

Uso da Terra na microrregião do Alto Parnaíba piauiense: uma análise a partir da confrontação entre a aptidão agrícola e a cobertura da Terra.

Jeremias Oliveira

D.O.I.:

Resumo - O estudo analisou a relação entre a capacidade de uso e a aptidão agrícola das terras e o uso atual da terra na microrregião do Alto Parnaíba piauiense, inserida no Cerrado brasileiro. A metodologia baseou-se em dados geoespaciais de solos, declividade e uso e cobertura da terra do MapBiomas Coleção 8, referentes ao ano de 2023. A classificação da capacidade de uso foi estimada a partir da associação entre classes de solo e relevo. Os resultados demonstraram predominância de Latossolos em relevo suavemente ondulado, favorecendo a expansão agropecuária, especialmente da soja. Aproximadamente 64,86% da área apresentou elevada aptidão agrícola, enquanto 13,73% mostraram restrições severas ao uso. Foram identificadas áreas de conflito em Neossolos com declividade superior a 20%, associadas ao risco de degradação ambiental. O estudo destaca a importância do ordenamento territorial e de práticas conservacionistas no Cerrado piauiense.

Palavras-chave: Uso do solo; Cerrado piauiense; Geoprocessamento; Sustentabilidade.

Abstract – This study analyzed the relationship between land use capability, agricultural suitability, and current land use in the Alto Parnaíba microregion, located in the Brazilian Cerrado. The methodology was based on geospatial data of soils, slope, and land use and land cover from MapBiomas Collection 8 for the year 2023. Land capability classification was estimated through the association between soil classes and terrain slope. The results showed the predominance of Oxisols in gently undulating relief, favoring agricultural expansion, especially soybean cultivation. Approximately 64.86% of the area presented high agricultural suitability, while 13.73% showed severe land-use restrictions. Conflict areas were identified in Entisols associated with slopes above 20%, indicating high susceptibility to environmental degradation. The study highlights the importance of territorial planning and conservation practices to promote sustainable land use in the Cerrado region of Piauí.

Keywords: Land use; Piauí Cerrado; Geoprocessing; Sustainability.

INTRODUÇÃO

A microrregião do Alto Parnaíba piauiense está localizada no sudoeste do estado, no bioma Cerrado, é composta pelos municípios de Uruçuí, Santa Filomena, Ribeiro Gonçalves e Baixa Grande do Ribeiro. O cerrado piauiense, desde 1990, tem recebido a expansão do agronegócio, impulsionada pelos avanços da agropecuária. (Rocha; Vieira; Silva, 2022; Rodrigues Júnior *et al.*, 2022; Safanelli *et al.*, 2023).

A expansão agropecuária altera a paisagem natural e exercer pressão sobre o uso do solo. Assim, é fundamental, que a utilização do solo esteja de acordo com a sua capacidade de uso, respeitando as suas limitações e potencialidades. De acordo com Suzuki *et al.* (2021), a avaliação da capacidade de uso das terras ou de sua aptidão agrícola pode auxiliar no uso racional e sustentável das terras agrícolas.

A utilização do solo em conflito com a sua capacidade de uso gera diversos processos de degradação, podendo levar a estágios de difícil recuperação. A resiliência do uso do solo está relacionada às suas propriedades, características e, conseqüentemente, à sua classificação pedológica, assim como ao ambiente em que ele está inserido. Os tipos de uso agrícola para uma determinada área

levam em consideração as suas características físicas naturais (pedológicas, topografia, hidrografia e flora) (Abrão; Soares Filhos, 2024; Sperandio *et al.*, 2025; Xavier *et al.*, 2021).

