SUSCETIBILIDADE AMBIENTAL À REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA NO PA JACARÉ/PA: ANÁLISE MULTICRITÉRIO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

ENVIRONMENTAL SUSCEPTIBILITY TO LAND REGULARIZATION IN THE JACARÉ SETTLEMENT PROJECT/PA: MULTICRITERIA ANALYSIS IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Márcio Costa
Fundação de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura – FAPEC/UFMS
Universidade Federal do Piauí - UFPI
Centro de Tecnologia/CT
Departamento de Transporte e Geomática – DTG
marcio.costa@ufpi.udu.br

Camila Farias Nobre
Fundação de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura – FAPEC/UFMS
Universidade Federal do Piauí – UFPI
Centro de Tecnologia/CT
Departamento de Transporte e Geomática – DTG
camilafariasnobre14@gmail.com

Beatriz Ramos Barbosa
Fundação de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura – FAPEC/UFMS
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Pós-Graduação em Ciências Geodésica e Tecnologias da Geoinformação – PGCGTG
beatriz.barbosa@fapec.org

João Batista Sarmento dos Santos Neto
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia – FAENG
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – PPGEP/UFMS
joao.sarmeanto@ufms.br

RESUMO: A regularização fundiária na Amazônia Legal enfrenta desafios relacionados à sobreposição de áreas, às restrições ambientais e à priorização de assentamentos para titulação. O Projeto de Assentamento Jacaré, localizado em Jacareacanga/PA, apresenta demanda por diagnóstico técnico para subsidiar as ações do INCRA. O objetivo foi gerar mapas de suscetibilidade ambiental à regularização fundiária utilizando geoprocessamento e análise multicritério. A metodologia foi desenvolvida no QGIS 3.44 com dados de 328 parcelas (27.384,39 ha) certificadas no SIGEF/INCRA. Foram analisados quatro critérios físicos (Declividade, TWI, Distância da BR-230, Fator de Bacia) derivados do georreferenciamento e do Modelo Digital do Terreno (MDT) de 1m. As restrições legais - APP de 30 m nos riachos, 500 m no Rio Tapajós (Lei 12.651/2012) e faixa de domínio de 30 m na rodovia foram tratadas como máscara booleana. Os pesos foram definidos pelo Processo Analítico Hierárquico (AHP), combinado ao método de Análise de Sobreposição Ponderada (WLC). Os resultados indicaram que 83,13% da área possui suscetibilidade Alta a Muito Alta. A análise estatística mostrou correlação entre tamanho do lote e classe de aptidão, com mediana de 96,24 ha para a classe Alta/Muito Alta e 4,34 ha para Baixa/Muito Baixa. Conclui-se que a abordagem híbrida (restrições booleanas + AHP) constitui importante subsídio para priorização de ações de regularização fundiária.

Palavras-chave: Amazônia; Regularização Fundiária; Análise Multicritério; SIG; SIGEF.

ABSTRACT: Land tenure regularization in the Legal Amazon faces challenges related to overlapping areas, environmental restrictions, and prioritization of settlements for titling. The Jacaré Settlement Project, Jacareacanga/PA, requires a technical diagnosis to support INCRA's actions. This study aimed to generate environmental susceptibility maps using GIS and Multi-Criteria Analysis. The methodology was developed in QGIS 3.44 using certification data from 328 parcels (27,384.39 ha) registered in SIGEF/INCRA. Four criteria were analyzed (Slope, TWI, Distance from BR-230 Highway, and Basin Factor) derived from georeferencing and a 1m Digital Terrain Model (DTM) where analyzed. Legal restrictions - 30m. Permanent Preservation Areas (APPs) along streams, 500m along the Tapajós River (Law No. 12,651/2012), and a 30m right-of-way along the highway-were treated as a Boolean mask. The weights were defined using the Analytic Hierarchy Process (AHP), combined with the Weighted Linear Combination (WLC) overlay analysis method. The results indicated that 83.13% of the area has High to Very High susceptibility. Statistical analysis showed a correlation between plot size and suitability class, with a median of 96.24 ha for the High/Very High class and 4.34 ha for the Low/Very Low class. It is concluded that the hybrid approach (Boolean restrictions + AHP) constitutes an important tool for prioritizing land tenure regularization actions.

Keywords: Amazon; Land Tenure Regularization; Multicriteria Analysis; GIS; SIGEF.

1 INTRODUÇÃO

A regularização fundiária é um dos principais instrumentos de ordenamento territorial e de garantia do direito à terra na Amazônia Legal. Para superar a carência de servidores e infraestrutura na Amazônia, o INCRA formaliza acordos de cooperação técnica com Instituições de Ensino Superior (IES) por meio de Termos de Execução Descentralizada - TEDs. A vasta extensão territorial do estado do Pará exige a adoção de geotecnologias para acelerar os processos de georreferenciamento dos Assentamentos.

