OMNIA
Centro Universitário de Adamantina

CAPACIDADE DE USO DA TERRA E CONFLITOS DE USO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GURGUÉIA

LAND USE CAPABILITY AND LAND USE CONFLICTS IN THE GURGUÉIA RIVER BASIN

Revista OMNIA Interdisciplinar
ISSN 1677-3942 | e-ISSN: 2966-0564
https://doi.org/10.69719/roi.v10.931

José Jeremias Fernandes de Oliveira[1],*

[1]IFPI - Campus Teresina Central

***Autor correspondente:**
jeremias.oliveira@ifpi.edu.br

Recebido em: 01/07/2026
Aceito em: 01/09/2026

Fonte de financiamento: nenhum
Conflito de interesse: nada a declarar
Editor responsável: Profa. Dra. Eliane Vendramini de Oliveira
Esse é um artigo aberto distribuído sob licença CC-BY 4.0, que permite cópia e redistribuição do material em qualquer formato e para qualquer fim desde que mantidos os créditos de autoria e publicação original.

Resumo: Este estudo objetivou identificar conflitos de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Gurguéia (BHRG), no Piauí, confrontando a capacidade de uso da terra com a ocupação real por meio de geotecnologias na plataforma *Google Earth Engine*. Os resultados indicam a predominância de terras com alta aptidão agrícola (classes I, II e III), que totalizam cerca de 40% da área, favorecidas pelo relevo plano e pela presença de Latossolos. Contudo, identificou-se uma severa incompatibilidade de ocupação em zonas vulneráveis, com conflitos atingindo 35,1% das terras de classe VIII. Esses conflitos severos distribuem-se de forma difusa, porém de forma mais significativa em encostas, divisores de drenagem e Neossolos Litólicos, devido à expansão da atividade agropecuária na fronteira do MATOPIBA. Conclui-se que o avanço agrícola ignora limitações pedológicas e topográficas, demandando estratégias urgentes de planejamento e manejo sustentável para mitigar a degradação ambiental regional.
Palavras-chave: Planejamento territorial, Resiliência pedológica, Degradação do solo.

Abstract: This study aims to identify land use conflicts in the Gurguéia River Hydrographic Basin (BHRG), Piauí, by contrasting agricultural land capability with actual occupation using geotechnologies in the Google Earth Engine platform. The results indicate a predominance of lands with high agricultural suitability (classes I, II, and III), totaling approximately 40% of the area, favored by flat terrain and Latossolos. However, severe occupation incompatibility was identified in vulnerable zones, with conflicts affecting 35.1% of class VIII lands. These severe conflicts are diffusely distributed, concentrating on hillsides, drainage divides, and Neossolos Litólicos due to agricultural expansion in the MATOPIBA frontier. It is concluded that agricultural advancement ignores pedological and topographic limitations, demanding urgent planning and sustainable management strategies to mitigate regional environmental degradation.
Keywords: *Territorial planning, Pedological resilience, Soil degradation.*

INTRODUÇÃO

O devido planejamento do uso de terras agrícolas é essencial para a gestão de bacias hidrográficas no contexto do desenvolvimento sustentável, pois o uso dessas terras, com base em suas potencialidades e limitações, possibilita identificar áreas críticas, determinar práticas de manejo sustentáveis, proteger os recursos hídricos, reduzir a perda de solo e aumentar a produtividade (Nandi et al., 2026; Harik et al., 2023; Liu et al., 2026).

De acordo com Oliveira e Aquino (2021), a bacia hidrográfica do rio Gurguéia (BHRG), situada no sudoeste do estado do Piauí, abrange uma área de aproximadamente 48.826 km² e engloba 33 municípios, constituindo uma unidade territorial estratégica para o planejamento ambiental e econômico regional. A região registra a produção de diversas culturas temporárias como milho, arroz, feijão, algodão, cana-de-açúcar, porém a soja consolidou-se como a principal cultura (Bueno e Santos 2020). Essa cultura apresenta crescimento expressivo desde 1990 e atualmente liderando com ampla margem o uso das terras agrícolas da região (Oliveira; Aquino 2021).

Economicamente, a região passou por uma transformação radical nas últimas décadas, deixando de ser um polo focado em agricultura de subsistência e pecuária extensiva para se tornar um dos eixos centrais da fronteira agrícola do MATOPIBA (acrônimo para Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) (Oliveira e Aquino, 2021; Oliveira e Aquino, 2022).

A BHRG apresenta elevada relevância ambiental para a região, por sua característica de ecótono, possuindo recursos hídricos e biológicos estratégicos que enfrentam desafios crescentes, como a expansão agrícola e a degradação crescente (Castro, 2009). Logo, a BHRG é um território de relevância socioeconômica e complementaridades, onde o

desenvolvimento acelerado do agronegócio moderno exige um planejamento sustentável.

Segundo Oliveira e Aquino (2021), a BHRG é caracterizada por um equilíbrio frágil, onde solos arenosos e declividades acentuadas exigem o uso de técnicas de manejo sustentável. Contudo, o referido estudo não aborda o uso dessas áreas mais frágeis para a agricultura e desconsidera a abrangência dos solos mais resilientes na bacia. O uso do solo em desacordo com a sua capacidade de suporte promove a degradação acelerada dos recursos naturais, pois a capacidade de uso da terra é definida como o limite máximo de atividades socioeconômicas e população que um sistema ambiental pode sustentar sem comprometer sua integridade estrutural e funcional (Du et al., 2025; Encabo et al., 2026).

