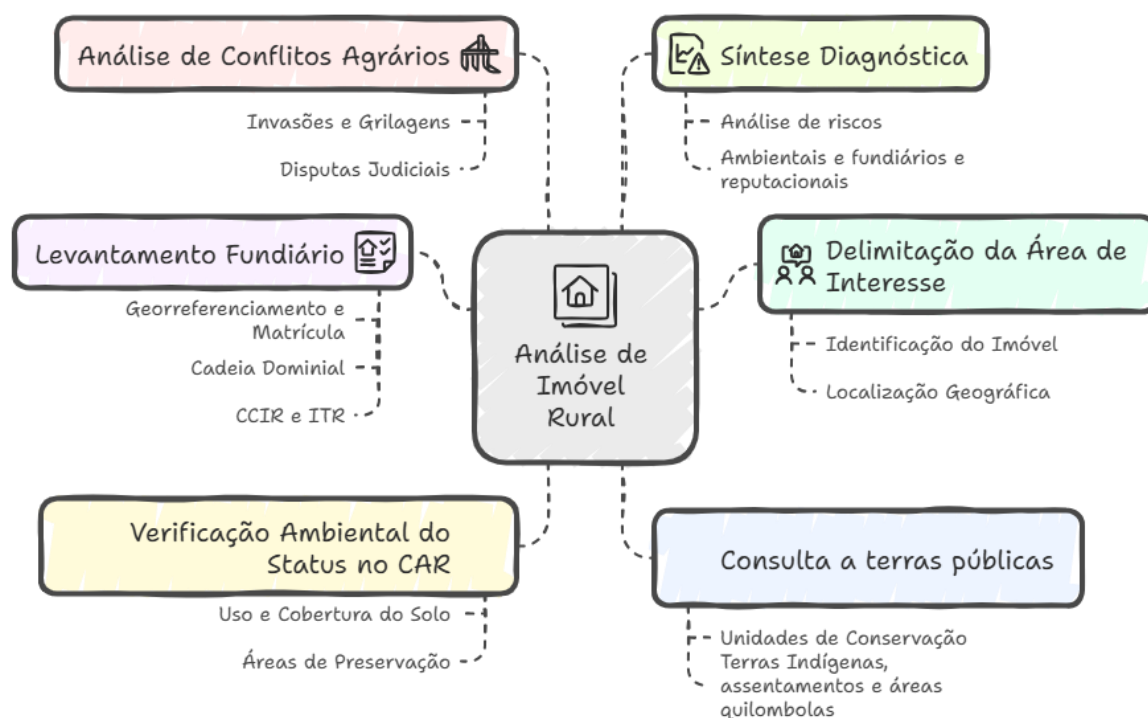


Figura 11 - Fluxo integrado de análise de áreas para projetos de conservação e restauração florestal

5.5. Mapas de risco

O município de Altamira foi espacialmente subdividido em cinco blocos (Figura 12) contíguos, cada um com 32,2 km² de extensão, nos quais foi realizada a contagem da incidência dos indicadores o que tornou possível a identificação de zonas de maior risco ambiental e fundiário para a implementação de projetos de conservação e restauração no município de Altamira/PA.

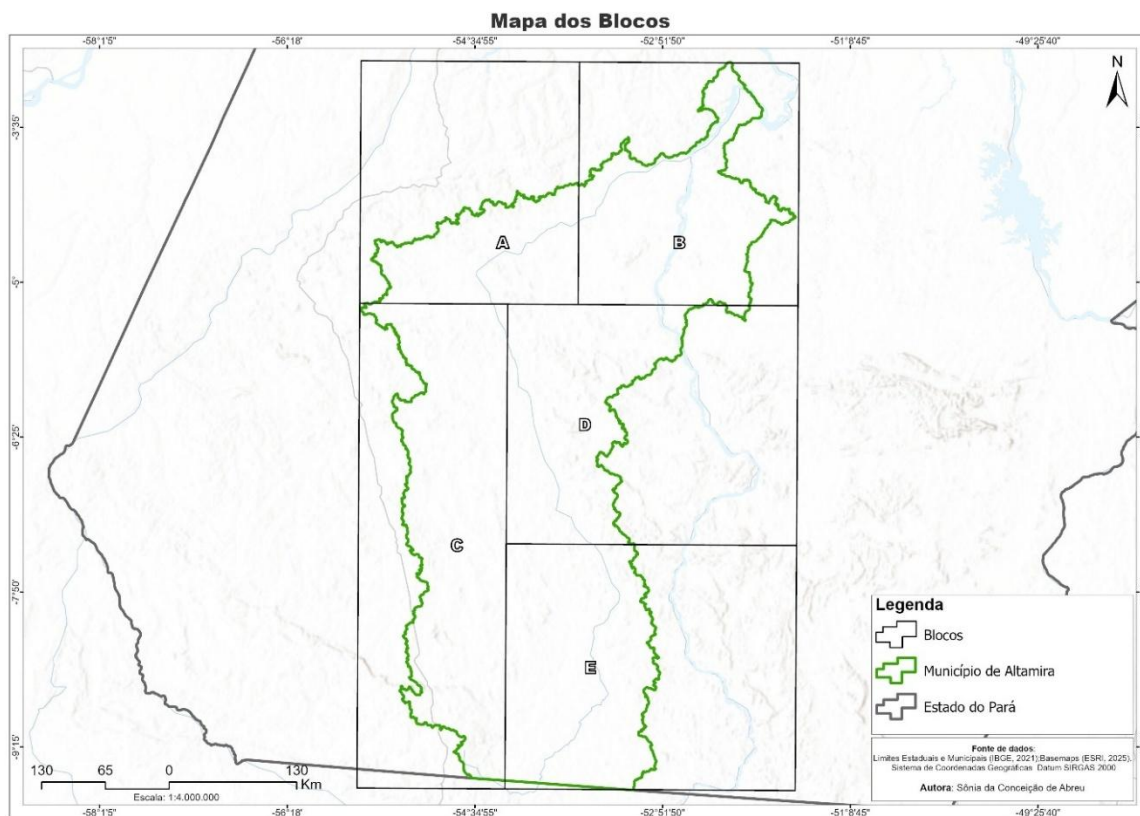


Figura 12- Subdivisão espacial do município de Altamira para análise de risco.
Fonte: o autor, 2025