O georreferenciamento é a etapa central da regularização fundiária (Lei 10.267/2001) e das restrições legais do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012). A precisão posicional e a conformidade ambiental são pilares para a segurança jurídica dos títulos emitidos. A ausência de um diagnóstico preciso sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP) e outras restrições legais pode levar à emissão de títulos nulos ou passíveis de contestação judicial, gerando insegurança jurídica às famílias de assentados.

Modelos de análise multicritério que distribuem pesos iguais ou tratam variáveis como preferências compensatórias mostram-se inadequados para a regularização fundiária. Áreas de Preservação Permanente e faixas de domínio rodoviário não devem ser compensadas por bom desempenho em outros critérios. A inovação deste trabalho consiste em adotar uma abordagem híbrida que combina filtros booleanos para restrições legais com pesos ponderados (AHP) para critérios ambientais usando ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica - SIG. Esta metodologia impede que uma área com excelente aptidão agrícola, mas situada dentro de uma APP, seja classificada como apta, respeitando o princípio do interesse público e da proteção ambiental sobre a exploração econômica.

Nesse contexto, questiona-se: como integrar critérios ambientais e restrições legais em um modelo espacial que permita classificar e priorizar lotes para regularização fundiária em assentamentos rurais na Amazônia? A resposta a essa questão requer uma abordagem que combine variáveis biofísicas do terreno com os condicionantes jurídicos do ordenamento territorial brasileiro, de modo a gerar subsídios técnicos para a tomada de decisão. O PA Jacaré, constitui um recorte espacial adequado para responder a essa questão pois apresenta a base de dados necessária à modelagem, além de estar inserido em uma região de elevada complexidade ambiental, na margem do Rio Tapajós e cortado pela BR-230, o que permite

aplicar a abordagem híbrida em condições reais de restrições legais e variabilidade física do terreno.

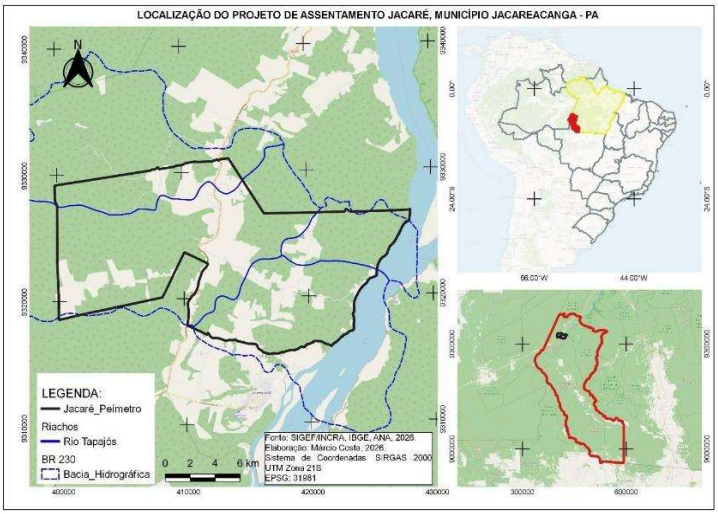
Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo gerar mapas de suscetibilidade ambiental à regularização fundiária no PA Jacaré, utilizando análise espacial para subsidiar ações de titulação do INCRA em conformidade com a Legislação Fundiária e Ambiental. A relevância deste estudo está na capacidade de replicar este modelo para os demais projetos de assentamento sob gestão da SR30/INCRA de Santarém, otimizando os recursos públicos e reduzindo o tempo de resposta aos beneficiários.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização do Projeto de Assentamento - PA Jacaré

O PA Jacaré está localizado no município de Jacareacanga no sudoeste do estado do Pará, distância aproximada de 1.700 km da capital de Belém-PA via Rodovia BR-230 Transamazônica (Figura 1). A área total do município é de aproximadamente 53.304 km² (IBGE, 2022). O Projeto de Assentamento encontra-se a 18 km da sede do município, partindo do núcleo urbano pela Rodovia BR-230. O município está inserido na bacia hidrográfica do Rio Tapajós, com uma população de 24.042 habitantes, um PIB per capita de R$ 4.295,60 (IBGE, 2022).

Figura 1 - Mapa de localização do PA - Jacaré - Município de Jacareacanga/PA.



Fonte: Autores (2026).

2.2 Base de Dados e Georreferenciamento

Os dados espaciais seguiram a NTGIR 3ª Edição e a Lei 10.267/2001. A execução foi realizada entre julho/2024 e julho/2025, compreendendo as etapas de: mobilização, coleta GNSS, pós-processamento, fiscalização e certificação. Foram levantados 7 pontos de apoio (Figura 2), pós-processados pelo método Posicionamento por Ponto Preciso (PPP-IBGE), 664 vértices tipo "M", 198 vértices tipo "P", totalizando 974,633 km de limites georreferenciados e 328 parcelas aprovadas no SIGEF.