A utilização de ferramentas de geoprocessamento é essencial no monitoramento de conflitos de uso da terra, pois possibilita a aquisição, análise e visualização de conjuntos de dados no espaço-temporais em sistemas naturais. As geotecnologias transformam o monitoramento passivo em uma gestão antecipatória, fornecendo as bases científicas necessárias para equilibrar os objetivos ecológicos, sociais e econômicos no território (Pandey et al., 2026; Minasny et al 2026, Libohova et al 2026).

Embora o planejamento do uso da terra seja reconhecido como estratégico para a gestão de bacias hidrográficas, as análises vigentes para a Bacia Hidrográfica do Rio Gurguéia (BHRG) falham ao não integrar a heterogeneidade da resiliência pedológica com a dinâmica espacial da expansão do agronegócio. Estudos anteriores na região, como os de Oliveira e Aquino (2021), embora identifiquem a fragilidade ambiental da bacia, não detalham a espacialização dos conflitos resultantes do uso incompatível com a capacidade de suporte dos solos.

Dessa forma, este estudo avança ao superar tais limitações, integrando o mapeamento digital de solos e geotecnologias para confrontar, de forma multiescala, a aptidão agrícola real com a ocupação efetiva da terra. Esse diagnóstico é fundamental para converter o monitoramento do uso da terra em uma ferramenta de gestão antecipatória, fornecendo bases científicas para mitigar a degradação em um dos eixos mais críticos da fronteira do MATOPIBA.

Diante do exposto, este estudo objetiva identificar conflitos de uso da terra na BRRG por meio do confronto entre a capacidade de uso agrícola e a ocupação real. Utilizando geotecnologias, a pesquisa busca diagnosticar áreas de vulnerabilidade, visando subsidiar a gestão territorial e o manejo sustentável frente aos desafios da expansão do agronegócio regional.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a BHRG (Figura 1), integrada à Região Hidrográfica do Parnaíba. Localizada no sul do estado do Piauí, a BHRG abrange uma extensão territorial de 48.305 km² que intersecta os limites político-administrativos de 27 municípios. Geograficamente, a bacia está delimitada pelas coordenadas de latitude 06° 45’ a 10° 55’ S e longitude 43° 10’ a 45° 35’ O. O regime macroclimático regional é classificado como tropical quente, com nítida estacionalidade climática caracterizada por verões chuvosos e invernos secos (Aw, conforme a classificação de Köppen-Geiger).

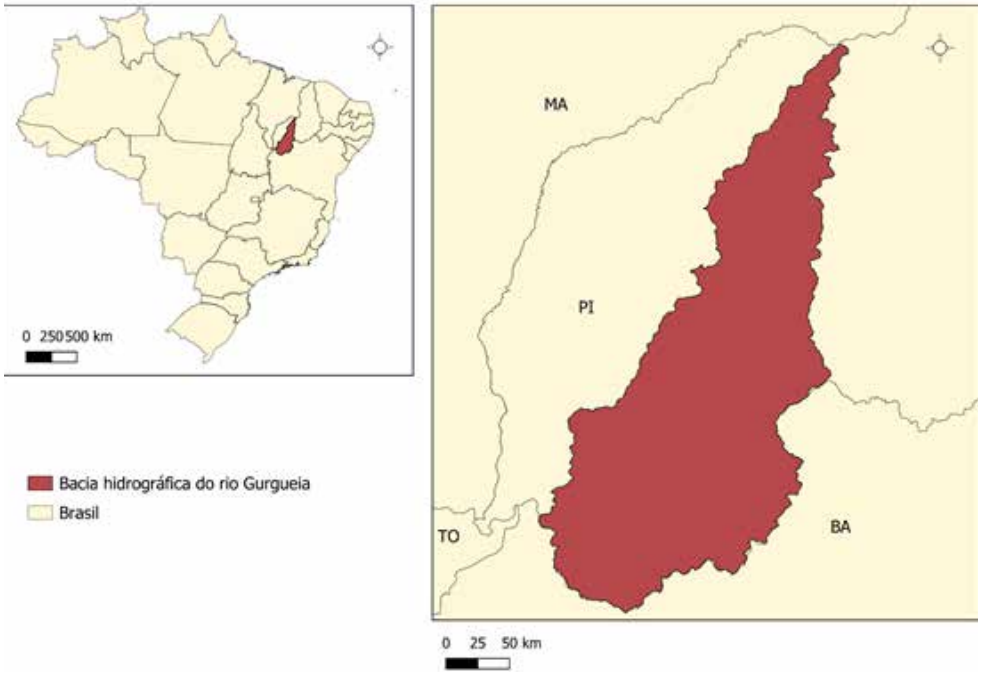


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Gurguéia, 2026.
Fonte: Elaborada pelo autor

A análise foi conduzida inteiramente na plataforma Google Earth Engine (GEE), utilizando algoritmos de computação em nuvem para o processamento de grandes conjuntos de dados geoespaciais, conforme é demonstrado na figura 2.