5.5.1. Mapa de risco Ambiental

As divisas de Altamira com os municípios de São Félix do Xingu (Bloco D) e Novo Progresso (Bloco C) apresentaram os maiores quantitativos de polígonos embargados e listados na LDI/SEMAS (Tabela 09). Neste estudo, foi considerado o quantitativo individual de cada parâmetro, desconsiderando-se as sobreposições.

Embora o quantitativo de área em hectares seja uma variável relevante, optou-se, neste trabalho, por utilizar o número de ocorrências de cada variável por se considerar que desta forma há uma representação mais adequada a dinâmica do desmatamento na região.

Tabela 9 - Quantitativo de Ocorrências de Embargos, LDI e PRODES por bloco em Altamira

Tipo de ocorrência	Bloco	Número de ocorrências
Embargo IBAMA	A	51
	B	226
	C	1.190
	D	364
	E	0
LDI SEMAS	A	6
	B	39
	C	758
	D	711
	E	0
PRODES/INPE	A	51
	B	804
	C	797
	D	122
	E	13

O mapa de risco ambiental (Figura 13) ilustra os blocos C e D como a região de maior risco ambiental em Altamira considerando as áreas declaradas como particulares. Embora o bloco B tenha apresentado, de modo geral, uma elevada incidência de polígonos no PRODES, foi classificado como de risco médio neste estudo. Essa classificação se deve ao fato de que as infrações consideradas nesta análise incidiram exclusivamente sobre áreas particulares declaradas no CAR.

Observou-se que grande parte das infrações registradas no interior do bloco B se encontra em áreas localizadas dentro de terra indígena, sem correspondência com polígonos de CAR declarados, razão pela qual não foram computadas na avaliação de risco neste trabalho.

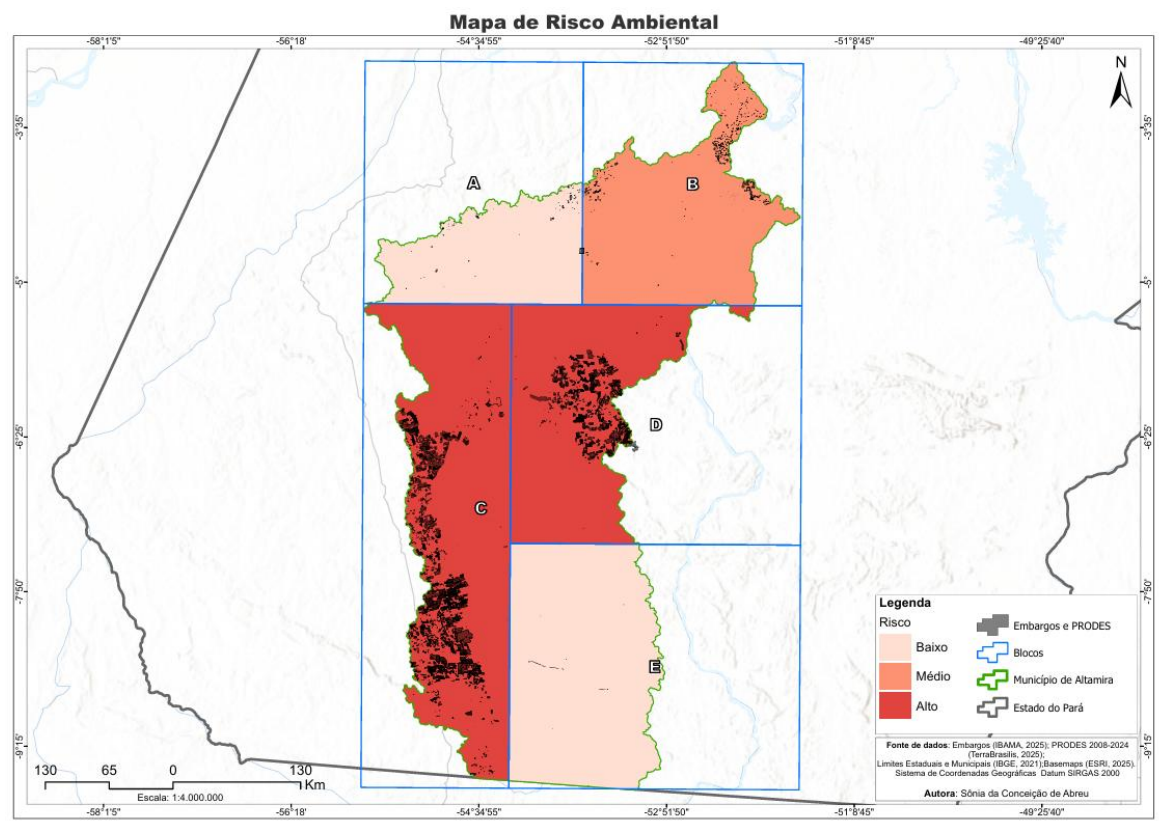


Figura 13 - Mapa de risco Ambiental para projetos em Altamira/PA
Fonte: o autor, 2025

As áreas que integram as grades classificadas como de risco ambiental alto no município, precisam ainda na fase preliminar do projeto passar por uma análise jurídica específica da propriedade que verificará aspectos como:

- A existência de multas ambientais, embargos ou autos de infração;
- Uso do solo da propriedade e sua conformidade com o Código Florestal
- Ações civis públicas ou outras medidas restritivas em curso.