O pós-processamento utilizou o serviço RBMC do IBGE, assegurando que todos os

vértices estivessem referenciados ao sistema geodésico SIRGAS 2000. A fiscalização é de responsabilidade da Fundação de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura – FAPEC, que analisou a qualidade dos dados, quanto acurácia e precisão, bem como a ausência de sobreposição entre lotes vizinhos. A certificação no SIGEF representa o reconhecimento oficial da geometria dos imóveis rurais. Este banco de dados georreferenciado serviu como a camada base para todas as análises subsequentes de suscetibilidade ambiental, permitindo que os resultados da modelagem fossem cruzados diretamente em cada lote georreferenciado.

Figura 2 - Base de Apoio imediato no PA - Jacaré.

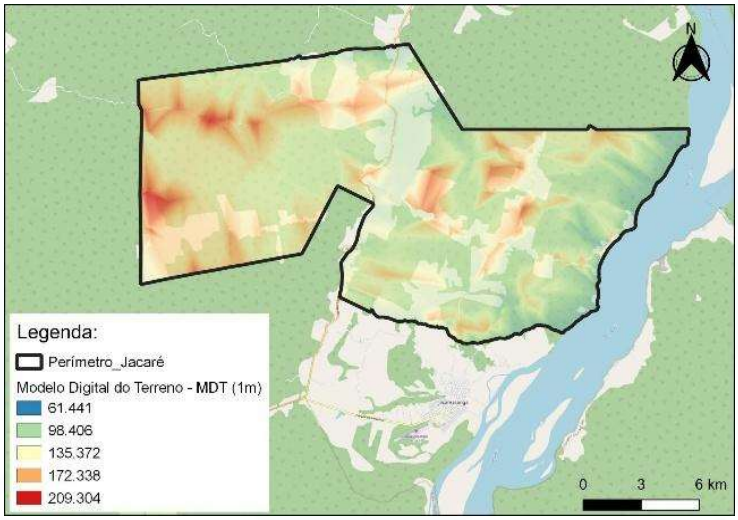


Fonte: FAPEC (2026).

2.3 Modelo Digital do Terreno - MDT

A nuvem de pontos obtida no georreferenciamento foi corrigida pelo modelo oficial do IBGE hgeoHNOR_Imbituba (PPP- IBGE) para obtenção de altitudes normais (m). Esses dados foram utilizados para gerar o Modelo Digital do Terreno (MDT), que apresenta resolução de 1 m/pixel e altitudes variando entre 61 m e 209 m (Figura 3).

Figura 3 - Modelo Digital do Terreno - MDT.



Fonte: Autores (2026).

A alta resolução do MDT é um diferencial deste estudo, permitindo capturar características do relevo que modelos globais (como SRTM de 30 m) ignoram. Em áreas de floresta tropical, o levantamento em campo por meio dos equipamentos GNSS é essencial para o cálculo preciso da declividade e dos índices hidrológicos, necessários para calcular a suscetibilidade ambiental.

A partir deste MDT, foram gerados os mapas de declividade e o Índice Topográfico de Umidade (TWI). Esta base topográfica garante que as análises de restrição ambiental, como a delimitação das APPs de topo de morro ou de encostas com declividade superior a 45°, sejam realizadas com o rigor técnico, evitando interpretações equivocadas da legislação.

2.4 Critérios Ambientais

Foram selecionados quatro critérios físico-ambientais. A declividade seguiu as classes da EMBRAPA (2018). O TWI foi calculado conforme Beven & Kirkby (1979) com filtro de correção de Yang & Liu no QGIS. A distância de rodovias seguiu Eastman (2009). O Fator de Bacia (Ave_NC) foi extraído da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) da ANA (2018). A escolha destes critérios baseou-se na literatura técnica sobre aptidão de terras e riscos ambientais na Amazônia, buscando equilibrar fatores de produção (acesso e relevo) com fatores de conservação (hidrologia e erodibilidade).

A declividade foi reclassificada em 5 classes: 5 (0-3%) Plano, 4 (3-8%) Suave Ondulado, 3 (8-20%) Moderado, 2 (20-45%) Forte Ondulado, 1 (>45%) Montanhoso/Escarpado. Esta classificação é fundamental para determinar a mecanização agrícola e o potencial de erosão. Terrenos planos a suave ondulados são altamente desejáveis para a agricultura familiar, enquanto áreas com declividade superior a 45° são consideradas de preservação permanente pelo Código Florestal, independentemente da cobertura vegetal.

O TWI (Topographic Wetness Index) quantifica o controle topográfico sobre os processos hidrológicos, identificando áreas propensas à saturação hídrica. Em assentamentos amazônicos, solos encharcados podem limitar o cultivo de certas culturas e dificultar a construção de infraestrutura. Já a distância da BR-230 reflete o custo de oportunidade e a viabilidade econômica do lote. Por fim, o Fator de Bacia (Ave_NC) fornece uma métrica da homogeneidade hidrológica, essencial para entender como o uso do solo em um lote pode afetar a microbacia como um todo.