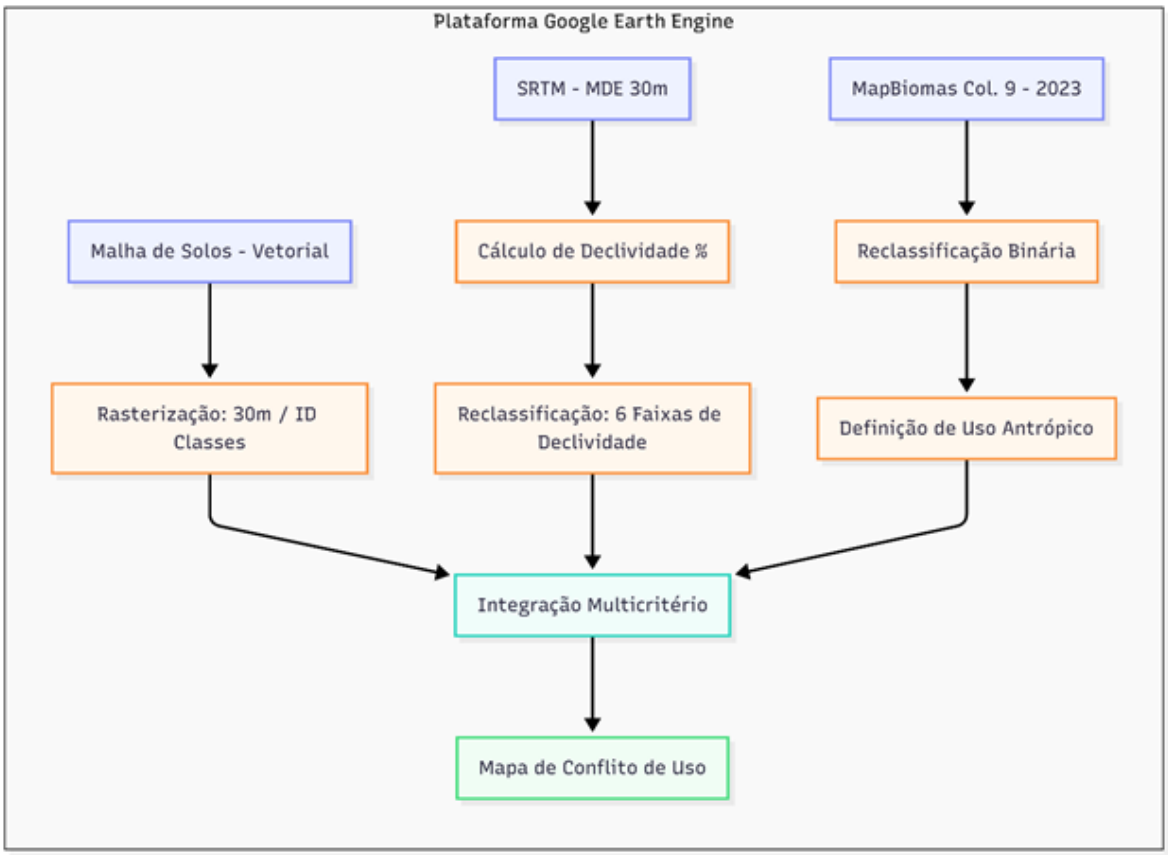


Figura 2. Fluxograma metodológico do processamento de dados e modelagem de conflitos de uso na BHRG utilizando GEE.

Para a determinação da capacidade de uso da terra e os dados de solos e relevo foram integrados matricialmente. As classes de solos, (tabela 1) obtidas a partir do mapeamento pedológico, classificadas conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS, 2025), foram cruzadas com os intervalos descritivos das classes de declividade da bacia.

Tabela 1. Resumo Pedológico: Drenagem, Profundidade, Relevo e Fertilidade das Ordens de Solo

Ordem	Características Principais
Argissolos	Drenagem forte a imperfeita; profundidade variável; relevo diverso; pedregosidade geralmente ausente; fertilidade de baixa a moderada.
Cambissolos	Drenagem forte a imperfeita; rasos a profundos; relevo variável; presença frequente de cascalhos e fragmentos de rocha; fertilidade química variável.
Chernossolos	Bem a imperfeitamente drenados; profundidade variável; alta fertilidade natural; ricos em matéria orgânica.
Espodossolos	Excessiva a mal drenados; profundidade variável; relevo plano; textura essencialmente arenosa sem pedregosidade; fertilidade muito baixa e fortemente ácidos.
Gleissolos	Mal a muito mal drenados; perfil raso a moderado; relevo plano de várzeas/baixadas; fertilidade variável com risco de salinidade ou sodicidade.