5.5.2. Mapa de risco fundiário

No município de Altamira, foram identificados 3.317 polígonos georreferenciados no SIGEF. Nos blocos A e E (Tabela 11) não há registros de polígonos com georreferenciamento, o que se deve ao fato de essas áreas serem formadas majoritariamente por terras protegidas. Diferente do CAR, o SIGEF costuma cancelar automaticamente registros sobrepostos a essas categorias, o que explica sua ausência.

Nos demais blocos, a presença de georreferenciamento certificado é limitada: no Bloco B, foram identificados apenas 203 registros certificados, de um total de 2.823;

no Bloco C, 100 registros, de um total de 456; e no Bloco D, 33 registros, de um total de 37. Vale destacar ainda que, nos blocos B e C, existem, respectivamente, 2.529 e 199 registros pendentes de titulação, o que impede uma avaliação precisa da situação fundiária desses imóveis.

Tabela 10 - Caracterização fundiária por bloco: volume de georreferenciamentos, matrículas e sobreposições

Tipo de ocorrência	Bloco	Número de ocorrências
CARs ativos sobrepostos a terras públicas	A	363
	B	1.384
	C	2.049
	D	1.565
	E	0
Georreferenciamento Certificado	A	0
	B	203
	C	100
	D	33
	E	0
Matrículas válidas	A	0
	B	203
	C	100
	D	33
	E	0

Observou-se também uma discrepância significativa entre o número CARs (6.235) declarados no município e o quantitativo de georreferenciamentos válidos (Sistema de Gestão Fundiária - SIGEF), que totalizam apenas 3.317 polígonos nas áreas avaliadas. Adicionalmente, a análise espacial revelou que 86% dos polígonos dos CARs avaliados se sobrepõem a territórios legalmente protegidos, como Unidades de Conservação (UCs) e Terras Indígenas (TIs). Seguindo o mesmo padrão do mapa de risco ambiental, os resultados (Figura 14) também apontaram as divisas de Altamira com São Felix do Xingu (grade D) e Novo Progresso (grade C) como as áreas de maior risco fundiário.

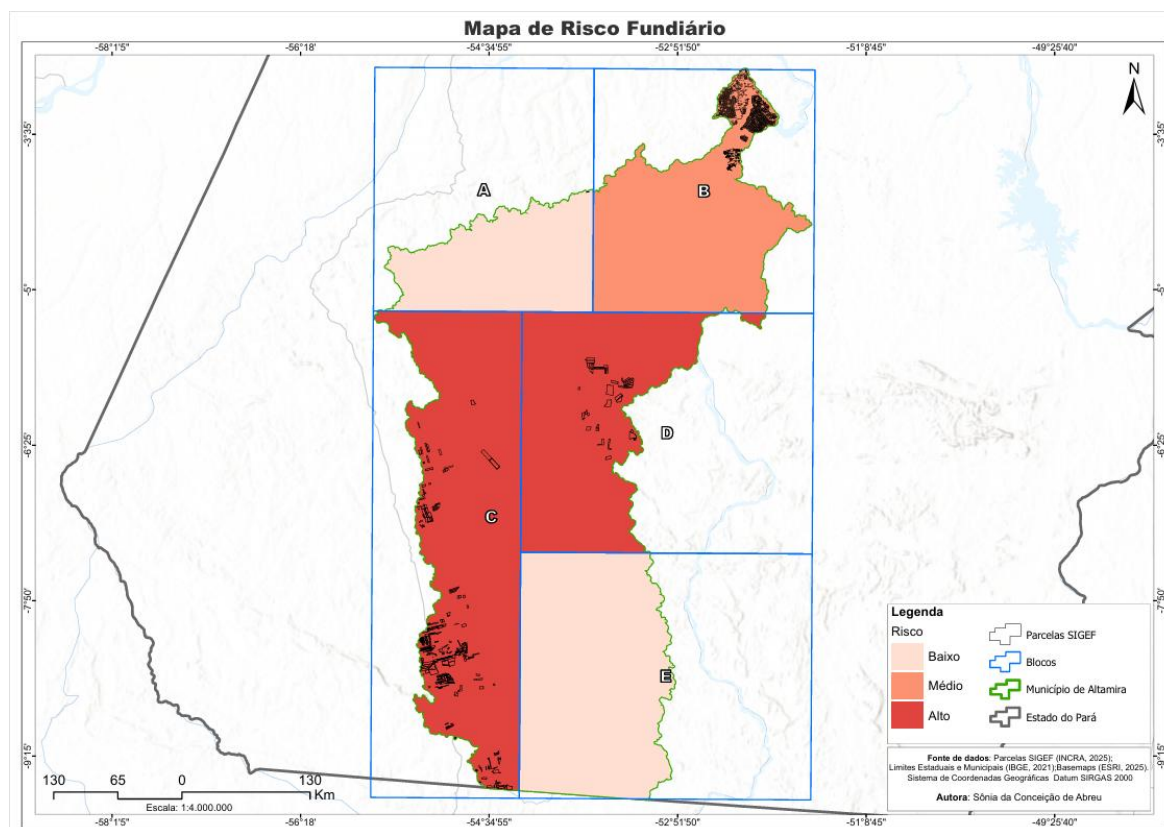


Figura 14- Mapa de risco fundiário para projetos em Altamira/PA.