2.5 Análise Multicritérios - AHP

Os pesos foram definidos pelo Processo Analítico Hierárquico (Saaty, 1980). A declividade recebeu o maior peso (0,35) por sua influência em processos erosivos. O Fator de Bacia recebeu 0,25, o TWI e a Distância de Rodovia 0,20 cada. A Razão de Consistência foi 0,02, abaixo do limite de 0,10. O método AHP permite que especialistas atribuam pesos relativos aos critérios através de comparações pareadas, transformando julgamentos subjetivos em uma escala numérica consistente e matematicamente validada.

A atribuição de maior peso à declividade justifica-se pelo fato de que, na Amazônia, o relevo é o principal limitante para a agricultura sustentável e o fator que mais contribui para o assoreamento de cursos d'água quando o solo é manejado incorretamente. O Fator de Bacia,

com peso 0,25, reflete a importância da gestão sistêmica da água. A consistência do modelo (RC=0,02) indica que as prioridades estabelecidas não foram aleatórias e possuem lógica interna, garantindo a confiabilidade dos mapas de suscetibilidade gerados.

A matriz de comparação pareada (Tabela 1) demonstra como cada critério se sobrepõe ao outro. Por exemplo, a declividade foi considerada moderadamente mais importante que o TWI e a distância de rodovias. Este escalonamento é vital para que o resultado final da análise ponderada dos pesos-WLC (*Weighted Linear Combination*) reflita as prioridades reais da gestão fundiária, onde a conservação do solo e da água deve preceder a facilidade de acesso, embora ambos sejam componentes da aptidão final.

Tabela 1- Matriz de Comparação Pareada e Pesos dos Critérios

Critérios	Declividade	TWI	Dist. Rodovia	Fator Bacia
Declividade	1	2	3	2
TWI	1/2	1	2	1
Dist. Rodovia	1/3	1/2	1	1/2
Fator Bacia	1/2	1	2	1

Pesos: D=0,35; TWI=0,20; DR=0,20; FB=0,25. Total=1,00. RC=0,02.

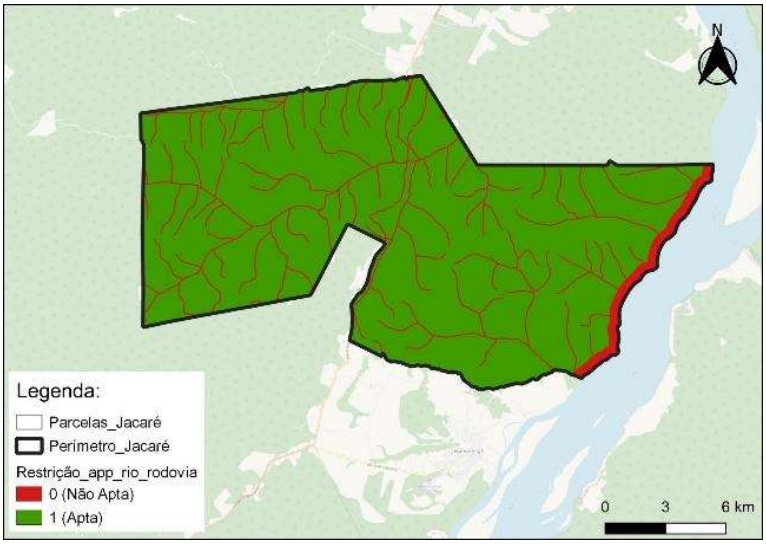
Fonte: Autores (2026).

2.6 Fatores de Restrição

As restrições legais foram tratadas como máscara booleana sendo APP de 30 m para cursos d'água independente da largura, APP de 500 m para o Rio Tapajós (Lei 12.651/2012, Art. 4º) e Faixa de Domínio de 30 m da BR-230. As áreas restritas receberam valor 0 e as aptas valor 1. Esta abordagem é fundamental para garantir que o modelo respeite os limites legais intransponíveis. Ao contrário dos critérios ponderados, onde uma nota baixa em um fator pode ser compensada por uma nota alta em outro, a restrição booleana atua como um interruptor: se a área é restrita, sua aptidão final será zero, independentemente de quão plana ou acessível ela seja.

O mapa de restrições (Figura 4) serve como um filtro de legalidade para o INCRA. Lotes que possuam grande parte de sua área sob estas restrições devem ter seus planos de uso redimensionados ou, em casos extremos, ser considerados inviáveis para a exploração agrícola intensiva. A transparência na aplicação destes critérios booleanos evita conflitos futuros com órgãos de fiscalização ambiental, como o IBAMA e o SEMAS/PA, e prepara o assentamento para a conformidade com o Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Figura 4 - Restrições Legais no PA Jacaré.