Ordem	Características Principais
Latossolos	Fortemente a bem drenados; muito profundos; relevo plano a suave-ondulado; ausência de pedregosidade; altamente intemperizados, ácidos e de baixa fertilidade natural.
Luvissolos	Bem a imperfeitamente drenados; pouco profundos; relevo ondulado a suave-ondulado; pedregosidade superficial frequente; alta fertilidade natural.
Neossolos	Drenagem de excessiva a má; rasos a muito profundos; relevo montanhoso a plano; pedregosidade/rochosidade frequente; fertilidade totalmente dependente do material originário.
Nitossolos	Bem drenados; profundos; relevo ondulado a suave-ondulado; pouca ou nenhuma pedregosidade; baixa fertilidade natural, mas com excelente estrutura física em blocos brilhantes.
Organossolos	Mal a muito mal drenados; espessos horizontes orgânicos; relevo de depressões, várzeas ou serras frias; fortemente ácidos com CTC (capacidade de troca catiônica) altíssima proveniente da matéria orgânica.
Planossolos	Imperfeitamente ou mal drenados; moderados a profundos; relevo plano/suave-ondulado; fertilidade variável, frequentemente associados a caráter sódico ou sálico.
Plintossolos	Imperfeitamente a mal drenados; profundidade variável; relevo plano ou platôs; altíssima presença de nódulos, concreções ou canga nas formas pétricas; baixa fertilidade natural e distróficos.
Vertissolos	Imperfeitamente a mal drenados; pouco profundos a profundos; relevo plano/suave-ondulado; altíssima fertilidade natural.

Fonte: (Santos et al., 2025)

A partir do levantamento das características intrínsecas das ordens de solo identificadas na área de estudo, procedeu-se ao cruzamento dessas variáveis pedológicas com os intervalos de declividade dominantes na bacia. Essa integração multicritério permitiu estruturar a matriz de capacidade de uso da terra da BHRG, correlacionando cada associação pedo-topográfica às suas respectivas classes de aptidão e aos usos recomendados para a preservação do solo e dos recursos hídricos (Tabela 2).

Tabela 2. Matriz de integração entre pedologia (SIBCS, 2025), declividade e capacidade de uso da terra para a Bacia do Rio Gurguéia.

Solo	Classe de declividade	Capacidade de uso	Uso recomendado
LV e LA	Plano / Suave (≤ 8%)	I - II	Agricultura e Pastagem
NV	Plano / Suave (≤ 8%)	I - II	Agricultura e Pastagem
PA, PV e PC	Plano a Ondulado (≤ 13%)	II - IV	Pastagem e Silvicultura
TC e TH	Suave a Forte (3% – 20%)	III - IV	Pastagem
CX, CF e CH	Ondulado a Montanhoso (8% – 45%)	IV - VII	Silvicultura e Preservação

Solo	Classe de declividade	Capacidade de uso	Uso recomendado
RY, RQ, RL e RR	Plano a Escarpado (≤ 75%+)	IV - VIII	Preservação
PA, PT e PH	Ondulado a Forte (8% – 20%)	V - VI	Vegetação Nativa e Proteção
VE e VH	Plano a Suave (≤ 8%)	III	Pastagem
GX e GS	Plano (≤ 3%)	III - V	Conservação Hídrica
SX e SN	Plano a Suave (≤ 8%)	III - IV	Pastagem e Conservação
OX	Plano (≤ 3%)	V	Preservação Permanente
EF	Ondulado (8% – 13%)	V	Preservação
AR	Escarpado (> 45%)	VIII	Preservação

AR: Afloramento de Rocha; CF: Cambissolo Férrico; CH: Cambissolo Húmico; CX: Cambissolo Háplico; EF: Espodossolo Ferri-humilúvico; GS: Gleissolo Salpítico / Salino; GX: Gleissolo Háplico; LA: Latossolo Amarelo; LV: Latossolo Vermelho; NV: Nitossolo Vermelho; OX: Organossolo Háplico; PA: Argissolo Amarelo; PC: Argissolo Cinzento; PH: Plintossolo Háplico; PT: Plintossolo Pétrico; PV: Argissolo Vermelho; RL: Neossolo Litólico; RQ: Neossolo Quartzarênico; RR: Neossolo Regolítico; RY: Neossolo Flúvico; SN: Planossolo Nátrico; SX: Planossolo Háplico; TC: Luvissolo Crômico; TH: Luvissolo Háplico; VE: Vertissolo Ebânico; VH: Vertissolo Háplico.
Fonte: Adaptada de Lepsch et al (2012)

Para a definição dos conflitos de uso na BHRG, estabeleceu-se uma matriz de referência que classificadas de solo segundo o Sistema Brasileiro de classificação de solos (SIBCS, 2025), até o segundo nível categórico, com as classes de declividade. Conforme apresentado na tabela 1, esta estrutura categoriza as terras em diferentes classes de capacidade de uso, permitindo o estabelecimento de padrões de uso recomendados baseados na tipologia do MapBiomas. O conflito de uso foi definido pelo confronto entre a ocupação efetiva MapBiomas (2023) e as limitações pedológicas e topográficas (Capacidade de Uso).