6. DISCUSSÃO

A análise integrada dos indicadores ambientais e fundiários evidencia a sobreposição de vulnerabilidades em diferentes áreas do município, especialmente nas divisas com Novo Progresso e São Félix do Xingu. Neste contexto, a correlação observada entre irregularidades ambientais e problemas fundiários confirma o padrão identificado por Loureiro e Teixeira (2020), segundo o qual a ausência de governança fundiária tende a potencializar processos de degradação ambiental e ocupações irregulares.

Na Matriz de risco, áreas em processo de regularização fundiária (posse) apresentarão indicadores (matrícula e cadeia dominial) com status ausente. Logo, este status não é necessariamente um risco alto para regularização do imóvel, sendo crítico apenas no cenário de realização de projetos.

A ausência de matrícula registrada em áreas em processo de regularização é comum e não é fator impeditivo para a regularização da área via órgãos fundiários competentes, sendo tratável no médio e longo prazo o que justificaria um risco médio

nesse aspecto. No entanto, a falta de titularidade plena compromete seriamente a assinatura de contratos, o acesso a financiamentos e a certificação de créditos de carbono, elevando o risco à categoria alta no cenário de desenvolvimento de projeto (ALIANÇA BRASIL NBS, 2024)

O fato de a ausência de Título de Domínio apresentar risco médio para regularização da área e risco alto para o projeto também é abordada no Estudo de Avaliação de Impacto Ambiental e Social do Projeto Floresta+ Amazônia (MMA; PNUD, 2021), que aponta que áreas com pendências fundiárias moderadas ainda podem ser elegíveis para ações de política pública, mas não necessariamente para mercados voluntários sem garantias legais sólidas.

As análises apontaram cinco blocos territoriais (Figura 11) com variação gradativa de risco, permitindo identificar zonas críticas caracterizadas por sobreposições de cadastros, degradação ambiental e conflitos de uso. Esses padrões espaciais refletem o histórico de ocupação de Altamira, marcado pela expansão da fronteira agropecuária e pela fragmentação fundiária, conforme descrito por Fearnside (2017).

Os blocos C e D, que concentram os maiores índices de embargos e registros na Lista de Desmatamento Ilegal (LDI), correspondem justamente às regiões com maior incidência de CAR sobrepostos e ausência de georreferenciamento certificado, demonstrando a interdependência entre vulnerabilidade fundiária e pressão ambiental.

Esses resultados dialogam com o Mapa dos Conflitos Agrários e Ambientais da Região Transamazônica e Xingu (FVPP, 2021), que identifica Altamira como um dos epicentros de conflitos territoriais na Amazônia.

A convergência dos resultados desta pesquisa com os achados do IMAZON (2023) e do Instituto Socioambiental (ISA, 2020) reforça que a sobreposição de registros de CAR em terras públicas é um sintoma da fragilidade institucional do sistema cadastral. Essa prática mencionada por Costa (2024) como “uso do CAR como instrumento de legitimação de ocupações irregulares” constitui um dos principais fatores de risco fundiário para projetos de carbono e restauração na região.

Os mapas de risco ambiental e fundiário elaborados neste estudo sintetizam graficamente as zonas críticas do território de Altamira, evidenciando como a

espacialização pode apoiar decisões estratégicas. A subdivisão do município em cinco blocos de 32,2 km² mostrou-se eficaz para capturar gradientes espaciais de risco.

Dessa forma, os mapas não apenas evidenciam áreas críticas, mas também indicam potenciais zonas de intervenção prioritária, conforme sugerem Sparovek et al. (2019) e Reydon et al. (2020) ao defenderem que diagnósticos espaciais de risco e vulnerabilidade podem subsidiar políticas de ordenamento territorial e alocação eficiente de recursos públicos.

A metodologia baseada na contagem de ocorrências de desmatamento, em substituição à mensuração apenas em hectares, mostrou-se mais sensível para refletir a frequência de eventos de risco e a recorrência de infrações ambientais, como adotado também pelo IMAZON (2023). Isso permitiu destacar áreas de pressão contínua e não apenas eventos pontuais de desmatamento.

Essa estratégia metodológica dialoga com o conceito de “risco integrado” de Turner et al., (2003), segundo o qual a vulnerabilidade territorial resulta da combinação de fatores biofísicos, legais e sociais. Ao aplicar essa lógica à escala municipal, este estudo amplia a aplicabilidade prática dos modelos de risco, permitindo identificar zonas de instabilidade sistêmica onde o risco fundiário retroalimenta o risco ambiental.

Trata-se, portanto, de uma base técnica que responde à lacuna metodológica apontada por Câmara et al. (2023) e França et al. (2022), que destacam a necessidade de ferramentas geoespaciais capazes de integrar variáveis ambientais e fundiárias sob uma perspectiva de risco.

Embora a metodologia proposta tenha demonstrado consistência, há limitações decorrentes da natureza dos dados utilizados. Parte das informações ambientais e fundiárias apresenta defasagem temporal, o que pode afetar a precisão dos resultados. Além disso, a qualidade das imagens de satélite disponíveis para certas regiões do Pará ainda limita o detalhamento das análises de uso e cobertura da terra.

“Futuras aplicações dessa metodologia poderão incorporar dados de maior resolução espacial aliados ao uso avançado do ArcGIS Pro, cuja capacidade de processamento espacial, modelagem preditiva e integração com bases em nuvem permitirá análises temporais mais refinadas e atualizações periódicas dos mapas de risco, ampliando o potencial de monitoramento contínuo e automatizado das áreas analisadas.”

7. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstram que a análise ambiental e fundiária de imóveis rurais no estado do Pará não pode se restringir à simples verificação documental. É imprescindível que essa avaliação considere a complexidade territorial da região amazônica, marcada por sobreposições de direitos, indefinições dominiais, ocupações informais e ausência de destinação adequada de terras públicas.