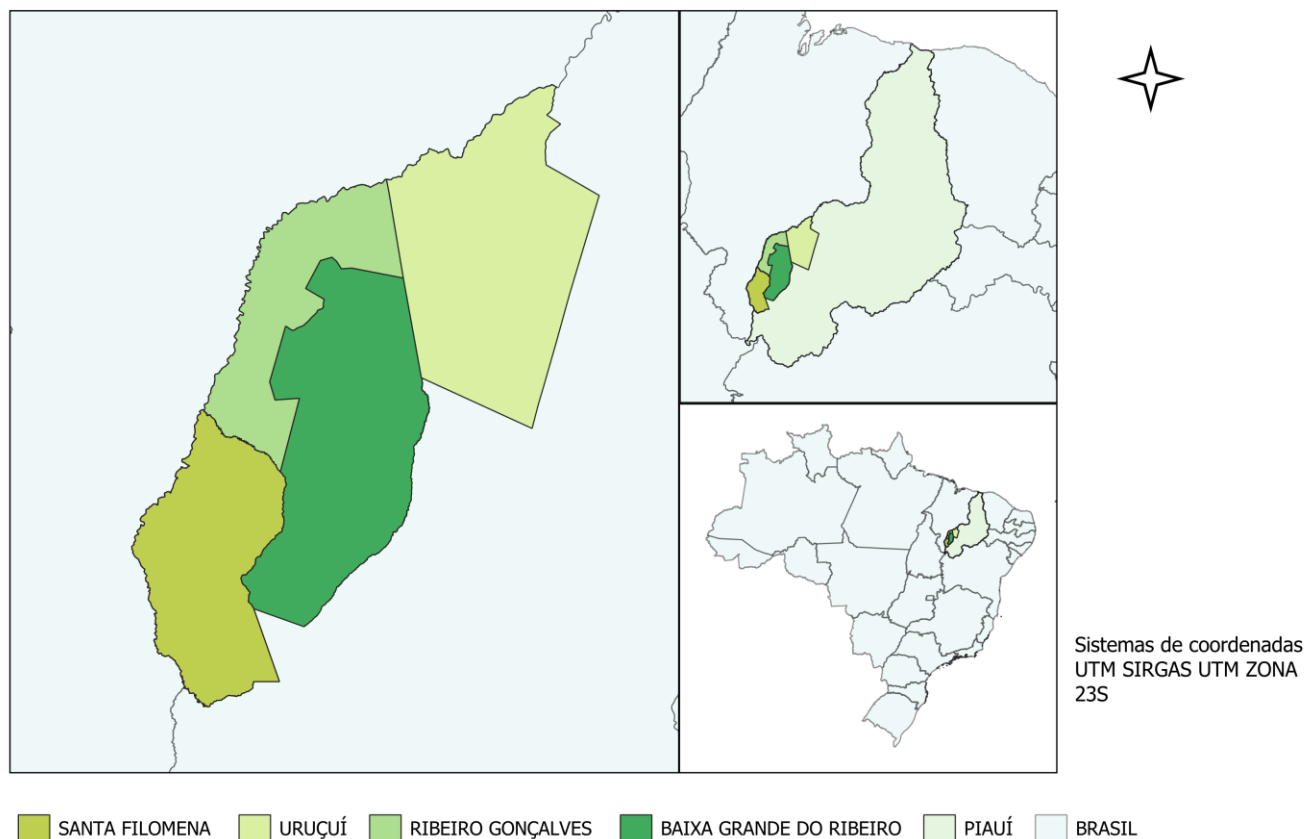
Dessa forma, quando se associa uma classe de solo ao ambiente em que está inserida, é possível classificar o solo em termos de maior ou menor resistência aos agentes e fatores de degradação do solo. De acordo com Mendonça e Santos (2007), o mapeamento digital de solos é uma ferramenta para organizar e otimizar o uso dos dados já existentes, além de apoiar a tomada de decisões em setores como agricultura, gestão ambiental e planejamento territorial.

Portanto, torna-se essencial avaliar a compatibilidade entre a capacidade de uso e a aptidão agrícola das terras com o uso atual, com base em suas características pedológicas e do relevo. Para isso, o estudo teve como objetivo confrontar as classes de capacidade de uso da terra e aptidão agrícola estimadas das terras na microrregião do Alto Parnaíba piauiense com o uso e ocupação da terra, identificando possíveis áreas de conflito de uso.