Para a análise da interdependência entre a aptidão do solo e a ocupação antrópica na BHRG, utilizou-se o software *RStudio*. A análise foi estruturada por meio de uma Matriz de Calor (*Heatmap*) de Frequência, ferramenta empregada para representar a distribuição espacial do conflito de uso, permitindo a identificação visual de *hotspots* onde a incompatibilidade entre a capacidade de uso e o uso efetivo da terra é mais acentuada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espacialização e mensuração do uso da terra em desacordo com sua capacidade produtiva e sem considerar as suas limitações iniciam ou aceleram o processo de degradação do solo, sobretudo em zonas de expansão agrícola, como ocorre na região do MATOPIBA, sendo considerada a última fronteira agrícola do Brasil. A BHRG, além de estar em área de expansão agrícola, é uma zona de transição entre os biomas cerrado e caatinga. Dito isso, o uso de ferramentas de geotecnologias é essencial e acessível para o monitoramento remoto de grandes extensões territoriais (Souza et al., 2023; Teixeira e Rizzatti, 2022).

O mapeamento da capacidade de uso da terra na BHRG (Figura 2) possibilitou observar que as classes I, II e III predominam na bacia, totalizando aproximadamente 40%. Já as classes de maior vulnerabilidade (IV,

V e VI), que demandam maior restrição de uso e intensificação das práticas de manejo e conservação, totalizam 25% da cobertura da BHRG. As áreas inadequadas para fins agropecuários, que devem ser mantidas com cobertura vegetal permanente na BHRG, somam cerca de 35%.

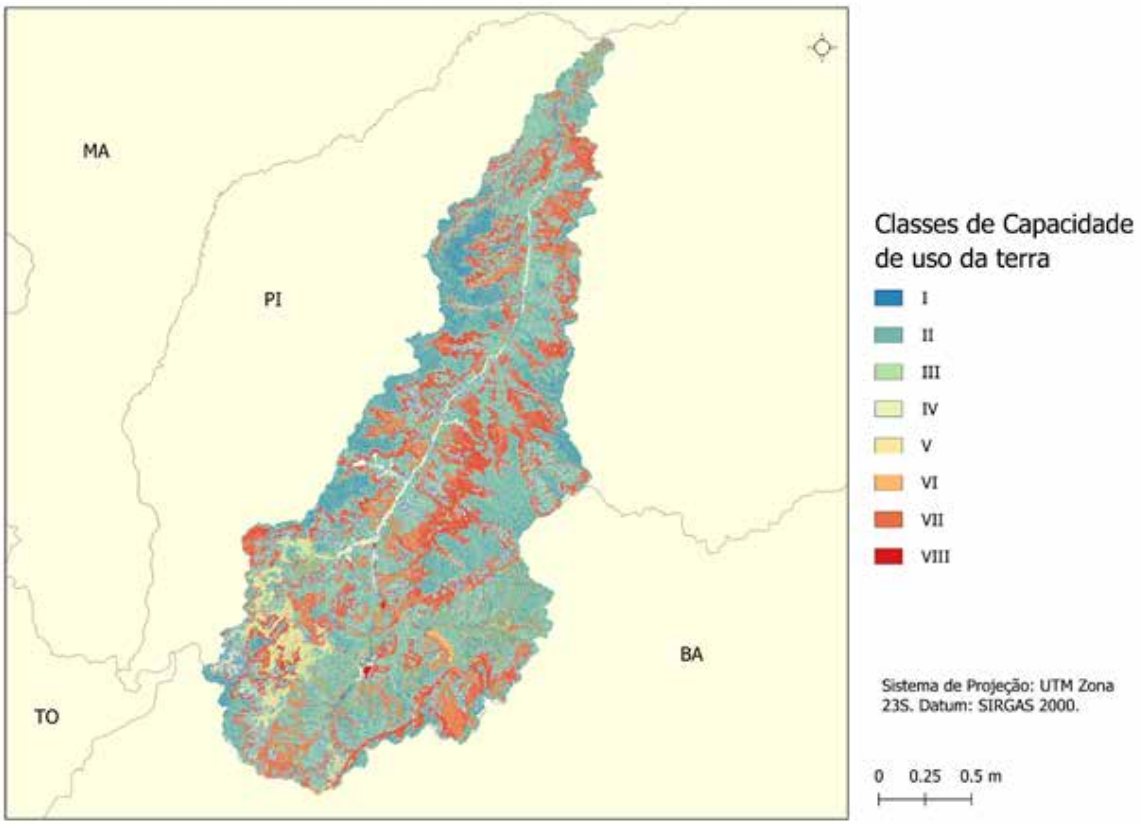


Figura 3. Mapa de classes de capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica do rio Gurguéia, 2026.

As classes I, II e III predominam nas áreas em que o relevo varia de plano a suavemente ondulado, com maior ocorrência em baixadas, planícies fluviais e vales encaixados ao longo do canal principal. Segundo Salma et al. (2024), a declividade associada ao comprimento da rampa são fatores imperativos na resiliência a processos erosivos, pois áreas de inclinação suave tendem a reduzir a energia do escoamento superficial.

Logo demonstra que áreas com baixa declividade e solos favoráveis são enquadradas nas classes de maior aptidão agrícola. Associado a essa condição geomorfológica, nessas áreas ocorre a predominância de Latossolos, solos estes que possuem características como boa drenagem e profundidade.