A dependência exclusiva da documentação formal tende a ocultar conflitos fundiários latentes e riscos jurídicos relevantes, comprometendo a viabilidade técnica e legal de projetos ambientais.

A metodologia proposta, voltada à construção de mapas de risco ambiental e fundiário, com aplicação no município de Altamira/PA, revelou-se eficaz para traduzir essa complexidade em informações geoespaciais acessíveis. O uso de indicadores integrados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitiu identificar com precisão as regiões de maior vulnerabilidade, subsidiando a análise prévia de áreas destinadas à conservação e restauração florestal.

Os mapas de risco elaborados apontaram regiões críticas do território de Altamira, nas quais o desenvolvimento de projetos ambientais tende a ser mais desafiador devido à sobreposição de cadastros, embargos e irregularidades fundiárias. Todavia, essas mesmas áreas também se configuram como zonas prioritárias para ações de restauração ecológica, pois representam espaços de maior urgência ambiental e social. Desse modo, o instrumento proposto não se limita a indicar restrições, mas atua como ferramenta de planejamento estratégico.

Apesar da consistência alcançada, reconhece-se que a metodologia apresenta limitações relacionadas à qualidade e atualização dos dados utilizados. Futuras aplicações poderão incorporar bases de maior resolução espacial e ferramentas avançadas de análise geoespacial. Além disso, a replicação da metodologia em outros municípios amazônicos permitirá testar sua robustez e aplicabilidade regional, contribuindo para o aprimoramento contínuo dos instrumentos de gestão ambiental e fundiária.

A aplicação prática no município de Altamira demonstrou que a análise integrada dos riscos permite compreender o território como um sistema socioecológico

complexo, em que a instabilidade fundiária e a pressão ambiental coexistem e se reforçam mutuamente.

A aplicação desta metodologia tem potencial para subsidiar políticas públicas de regularização fundiária e controle ambiental no estado do Pará, especialmente em municípios com alta incidência de sobreposições e embargos. Os resultados podem orientar órgãos como o INCRA, SEMAS e IBAMA na priorização de áreas críticas e na integração de bases cadastrais, fortalecendo a governança territorial.

Além disso, o instrumento oferece subsídios técnicos para investidores de projetos de conservação e restauração ao indicar zonas de maior segurança jurídica e viabilidade ambiental. Dessa forma, o modelo proposto ultrapassa a dimensão diagnóstica, constituindo uma ferramenta operacional para o planejamento e a tomada de decisão na Amazônia Legal.

8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. E. G.; FLORES, M. S. A.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M. Mapeamento de risco de desastre por incêndio florestal na Amazônia: uma abordagem multifatorial no município de Moju (PA). *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 6, n. 19, p. e202009, 2020. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/14442>.

Acesso em: 1 jun. 2025

AGÊNCIA PARÁ. Programa Regulariza Pará cancela mais de 200 CAR irregulares ligados a projetos de carbono. Belém, 29 jan. 2023. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/41007/programa-regulariza-para-cancela-mais-de-200-car-irregulares-ligados-a-projetos-de-carbono>. Acesso em: 08 out. 2025.

ALVES, P.A; MARRA, T.B. A aplicação dos Dados Demográficos na Regularização Fundiária da Amazônia Legal. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, ABEP, 20 set 2010, Caxambú- MG. Disponível em: <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/2280>. Acesso em: 20 set. 2024.

ALIANÇA BRASIL NBS. Guia fundiário para soluções baseadas na natureza no Brasil. São Paulo: NBS Brazil Alliance, 2024. Disponível em: <https://nbsbrazilalliance.org/wp-content/uploads/2024/10/guia-fundiario-alianca-brasil-nbs-pt-web.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.

ALLIANCE FOR RESTORATION IN THE AMAZON. *Forest Landscape Restoration in the Amazon: Identified Initiatives and Area (Brazilian Amazon)*. 2021. Disponível em: https://aliancaamazonia.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PAPER_ALIANCA_EN_2020_FINAL.pdf. Acesso em: 11 out. 2025.

ARTAXO, P. (2021). The role of the Amazon forest in global climate change. *Nature Communications*, 12, 2566. doi:10.1038/s41467-021-22837-1.

AMAZÔNIA 2030. Legislação fundiária brasileira incentiva grilagem e desmatamento na Amazônia. 2021. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/legislacao-fundiaria-brasileira-incentiva-grilagem-e-desmatamento-na-amazonia/>. Acesso em: 04 mai 2025.

AMAZÔNIA 2030. *A vocação da restauração florestal na Amazônia com base na vegetação secundária*. 2024. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2025/09/The-Vocation-of-Forest-Restoration-in-the-Amazon-Based-on-Secondary-Vegetation.pdf>. Acesso em: 11 out. 2025.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal. Brasília:

Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), 1997. Disponível em: http://www.egler.com.br/pdf/Metodo_ZEE.pdf. Acesso em: 2 jul. 2025

BRASIL. Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20 dez. 1996

BRASIL. Lei n.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 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 25 mai. 2012.

BRASIL. Lei nº 11.952, de 25 de junho de 2009. Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, na Amazônia Legal, entre outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 146, n. 120, p. 1, 26 jun. 2009.

BRASIL. Portaria GM/MMA nº 833, de 9 de novembro de 2023. Estabelece os critérios para definição dos municípios prioritários para ações de prevenção, controle e redução dos índices de desmatamento e degradação da vegetação nativa no bioma Amazônia. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 214, p. 104, 10 nov. 2023.

BRASIL. Portaria GM/MMA nº 834, de 9 de novembro de 2023. Dispõe sobre a lista dos 70 municípios prioritários localizados na Amazônia Legal, responsáveis por aproximadamente 78% do desmatamento verificado em 2022. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 214, p. 105, 10 nov. 2023.