Fonte: Autores (2026).

3 ANÁLISE DE SOBREPOSIÇÃO PONDERADA - WLC

A operação foi realizada na Calculadora Raster do QGIS 3.44. O resultado foi reclassificado em 5 classes: Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Essa classificação permite uma visão intuitiva aos gestores, facilitando a tomada de decisão. Áreas classificadas como "Muito Alta" são aquelas que combinam relevo plano, solo bem drenado, proximidade com a rodovia e ausência de restrições legais, sendo, portanto, as primeiras candidatas à titulação definitiva e ao investimento em infraestrutura produtiva.

O fluxo metodológico baseou-se na Combinação Linear Ponderada (WLC). Os critérios foram padronizados na escala de 1 a 5. Conforme a equação (1) a seguir:

$$S = R \times ((D \times 0{,}35) + (TWI \times 0{,}20) + (DR \times 0{,}20) + 1{,}25) \quad (1)$$

Onde:

S = Suscetibilidade Final;
R = Máscara de Restrição (0 = Restrito, 1 = Aptos);
D = Declividade reclassificada;
TWI = Índice Topográfico de Umidade;
DR = Distância da Rodovia;
FB = Fator de Bacia (1,25).

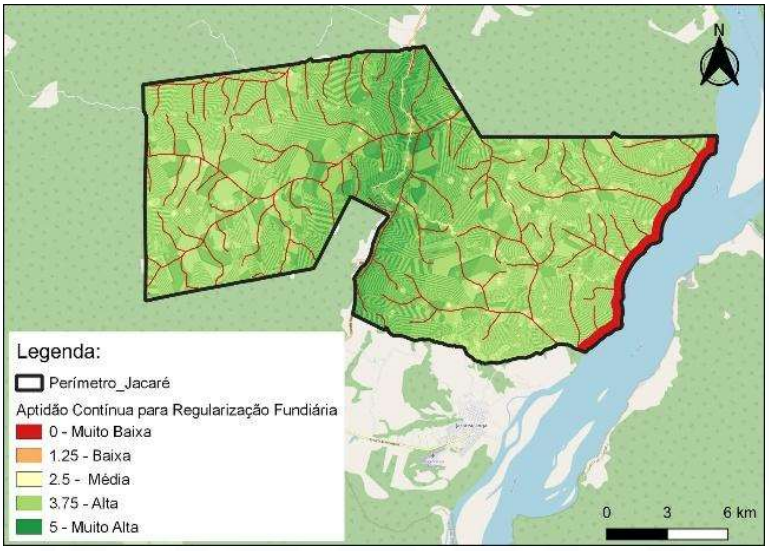
Esta fórmula representa a síntese espacial do modelo, onde a componente booleana (R) atua como um multiplicador nulo para áreas proibitivas, enquanto os demais termos somam as contribuições relativas de cada variável física e econômica. Devido à homogeneidade do Ave_NC na área (valores entre 37 e 51), o Fator de Bacia recebeu nota máxima de 5, resultando na constante 1,25 (0,25 × 5). A adoção desta constante simplifica o processamento, uma vez que a variação do Fator de Bacia dentro do PA Jacaré não é estatisticamente significativa para diferenciar a aptidão entre os lotes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapa de Suscetibilidade à Regularização Fundiária

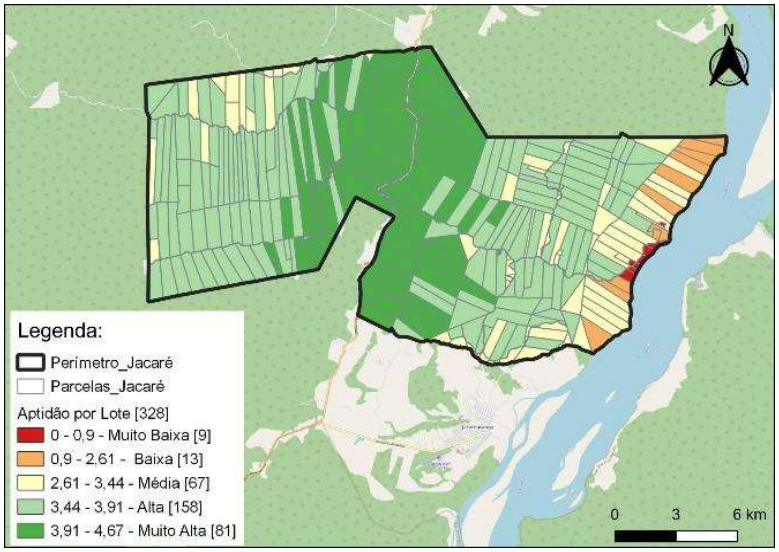
O mapa de aptidão contínua (Figura 5) foi gerado a partir da Equação 1, combinando os quatro critérios ponderados pelo AHP com a máscara de restrição booleana. A Figura 6 apresenta a classificação por lote, extraída por estatísticas zonais no QGIS para cada uma das 328 parcelas. A visualização espacial revela que as áreas de maior aptidão estão concentradas ao longo do eixo central do assentamento, onde a topografia é mais suave e o acesso à BR-230 é direto. As áreas de baixa aptidão coincidem com as zonas de amortecimento (APP) do Rio Tapajós e as encostas mais íngremes no projeto.