MATERIAIS E MÉTODOS

A microrregião do Alto Parnaíba piauiense, localizada no sudoeste estado do Piauí, situa-se entre as latitudes 7° S e 9° S e as longitudes 45° W e 44° W. Essa microrregião é formada pelos municípios de Uruçuí, Santa Filomena, Baixa Grande do Ribeiro e Ribeiro Gonçalves (Mapa 1), totalizando uma área de aproximadamente 25.500 km². O clima predominante é tropical, com estação seca (Aw, segundo a classificação de Köppen), e a rede de drenagem pertence à bacia do rio Parnaíba.

Mapa 1- Mapa de localização do Alto Parnaíba Piauiense, 2025.



A base de dados e o pré-processamento ocorreram com os dados geoespaciais:

I. Modelo Digital de Elevação (MDE): obtido a partir do projeto *OpenTopography*, com resolução espacial de 30 metros, utilizado para gerar o mapa de declividade em porcentagem.

II. Mapa de Solos: *Shapefile* na escala 1:250.000, fornecido pelo IBGE, contendo as classes de solo segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). As classes identificadas foram: Latossolos, Argissolos, Neossolos, Gleissolos e Plintossolos.

III. Uso e Cobertura da Terra: dados anuais do MapBiomass (Coleção 8), com resolução de 10 metros, referentes ao ano de 2023, no formato *GeoTIFF*.

Todos os dados foram homogeneizados para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000, zona 23S, e recortados conforme os limites da microrregião.

A determinação das classes de capacidade de uso e aptidão agrícola das terras foi pela correlação entre as classes de solo ao nível de ordem e a declividade, em porcentagem, (Tabela 1) da microrregião, seguindo o método proposto por Lepsch *et al.* (2015).

Tabela 1 - Critérios utilizados para determinar as classes de capacidade de uso e aptidão agrícola das terras, relacionando a declividade e Classe de Solo (SiBCS) no primeiro nível categórico.

Classe de Solo (SiBCS)	Classe de Capacidade de Uso	Grau de Fragilidade	Intervalo de Declividade (%)
LATOSSOLOS	I a IV	Muito fraco a médio	I: <3; II: 3-8; III: 8-20; IV: 20-45
ARGISSOLOS	II a IV	Médio a forte	II: 3-8; III: 8-20; IV: 20-45
NEOSSOLOS	VI a VIII	Muito forte	VI: 8-20; VII: 20-45; VIII: >45
GLEISSOLOS	VII a VIII	Muito forte (drenagem restrita)	VII: 20-45; VIII: >45
PLINTOSSOLOS	IV a VI	Forte a muito forte	IV: 20-45; VI: >45

SiBCS= Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

Adaptado: Lepsch *et al.* (2015).