BRASIL. Portaria Conjunta nº 1, de 11 de novembro de 2020. Institui o Programa Titula Brasil com o objetivo de apoiar as ações de regularização fundiária no âmbito do Incra. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 216, p. 8, 12 nov. 2020

BRASIL. Portaria Conjunta nº 1, de 10 de fevereiro de 2020. Estabelece diretrizes para o Programa Titula Brasil no âmbito da política de reforma agrária. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 29, p. 67, 11 fev. 2020.

BRASIL. Medida Provisória nº 458, de 10 de fevereiro de 2009. Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações em terras da União, na Amazônia Legal. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ano 146, n. 28, p. 1, 11 fev. 2009

BRASIL. Decreto nº 4.449, de 30 de outubro de 2002. Regulamenta dispositivos da Medida Provisória nº 2.183-56, de 24 de agosto de 2001, relativos ao Cadastro de Imóveis Rurais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 31 out. 2002.

BRASIL. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo

federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 jul. 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm (5ª fase, 2023–2027)*. Brasília: MMA, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/controle-ao-desmatamento-queimadas-e-ordenamento-ambiental-territorial/controle-do-desmatamento-1/amazonia-ppcdam-1/ppcdam_5_en.pdf. Acesso em: 11 out. 2025.

BARRETO, P.; PEREIRA, R.; BRANDÃO JR., A. Desmatamento na Amazônia: o jogo das pressões e dos incentivos. Belém: Imazon, 2021. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/desmatamento-na-amazonia-o-jogo-das-pressoes-e-dos-incentivos/>. Acesso em: 2 mai 2025.

BRITO, B.; BAIMA, S.; SALLES, J. Pendências fundiárias no Pará. O Estado da Amazônia, Belém: Imazon, n. 23, p. 1–6, ago. 2013. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/pendencias-fundiarias-no-para/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BRITO, B.; BARRETO, P. Os riscos e os princípios para a regularização fundiária na Amazônia. O Estado da Amazônia, Belém: Imazon, n. 10, 1 fev. 2009. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/os-riscos-e-os-principios-para-a-regularizacao-fundiaria-na-amazonia/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

CÂMARA, G.; SIMOES, R.; RUIVO, H. M.; ANDRADE, P. R.; SOTERRONI, A. C.; RAMOS, F. M. *Impact of land tenure on deforestation control and forest restoration in Brazilian Amazonia. Environmental Research Letters*, v. 18, 2023. DOI: 10.1088/1748-9326/acd20a. Disponível em: <https://data.inpe.br/bdc/en/impact-of-land-tenure-on-deforestation-control-and-forest-restoration-in-brazilian-amazonia-2/>. Acesso em: 11 out. 2025.

CARMO JÚNIOR, O. M. do. Regularização fundiária e sua relação econômico-ambiental na Amazônia Legal: uma análise espacial. 2018. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios)–Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32872>. Acesso em: 04 mai 2025.

CARRERO, G; FEARNside, P, M.; GRAZIA, D, C.; RODRIGUES, F, S. Grilagem na Amazônia brasileira: causas, impactos e políticas públicas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 61, p. 12–35, 2022. Disponível em: https://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/Carrero_et_al-2022-Grilagem_na_Amazonia.pdf. Acesso em: 10 jul. 2025.

COSTA, R. A degeneração da política federal de regularização fundiária na Amazônia. *Revista Direito GV*, São Paulo, v. 20, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdgv/a/H7tvqPQx6GTGymJvRjWjW8f/>. Acesso em: 04 mai 2025.

COSTA, D. S. et al. Geotecnologias e multicritério para avaliação de risco ambiental: aplicações no bioma Amazônia. *Journal of Environmental Mapping*, v. 5, n. 3, p. 1–15, 2021. Disponível em: https://jemjournal.org/articles/vol5n3_costa2021. Acesso em: 11 out. 2025.

CORNELHEUS, P.; HOLMBERG, F. *Usos participativos de tecnologias geoespaciais para integrar múltiplas perspectivas de atores sociais em processos de governança*. *World Development*, v. 97, p. 13–27, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X17300098>. Acesso em: 11 out. 2025.

CPT – COMISSÃO PASTORAL DA TERRA. *Conflitos no Campo Brasil 2023*. Goiânia: CPT, 2024. Disponível em: <https://www.cptnacional.org.br>. Acesso em: 20 mai. 2025.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. *Avaliação dos recursos florestais mundiais 2020: relatório principal*. Roma, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9825en>. Acesso em: 15 mai 2025.

FVPP; UFPA; WWF-BRASIL. *Mapa dos conflitos agrários e ambientais na região Transamazônica e Xingu, oeste do Pará, Amazônia brasileira*. Organização de: Anderson Borges Serra. Altamira: Fundação Viver, Produzir e Preservar, 2021. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?81482/mapa-conflitos-ambientais-transamazonica-xingu>. Acesso em: 20 mai 2025.

FEARNSIDE, P. M.; PEREIRA, E. J. A. L.; RAJÃO, R. *Amazon projects pose risks to Brazil and the world*. *BioScience*, Oxford, 2025. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/advance-article/doi/10.1093/biosci/biaf002/7997381>. Acesso em: 11 out. 2025.

FEARNSIDE, P. M. *Desafios para o desenvolvimento sustentável na Amazônia Brasileira*. *Sustainability*, v. 12, n. 20, 2020. DOI: 10.3390/su12208359. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/20/8359>. Acesso em: 11 out. 2025.