Figura 5 - Aptidão contínua para Regularização Fundiária no PA Jacaré.



Fonte: Autores (2026).

Figura 6 - Aptidão por lote para Regularização Fundiária no PA Jacaré.



Fonte: Autores (2026).

Os resultados na Tabela 2 indicam que 83,13% da área (241 lotes) apresenta suscetibilidade Alta a Muito Alta, refletindo a baixa declividade predominante, boa drenagem natural e acessibilidade da BR-230. Apenas 3,74% (22 lotes) concentram-se nas classes Baixa e Muito Baixa. Esta predominância de áreas aptas é um indicador positivo para a viabilidade do PA Jacaré como polo de produção familiar.

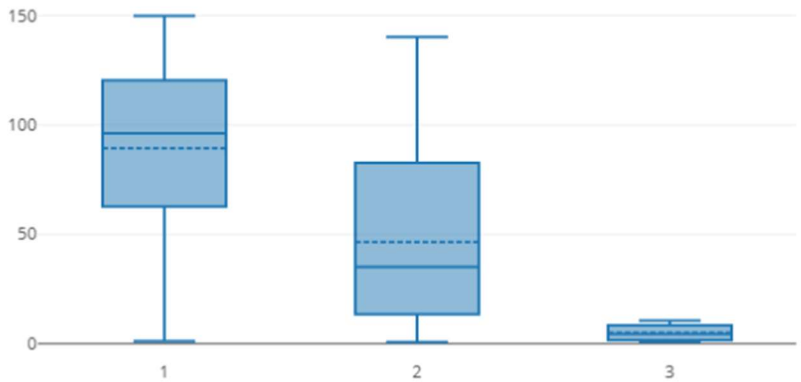
Tabela 2 - Suscetibilidade à Regularização Fundiária no PA Jacaré.

Classes	Nº de Lotes	Área (ha)	Área (%)
Muito Alta	81	8.390,2813	30,64
Alta	160	14.374,7060	52,49
Média	65	3.594,4112	13,13
Baixa	13	907,4425	3,31
Muito Baixa	9	117,5475	0,43
Total	**328**	**27.384,3885**	**100**

Fonte: Autores (2026).

A análise estatística por boxplot (Figura 7) evidencia correlação entre suscetibilidade e dimensão das parcelas. Na classe Alta/Muito Alta, a mediana é de 96,24 ha, valor 22 vezes superior aos 4,34 ha da classe Baixa/Muito Baixa. Esta disparidade sugere que os lotes menores são os mais afetados por restrições ambientais ou fragmentações impostas pelo relevo e hidrografia.

Figura 7 - Boxplot da Distribuição da Área dos Lotes por Classe de Suscetibilidade.



Fonte: Autores (2026).

Os resultados obtidos corroboram estudos que empregaram abordagens similares de análise multicritério em ambiente SIG. O predomínio da classe Alta/Muito Alta (83,13% da área) está alinhado com Sparovek et al. (2003), que demonstraram que assentamentos na

Amazônia com maior aptidão física das terras apresentam maior viabilidade produtiva e menores taxas de abandono.

A declividade como critério de maior peso (0,35) converge com Souza et al. (2026), que aplicaram AHP para adequabilidade de estradas florestais no sul do Brasil, e com Kılıç et al. (2023), que identificaram a declividade e a distância de vias de acesso como critérios determinantes para seleção de assentamentos rurais.

A abordagem híbrida (restrições booleanas + AHP) adotada neste trabalho difere de modelos puramente compensatórios e representa um avanço metodológico para a regularização fundiária, conforme sugerido por Eastman (2009) para cenários que envolvem restrições legais absolutas.

4.2 SIGEF prioridade INCRA para Titulação

Dos 328 lotes, 193 (16.492,92 ha) estão cadastrados em nome do INCRA, ou seja, esses lotes aguardam a identificação dos beneficiários. A Tabela 3 apresenta a priorização. 136 lotes (82,54%) enquadram-se na prioridade 1 (Alta/Muito Alta), candidatos a titulação imediata. Estes lotes já possuem georreferenciamento certificado, não apresentam sobreposições e estão situados em áreas de alta suscetibilidade ambiental. Esta priorização permite que o INCRA apresente resultados rápidos à sociedade, aumentando a eficiência administrativa. A prioridade 2 (43 lotes) requer avaliações complementares, por apresentarem aptidão média que exige um plano de manejo mais detalhado. 14 lotes (3,89%) na prioridade 3 indicam inviabilidade nas condições atuais, devido à alta incidência de APPs ou relevo impeditivo.