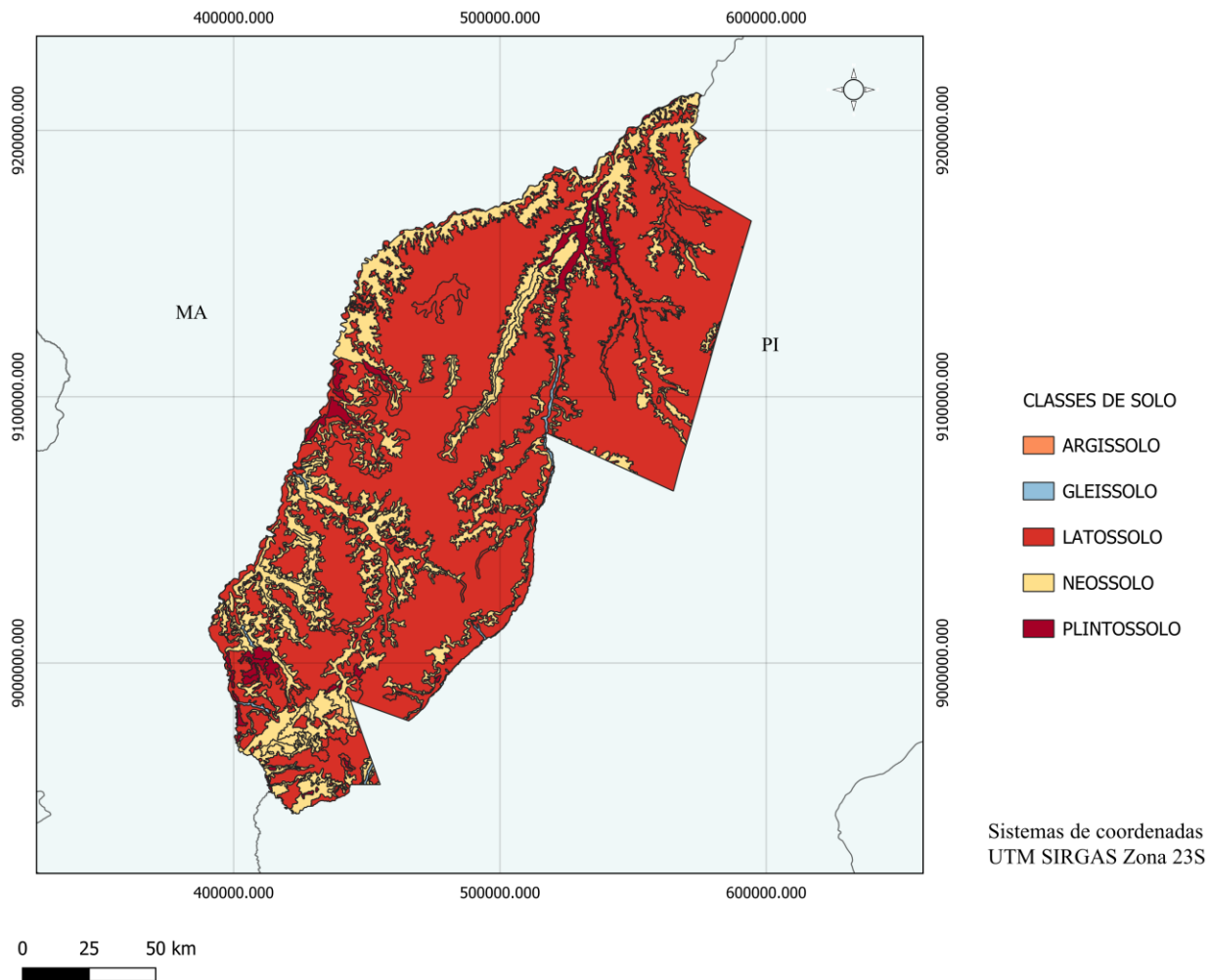
Destaca-se que os critérios apresentados na Tabela 1 constituem uma abordagem exploratória para estimar a capacidade de uso e a aptidão agrícola das terras, baseada na associação entre classes de solos ao nível de ordem e a declividade. Tal procedimento é adequado para análises regionais em escala exploratória.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Prevalece, no Alto Parnaíba piauiense, a ordem dos Latossolos (50.83%) em relevo com até 8% de declividade, como é demonstrado no mapa 2, condição ambiental favorável ao cultivo de uma ampla variedade de culturas, apresentando, assim, potencial agrícola e pecuário significativo. De acordo com

Sano *et al.* (2020), os Latossolos são predominantes no Cerrado, caracterizados por seu alto grau de intemperismo e profundidade superior a 2 metros.

Mapa 2 – Mapa Pedológico ao nível de ordem do Alto Parnaíba Piauiense, 2025.