FERREIRA, G. H. C. *A obra cinematográfica de Adrian Cowell: legado de resistências e territorialidades para a Amazônia*. 2018. 526 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

FRANÇA, L. C. de J.; LOPES, L. F.; MORAIS, M. S.; LISBOA, G. S.; ROCHA, S. J. S. S.; MORAIS JUNIOR, V. T. M.; SANTANA, R. C.; MUCIDA, D. P. Zoneamento de Fragilidade Ambiental Utilizando SIG e Modelagem AHP: Perspectivas para a Conservação de Ecossistemas Naturais no Brasil, v. 2, n. 2, p. 349–366, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-7159/2/2/24>. Acesso em: 11 out. 2025.

IDESAM - INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA. A regularização fundiária como pré-condição para o mercado de carbono. Manaus: Idesam, 2023. Disponível em: <https://idesam.org>. Acesso em: 04 mai 2025.

IDESAM - INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA. Nota Técnica: Projetos de Carbono Florestal na Amazônia: uma análise territorial e fundiária. Manaus: IDESAM, 2023. Disponível em: <https://idesam.org/wp-content/uploads/2024/03/NOTA-TECNICA-PROJETOS-DE-CARBONO-FLORESTAL-NA-AMAZONIA.pdf>. Acesso em: 15 mai 2025.

IDESAM - INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA. Panorama dos projetos de carbono florestal no Brasil: oportunidades e desafios para a Amazônia. Manaus, 2024. Disponível em: <https://idesam.org/publicacoes/panorama-projetos-carbono-florestal-2024/>. Acesso em: 11 out. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/altamira.html>. Acesso em: 12 jun. 2025.

ICC BRASIL; WAYCARBON. Oportunidades para o Brasil em mercados de carbono (atualização pós-COP-26). Relatório da Câmara de Comércio Internacional (ICC Brasil) em parceria com WayCarbon, 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/agronegocio/brasil-pode-gerar-receita-de-ate-us-120-bi-em-creditos-de-carbono-ate-2030/>. Acesso em: 14 jul. 2025

IMAZON - INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. *Dez fatos essenciais sobre regularização fundiária na Amazônia Legal*. Belém: Imazon, 2021. Disponível em: <https://imazon.org.br/wp-content/uploads/2021/04/10FatosRegularizacaoFundiaria.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2025.

IMAZON – INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. Sistema de alerta de desmatamento (SAD) - Dezembro de 2023. Imazon, 2023. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/sistema-de-alerta-de-desmatamento-sad-dezembro-de-2023>. Acesso em: 2 mai 2025.

IMAZON. Amazônia fecha 2024 com queda de 7% no desmatamento, mas alta de 497% na degradação. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia,

2025. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/amazonia-fecha-2024-com-queda-de-7-no-desmatamento-mas-alta-de-497-na-degradacao/> Acesso em: 1 jun. 2025.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Painel Fundiário da Amazônia Legal. Brasília: INCRA, 2023. Disponível em: <https://painelfundiario.incra.gov.br>. Acesso em: 6 mai 2025.

IPAM - INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Regularização fundiária na Amazônia Brasileira: perspectivas para identificação de variáveis sociais, econômicas e ambientais na avaliação de seus impactos. Belém, 2019. Disponível em: https://ipam.org.br/wpcontent/uploads/2022/01/SavianEtAl_LandTenRegBrazAmazon_ConfWB_2019.pdf. Acesso em: 12 out. 2025.

IPAM – INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. O contexto fundiário na Amazônia: desafios e oportunidades para a regularização fundiária. Brasília: IPAM, 2020. Disponível em: <https://ipam.org.br/bibliotecas/o-contexto-fundiario-na-amazonia-desafios-e-oportunidades-para-a-regularizacao-fundiaria/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

IPAM - INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Regularização fundiária e controle do desmatamento na Amazônia. Brasília, 2023. Disponível em: <https://ipam.org.br/regularizacao-fundiaria-e-controle-do-desmatamento-na-amazonia/>. Acesso em: 11 out. 2025

IPAM - INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Técnicas de proteção territorial alcançam 36 terras indígenas na Amazônia. Brasília, 2024. Disponível em: <https://ipam.org.br/territorial-protection-techniques-reach-36-indigenous-lands-in-the-amazon/>. Acesso em: 11 out. 2025.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Governança fundiária e sustentabilidade no Pará*. Relatório Técnico. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/sites/manualeditorial/publicacoes-do-ipea/relatorios>. Acesso em: 11 out. 2025.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Sistema de Detecção do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (DETER). Brasília: INPE, 2023. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/wp-content/uploads/2024/08/BS-ALTAMIRA-RI-XINGU-2023.pdf>. Acesso em: 2 mai 2025.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Taxa de desmatamento da Amazônia Legal: INPE, 2023. Disponível em: https://www.terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates. Acesso em: 2 mai 2025.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability – Cross-Chapter Paper 7: Tropical Forests. Genebra: IPCC, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/ccp7/>. Acesso em: 13 jun 2025.

ISA - INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Conexões entre o CAR, desmatamento e o roubo de terras em áreas protegidas na Amazônia. 2020. Disponível em: https://site-antigo.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/nt_isa_conexoes_car_desmatamento_grilagem.pdf. Acesso em: 4 de mai 2025.

LOUREIRO, V. R; PINTO, J.N. A questão fundiária na Amazônia. Rev. Estud. av. USP, São Paulo v.19, n. 54, mai/ago. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S010340142005000200005>> Acesso em: 13 ago 2024.

LOUREIRO, W.; TEIXEIRA, F. Instrumentos de planejamento territorial e segurança jurídica ambiental. Revista Direito Ambiental e Sociedade, v. 10, n. 2, p. 33–50, 2020. Disponível em:<<https://periodicos.unisinos.br/index.php/adas/article/view/ada>. Acesso em: 11 out. 2025.

MAPBIOMAS. Relatório Anual do Desmatamento no Brasil – SAD 2022. São Paulo: MapBiomas, 2022. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 04 mai 2025.