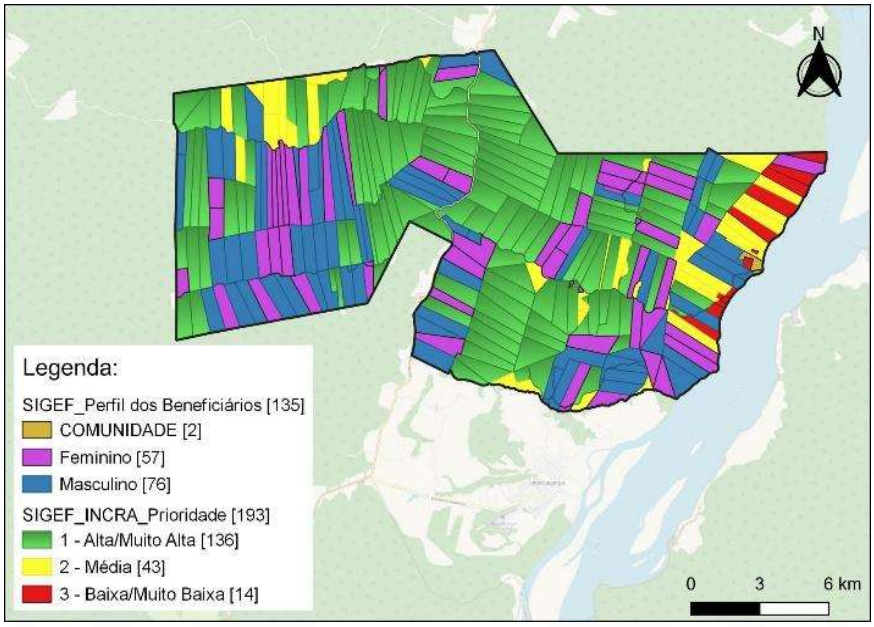
Tabela 3 - SIGEF - INCRA prioridades para Titulação.

Prioridade	Nº de Lotes	Área (ha)	Área (%)
1 – Alta/Muito Alta	136	13.613,5383	82,54
2 - Média	43	2.237,9719	13,57
3 – Baixa/Muito Baixa	14	641,4046	3,89
Total	**193**	**16.492,9148**	**100**

Fonte: Autores (2026).

O mapa de prioridade (Figura 8) funciona como um roteiro de trabalho para as equipes de campo e de gabinete da SR-30/INCRA. Ao focar os esforços nos lotes de prioridade 1, o órgão otimiza o uso de diárias, veículos e pessoal, garantindo que o título de propriedade chegue primeiro àqueles que atendem às cláusulas resolutivas e estão em plena conformidade ambiental.

Figura 8 - Mapa da distribuição espacial dos lotes cadastrados no SIGEF por prioridade e beneficiários no PA Jacaré.



Fonte: Autores (2026).

Os resultados da análise espacial indicam que, na classe Alta/Muito Alta, 136 lotes (82,54%) possuem área entre 2,1694 ha e 149,9052 ha, com mediana de 106,33 ha. Na classe Média, 43 lotes (13,57%) estão entre 1,20 ha e 128,09 ha, com mediana de 42,72 ha. A mediana da classe Alta/Muito Alta é 2,5 vezes superior à da classe Média, evidenciando que o processo de parcelamento priorizou áreas de maior potencial produtivo para lotes de maior dimensão. Ambas as classes apresentam *outliers* inferiores, como o lote de 0,72 ha na classe Média, associado ao fracionamento, por exemplo, do lote 39, seccionado por estrada.

4.3 Perfil dos assentados cadastros em RB INCRA no PA Jacaré

A Tabela 4 apresenta o perfil dos beneficiários da reforma agrária no PA Jacaré. A distribuição mostra que 56,10% dos beneficiários são do sexo masculino e 43,48% do sexo feminino. A parcela feminina reflete as políticas de inclusão produtiva e o reconhecimento da mulher como gestora da unidade produtiva. Entretanto, a recomendação do INCRA é que os cadastros sejam realizados, de preferência, em nome das mulheres, aumentando o número de mulheres no processo de titulação. A presença de 2 áreas comunitárias (0,42%) indica a existência de espaços de uso coletivo, como sedes de associações. Estes espaços são necessários nos projetos de assentamento e devem ser preservados e regularizados com o mesmo rigor técnico aplicado aos lotes individuais.

Tabela 4 - SIGEF - Perfil dos Beneficiários.

Gênero	Nº de Lotes	Área (ha)	Área (%)
Masculino	76	6.110,4503	56,10
Feminino	57	4.736,0447	43,48
Comunidade	2	44,9787	0,42
Total	**135**	**10.891,4737**	**100**

Fonte: Autores (2026).