Esta classe de solo possui propriedades físico-hídricas favoráveis, como elevada estabilidade estrutural e agregação. Além disso, apresenta alta porosidade e boa infiltração, características importantes para a conservação do solo em ambientes agrícolas (Pessoa et al., 2024) Pessoa e Libardi, 2022). Logo, a combinação entre geomorfologia e características pedológicas permite maior resistência ao processo de degradação do solo, sendo assim apta ao uso agropecuário.

Altas taxas de infiltração resultam em escoamento superficial reduzido, o que diminui a perda de solo. Nos Latossolos, há uma quantidade elevada de poros que favorece a infiltração. Isso valida que essa classe de solo possui propriedades físico-hídricas favoráveis ao uso agropecuário, conforme estudos de Mithuna e Mahindrakar (2026), e de Pires, Ghanbarian e Lin (2024).

Já as classes IV, V e VI predominam nas áreas em que o relevo varia de fortemente elevado a montanhoso, com maior ocorrência nas bordas das bacias e nas escarpas. Conexo a essa condição geomorfológica, nessas áreas ocorre a predominância de Neossolos, sendo comuns nesses solos características de má drenagem, nos Neossolos Flúvicos, e pouca profundidade, nos Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos.

Segundo Nardotto et al. (2026), solos pouco desenvolvidos são reconhecidos como os mais propensos ao processo erosivo. Já Meier et al. (2018), afirmam que, devido à vulnerabilidade dos Neossolos Litólicos em relevo acentuado, a perda de solo tende a superar a formação do solo, demandando, portanto, manejo conservacionista mais rigoroso.

Para além da fragilidade ambiental associada a ambientes com má drenagem, comuns em zonas de

baixada, de acordo com Mendes e Rosa, (2019), as restrições dessas terras ao uso agropecuário ocorrem pela trabalhabilidade limitada das máquinas.

Deste modo, essas áreas possuem maior vulnerabilidade ao uso agropecuário, demandando maior limitação na seleção das culturas a serem implantadas e requerendo práticas de manejo e conservação do solo mais acentuadas.

Observa-se na figura 3 que, na BHRG, predomina a presença de áreas preservadas, cobertas por vegetação nativa ou por usos compatíveis com a capacidade de uso da terra. As áreas com uso atual adequado concentram-se principalmente em regiões com relevo menos restritivo e solos mais resilientes ao processo erosivo.

Contudo, áreas de conflitos severos na BHRG ocorrem de modo difuso em toda a bacia, porém com maior concentração ao longo de encostas, divisores de drenagem e setores mais dissecados do relevo.

Os conflitos severos concentram-se principalmente em encostas, divisores de drenagem e setores mais dissecados do relevo. Nessas áreas, as limitações impostas pela declividade e pela maior suscetibilidade à erosão tornam o uso agropecuário mais restritivo (Barbalho; Castro, 2018; Rocha; Silva, 2024; Magdaleno; Pereira, 2025). A difusão das áreas de conflito ocorre pela expansão urbana e atividade agropecuária em áreas com relevo mais dissecado, as quais exigem práticas de preservação ou reflorestamento (Becegato et al., 2025; Braga et al., 2021; Gouveia, 2025).

Apesar da predominância de áreas preservadas na BHRG, é relevante salientar a tendência de redução dessas. De acordo com Magdaleno e Pereira (2025), o principal agente de promoção das áreas de conflito é a expansão agrícola, ocorrendo de modo difuso e ignorando as áreas de proteção ambiental. Os conflitos são mais acentuados em áreas com ocorrência de Neossolos e em regiões de maior declive, como encostas (Ramos et al.,2018).