MATOS, F. L. L. C. C. Análise das Taxas Anuais de Desmatamento na Amazônia Legal a partir da Relação entre Autos de Infração e Área Desmatada no período entre 2000 e 2014. Dissertação (Pós graduação em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas/ Departamento de Geografia, Universidade de Brasília. 2016. Disponível em:< https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/21045/1/2016_FelipeLuisLacerdaCarvalhoCMatos.pdf>. Acesso em: 05 set. 2024.

MENDONÇA, G. C. de; COSTA, L. M.; ABDO, M. T. V. N.; PARRAS, R. C. A.; OLIVEIRA, R. de; MARIANNO, L. C.; PISSARRA, T. C. T.; PACHECO, F. A. L. *Multicriteria spatial model to prioritize degraded areas for landscape restoration through agroforestry. MethodsX*, v. 10, 102052, 2023. Disponível em: <https://europepmc.org/article/MED/36911210>. Acesso em: 11 out. 2025

NOLTE, C.; AGRAWAL, A.; BARRETO, P. Setting priorities to avoid deforestation in Amazon protected areas: are we choosing the right indicators? *Environmental Research Letters*, v. 8, n. 1, 2013. Disponível em: <https://oeco.org.br/noticias/27033-regularizacao-fundiaria-reduz-desmatamento-em-ucs/>. Acesso em: 04 mai 2025.

NUNES, S.; GATTI, G.; DIEDERICHSEN, A.; PINTO, A. *et al. Potential for forest restoration and deficit compensation in Itacaiúnas Watershed, Southeastern Brazilian Amazon. Forests*, v. 10, n. 5, 439, 2019. DOI: 10.3390/f10050439. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/10/5/439>. Acesso em: 11 out. 2025.

OLIVEIRA, A. S.; COSTA, L. F.; SILVA, M. R. Avaliação de risco fundiário para regularização de terras públicas na Amazônia. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 22, n. 1, p. 1–15, 2020. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/5979>. Acesso em: 12 mai 2025

PNUD; MMA. Estudo de avaliação de impacto ambiental e social do Projeto Floresta+ Amazônia. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; Ministério do Meio Ambiente, 2021. Disponível em: <https://www.florestamaisamazonia.org.br/wp-content/uploads/2021/11/Estudo-de-Avaliacao-de-Impacto-Ambiental-e-Social.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.

PARÁ - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE – SEMAS. Pará registra queda de 21% no desmatamento, segundo o INPE. Belém: SEMAS, 2023. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2023/11/10/para-registra-queda-de-21-no-desmatamento-segundo-o-inpe> Acesso em: 2 mai 2025.

SAVIAN, G. C. P. S.; STABILE, M. C. C.; MOUTINHO, P. R. S.; et al. Regularização fundiária na Amazônia Brasileira: perspectivas para identificação de variáveis sociais, econômicas e ambientais na avaliação de seus impactos. Belém: IPAM/GIZ, 2019. Disponível em: https://ipam.org.br/wpcontent/uploads/2022/01/SavianEtAl_LandTenRegBrazAmaz_ConfWB_2019.pdf Acesso em: 11 out. 2025.

REYDON, B. P.; FERNANDES, V. B.; TELLES, T. S. A questão fundiária e o cadastro de terras no Brasil: situação atual e desafios. *Land Use Policy*, v. 99, p. 104875, 2020. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104875. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104875>. Acesso em: 15 out. 2025.

SPAROVEK, G.; REYDON, B. P.; TELLES, T. S.; MOREIRA, V. Regularização fundiária e governança de terras no Brasil. *Revista de Política Agrícola*, v. 28, n. 3, p. 17–35, 2019. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1521>. Acesso em: 15 out. 2025.

SAUER, S.; ALMEIDA, A. L. O. Governança fundiária na Amazônia brasileira: avanços e desafios. *Confins*, n. 11, 2011. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/7356>. Acesso em: 6 mai 2025.

SCHMITT, J. Crime sem castigo: a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia. Brasília, 2015. 188 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/33552729.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

SEMAS. Pará registra queda de 21% no desmatamento, segundo o INPE. SEMAS, 2023. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2023/11/10/para-registra-queda-de-21-no-desmatamento-segundo-o-inpe>. Acesso em: 2 mai 2025.

SILVA, D. R.; MONTEIRO, C. A. Metodologia de análise de risco socioambiental em áreas de expansão agrícola. *Revista de Geografia*, v. 36, n. 2, p. 55–72, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/1234>. Acesso em: 12 maio 2025.

TURNER, B. L. II; KASPERSON, R. E.; MATSON, P. A.; MCCARTHY, J. J.; CORELL, R. W.; CHRISTENSEN, L.; ECKLEY, N. *A framework for vulnerability analysis in sustainability science. Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n. 14, p. 8074–8079, 2003. DOI: 10.1073/pnas.1231335100. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1231335100>. Acesso em: 11 out. 2025.

TAVARES, F. B. Os conflitos agrários e o processo de reordenamento fundiário na região sudeste do Pará: uma proposta de abordagem a partir da sociologia dos regimes de ação. *Revista IDeAS*, v. 3, n. esp., p. 440–474, 2009. Disponível em: <https://revistaideas.ufrj.br/ojs/index.php/ideas/article/view/2>. Acesso em: 26 maio 2025.

SILVA, A. R. da; ANDRADE, A. A.; ROCHA, E. S. Desafios da regularização fundiária na Amazônia Legal: lacunas na cadeia dominial e seus impactos para o ordenamento territorial. *Revista Direito e Desenvolvimento, João Pessoa*, v. 12, n. 2, p. 189–208, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3815>. Acesso em: 18 mai 2025.