Na análise por prioridade de atendimento, dos 328 cadastros registrados no INCRA, 105 beneficiários encontram-se classificados na Prioridade 1, correspondendo a 32,01% do total. Deste universo, 60 são do sexo masculino e 45 do sexo feminino. Ao se observar a distribuição interna por gênero, constata-se que 78,95% das mulheres e 78,95% dos homens estão concentrados na Prioridade 1, o que evidencia uma distribuição proporcionalmente equivalente entre os sexos neste critério.

5 CONCLUSÕES

A análise multicritério por meio da abordagem híbrida permitiu gerar mapas de suscetibilidade ambiental à regularização fundiária do PA Jacaré. Os resultados indicaram que 83,13% da área apresenta suscetibilidade Alta a Muito Alta, demonstrando o potencial do território para regularização. A principal contribuição metodológica deste estudo é a distinção entre restrições legais (filtros booleanos não compensatórios) e critérios ambientais (pesos compensatórios via AHP). Modelos tradicionais que tratam todas as variáveis como preferências falham ao não reconhecer que APP e faixas de domínio são áreas não negociáveis.

A análise estatística mostrou forte correlação entre suscetibilidade e dimensão fundiária, com mediana de 96,24 ha na classe Alta/Muito Alta contra 4,34 ha na Baixa/Muito Baixa, indicando coerência no parcelamento original do assentamento. Estes achados reforçam a necessidade de diagnósticos prévios à criação de novos assentamentos, evitando a fragmentação em áreas de baixa aptidão. O uso do Modelo Digital de Terreno - MDT, com resolução de 1 metro, gerado a partir do levantamento georreferenciado, foi a principal base de dados para extração das informações do relevo, invisíveis em modelos digitais de elevação gerados com imagens SRTM de 30 metros.

O mapa da distribuição espacial representa a situação real dos lotes do PA Jacaré, com o qual foi possível identificar o perfil dos assentados e as parcelas cadastradas em nome do INCRA. Para dar continuidade à etapa de Regularização Fundiária, é necessário que esses lotes sejam destinados a seus proprietários legais. O resultado do estudo contribui de forma direta, indicando os lotes pelo nível de suscetibilidade à Regularização Fundiária. A abordagem proposta alinha-se ao princípio da justiça territorial, ao instrumentalizar o INCRA com critérios técnicos para a titulação de assentamentos, promovendo inclusão social e segurança jurídica.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e Fundação de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura (FAPEC), respetivamente pelo financiamento e apoio por meio da celebração do Termo de Execução Descentralizada (TED nº17/2021). Costa e Nobre agradecem à FAPEC pelo subsídio financeiro através de bolsa de pesquisa.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Ottobacias: metodologia para delimitação de bacias hidrográficas.** Brasília: ANA, 2018. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/. Acesso em: 20 jun. 2026.

BEVEN, K. J.; KIRKBY, M. J. **A physically based variable contributing area model of basin hydrology.** Hydrological Sciences Bulletin, v. 24, n. 1, p. 43-69, 1979.

BRASIL. Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. **Dispõe sobre o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais - CNIR.** Diário Oficial da União, Brasília, 29 ago. 2001.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Diário Oficial da União, Brasília, 28 maio 2012.

EASTMAN, J. R. **IDRISI Taiga: Guide to GIS and Image Processing.** Worcester: Clark University, 2009.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

FAPEC - FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA, AO ENSINO E À CULTURA. **Relatório de Fiscalização do PA Jacaré, 2026.**

HASSAN, I. et al. **Weighted overlay analysis for ecological capacity assessment using AHP and GIS.** EQA - International Journal of Environmental Quality, v. 63, p. 1-14, 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html. Acesso em: 5 jul. 2026.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais - NTGIR.** 3. ed. Brasília: INCRA, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/ntgir.pdf. Acesso em: 25 jun. 2026.

KILIÇ, F. et al. **A GIS-based multi-criteria decision analysis approach using AHP for rural settlement site selection and eco-village design in Erzincan, Turkey.** Socio-Economic Planning Sciences, v. 86, 101474, 2023.

MENEZES, R. S. et al. **GIS-Based Flood Susceptibility Mapping Using AHP in the Urban Amazon: A Case Study of Ananindeua, Brazil.** ResearchGate, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/. Acesso em: 06 jul. 2026.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation.** New York: McGraw-Hill, 1980.

SOUZA, F. L. et al. **Analytic Hierarchy Process (AHP) and GIS applied to the adequacy of forest roads in southern Brazil.** Boletim de Ciências Geodésicas, v. 32, n. 1, p. 1-18, 2026.SPAROVEK, G. et al. **Agricultural settlement and soil quality in the Brazilian Amazon.** Scientia Agricola, v. 60, n. 1, p. 1-12, 2003.

YANG, L.; LIU, G. **A correction method for topographic wetness index calculation.** Computers & Geosciences, v. 158, 104944, 2022.