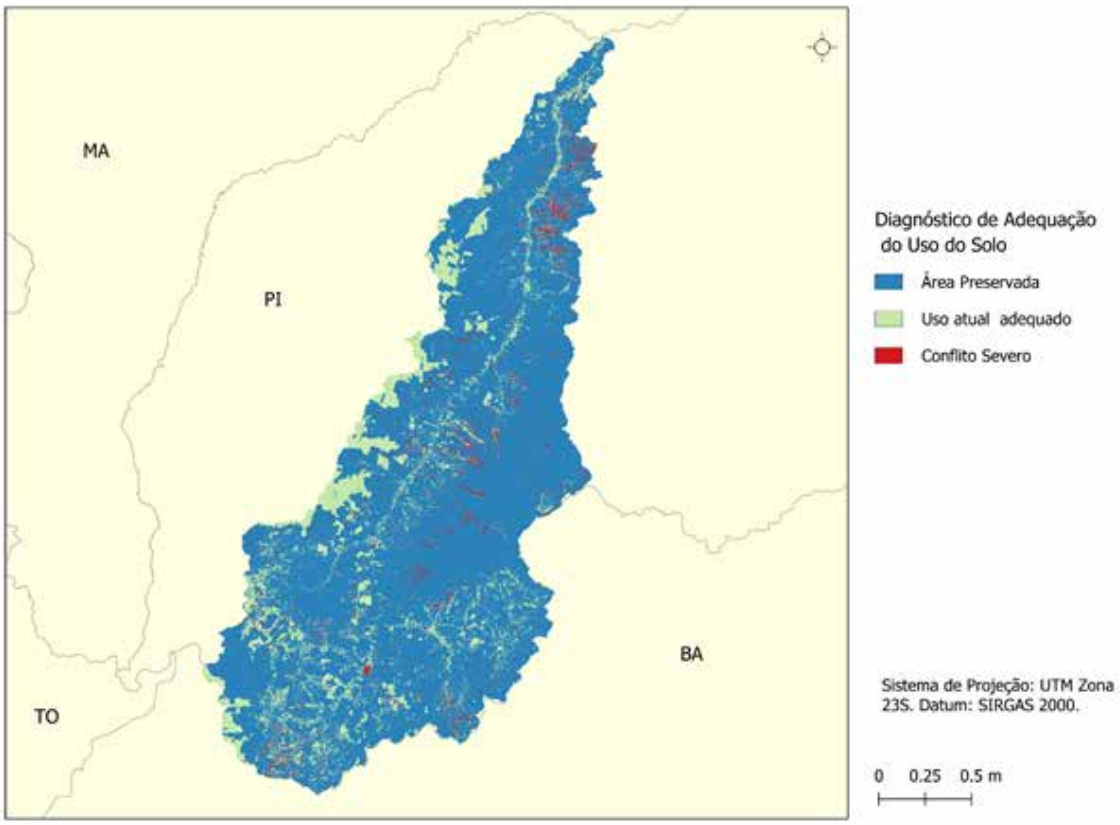


Figura 4. Mapa de conflito do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Gurguéia, 2026.

Observa-se, na figura 4, que a predominância do uso adequado de terras agricultáveis na BHRG nas classes de uso I, II, III e IV, correspondendo, respectivamente, a 20,7%, 16,6%, 31,1% e 19,1% da área total de cada classe. Já a classe V apresentou-se predominantemente em condição de preservação, possivelmente associada à reduzida representatividade espacial dessa classe na bacia. No entanto, as classes VI, VII e VIII, demonstram os maiores percentuais de conflito severo, correspondendo, respectivamente, a 10,6%, 10,2 % e 35,1%.



Figura 5. Mapa de conflito do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Gurguéia, 2026.

Ao mensurar e espacializar de áreas em conflito entre a capacidade de uso da terra e o seu uso efetivo na BHRG é possível subsidiar e nortear a expansão agrícola sob as diretrizes de um zoneamento ecológico e econômico. Assim, o uso terras classificadas nas classes de capacidade de uso com maior resiliência (I a IV) podem ser destinadas ao uso agropecuário, desde que as práticas de manejo e conservação do solo sejam atendidas.

Já para as áreas de encostas e divisores de água com solos menos resilientes (classes VI a VIII), recomenda-se implantar reflorestamento e promover a preservação. Porém a expansão agrícola na BHRG ocorre em regiões com características diferentes, pois ocupam tanto áreas que possuem solos profundos e planos, como os Latossolos de alta aptidão agrícola e áreas de vertentes frágeis com Neossolos Litólicos em relevos dissecados. Essa diversidade exige um refinamento constante das estratégias de ocupação ao longa da BHRG.

CONCLUSÃO

A BHRG possui uma quantidade significativa de terras, cerca de 40%, classificadas com alta aptidão agrícola. No entanto, há uma elevada incompatibilidade de ocupação em áreas de maior vulnerabilidade, pois ocorrem conflitos severos em 35,1% das terras de classe VIII. O estudo demonstrou que os conflitos estão diretamente relacionados à expansão da atividade agropecuária sobre encostas e divisores de drenagem, predominantemente em Neossolos.

O mapeamento pedológico, aliado às ferramentas de geoprocessamento, permitiu diagnosticar que o uso da terra na BHRG está, em sua maioria, preservado. No entanto, as limitações pedológicas são ignoradas em detrimento do avanço das atividades agropecuárias. Logo, demandando a adoção de estratégias de planejamento e adoção de manejo que respeitem a capacidade de suporte da terra.

REFERÊNCIAS

BARBALHO, M. G. da S.; CASTRO, S.S. de. Aptidão Agrícola das Terras e Avaliação dos Conflitos de Uso das Bacias dos Rios Claro e dos Bois, Estado de Goiás. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 284-306, mai.-ago. 2018.

BECEGATO, L. C.; *et al*. Conflitos de uso da terra nas Áreas de Proteção Permanente (APPs) na Bacia Hidrográfica do Rio da Madre (SC). **Geo Ambiente On-line**, Jataí, n. 53, p. 154-173, set./dez. 2025.

BRAGA, S. E. *et al*. Conflito ambiental de uso do solo na bacia hidrográfica do Tapacurá-PE. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e52310212833, 2021.

BUENO, P. H. de C.; SANTOS, F. de A. dos. Dinâmicas do Agronegócio e Expansão Urbana: uma análise da cidade de Uruçuí (PI). **Revista Equador (UFPI)**, v. 9, n. 1, p. 358-375, 2020.

CASTRO, A. A. J. F. *et al*. **Diagnóstico da importância biológica das áreas de chapada e grotões (baixadas) em localidades nos cerrados no sudoeste do Estado do Piauí**: subsídios para estratégias de alocação de reservas legais e desenho de áreas protegidas [cite: 4]. Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2009.

DU, Shengnan *et al*. Pixel scale spatiotemporal patterns of agricultural water and land resources carrying capacity guide precision resource management. **Computers and Electronics in Agriculture**, [s. l.], v. 236, art. 110455, p. 1-5, 2025.

ENCABO, J. B. M. *et al*. Large-scale estimation of carrying capacities in agricultural Crown lands of Manitoba, Canada using land cover datasets. **Agricultural Systems**, v. 234, 104667, 2026.

GOUVEIA, R. G. L. Capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica do rio Paraguai/Mato Grosso. **Geoambiente**, Jataí, n. 51, p. 144-157, jan./abr. 2025.

HARIK, G. et al. Uncertainty in forecasting land cover land use at a watershed scale: Towards enhanced sustainable land management. **Ecological Modelling**, v. 486, 110515, 2023.

LEPSCH, I. F.; et al. **Manual para levantamento da capacidade de uso da terra**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012.

LIBOHOVA, Z. et al. Digital Soil Mapping for Agri-Environmental Management and Sustainability. **Land**, v. 15, n. 3, 490, 2026.

LIU, Y.; LIU, J.; YANG, W.; YERUBANDI, R. GIS-enabled agricultural BMP planning, assessment, and decision support for watershed water-quality management: review and prospects. **Information Geography**, v. 2, 100046, 2026.

MAGDALENO, D. F.; PEREIRA, M. P. R. Conflitos pelo Uso e Cobertura da Terra em Áreas de Preservação Permanente (APPs) Hídricas em Miracema, RJ. **Cadernos do Leste**, Belo Horizonte, v. 25, n. 25, p. 1-17, 2025.

MAPBIOMAS. **Plataforma MapBiomas: Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (1985-2022)**. São Paulo: Projeto MapBiomas, 2023. Disponível em: https://mapbiomas.org. Acesso em: 1 set. 2026.

MEIER, M. *et al*. Digital Soil Mapping Using Machine Learning Algorithms in a Tropical Mountainous Area. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 42, e0170421, 2018.

MENDES, L. da S.; ROSA, R.. Avaliação da capacidade de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço – Ituiutaba/MG. *Gaia Scientia*, João Pessoa, v. 13, n. 1, p. 91–102, 2019.

MINASNY, Budiman et al. Enhancing soil science research with multi-agent artificial intelligence systems. *Frontiers in Science*, v. 4, art. 1721295, 2026.

MITHUNA, R.; MAHINDRAKAR, Amit B. Sub-watershed prioritization for soil erosion management using entropy--MAIRCA: A morphometric and LULC - based approach for the Noyyal River Basin, India. **Environmental and Sustainability Indicators**, [s. l.], v. 31, e101304, 2026.

NANDI, D. *et al*. Advancing watershed science: A comprehensive review of morphometry, land use change, vulnerability, and resilience frameworks. **Physics and Chemistry of the Earth**, [s. l.], v. 144, art. 104412, p. 1-19, 2026.

NARDOTTO JÚNIOR, A. O et al. Land conservation based on land use potential and erosion risk in an Atlantic Forest watershed (Brazil). **Ecological Indicators**, v. 183, p. 114683, 2026.

OLIVEIRA, L. N. de; AQUINO, C. M. S. Índice de resiliência natural como recurso para planejamento e gestão na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia – Piauí. **InterEspaço**: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, Grajaú/MA, v. 08, p. 01-18, e202222, 2022.

OLIVEIRA, L. N.; AQUINO, C. M. S. Análise dos fatores de erodibilidade e declividade na sub-bacia hidrográfica do rio Gurgueia, Piauí, Brasil. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 15, p. 1-14, e2116655, 2021.

PANDEY, Manish *et al*. Editorial: Advanced geospatial data analytics for environmental sustainability: current practices and future prospects. **Frontiers in Remote Sensing**, [s. l.], v. 6, e1761905, p. 1-4, 7 jan. 2026.

PESSOA, T. N. *et al*. Clay mineral composition drives soil structure behavior and the associated physical properties in Brazilian Oxisols. **Geoderma Regional**, [s. l.], v. 38, e00837, 2024.

PESSOA, T. N.; LIBARDI, P. L. Physical-hydric properties of Oxisols as influenced by soil structure and clay mineralogy. **Catena**, [*s. l.*], v. 211, art. 106009, p. 1-13, 2022.

PIRES, L. F.; GHANBARIAN, B.; LIN, Q. Physical, topological and hydraulic properties of an Oxisol under conservation practices: X-ray tomography imaging and pore-network simulation. **Soil & Tillage Research**, v. 239, art. 106055, 2024.

RAMOS, A. W. P. et al. Análise da capacidade e conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do Córrego da Piraputanga-MT, Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 55, p. 812-827, 2018.

ROCHA, M. B. da; SILVA, S. M. P. da. Mapeamento e análise de conflitos no uso da terra, seus impactos e a degradação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Guajiru (RN). **Geofronter**, v. 10, e8621, p. 01-20, 2024.

SALMA, K. et al. Estimation and mapping of water erosion and soil loss: Application of Gavrilovic erosion potential model (EPM) using GIS and remote sensing in the Assif el mal Watershed, Western high Atlas. **China Geology**, v. 7, p. 672-685, 2024.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 6. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025.