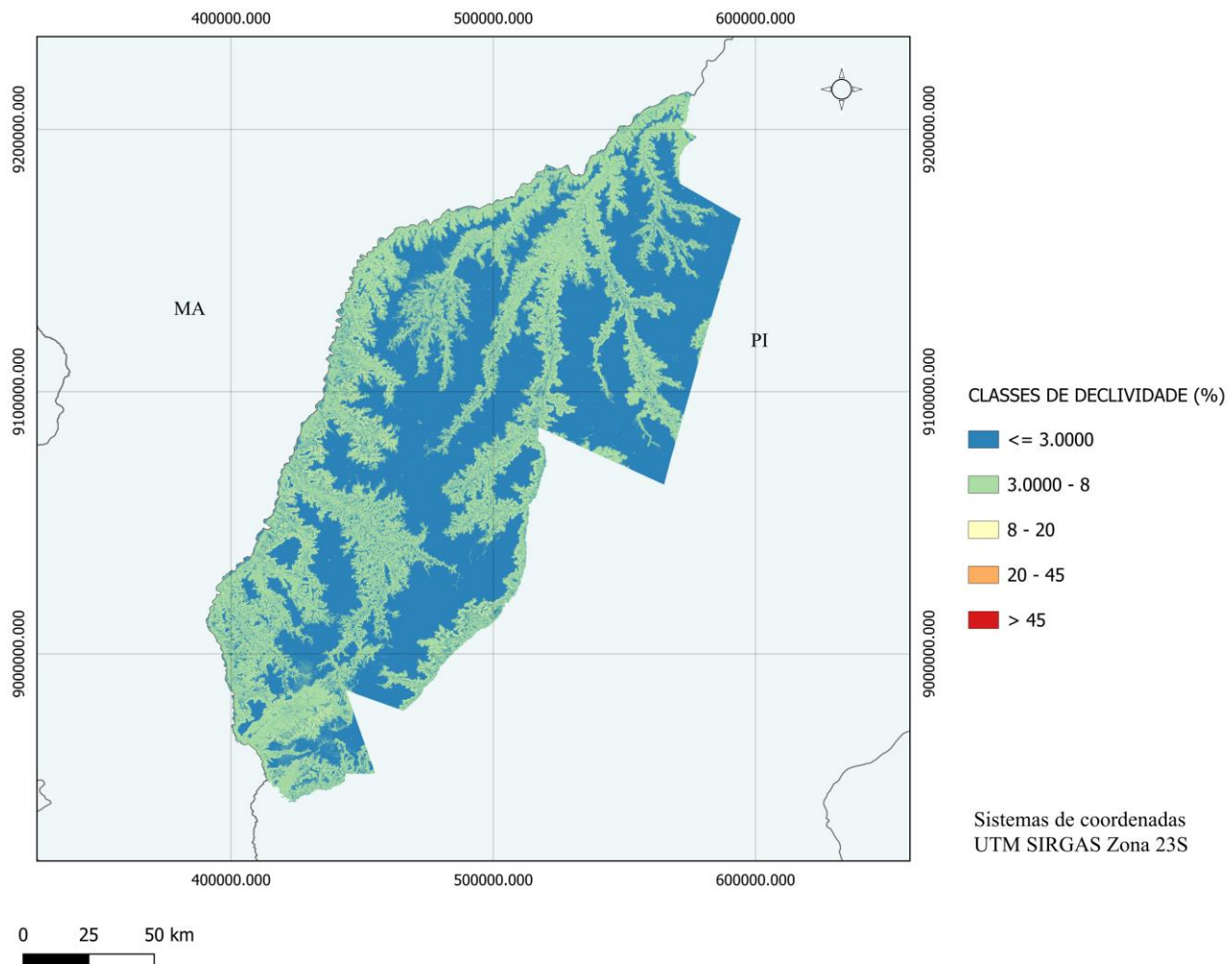
A segunda classe de solo com maior ocorrência, na microrregião são os Neossolos (24,23%) em declividades superiores a 20%. Esta ordem de solos representa um importante componente das regiões de Cerrado (Reis *et al.*, 2020). No entanto, nessas condições de declividade, são altamente suscetíveis à erosão, especialmente quando a cobertura vegetal é removida (Souza; Herculano; Souza, 2023). Dito isso, os Neossolos na microrregião apresentam severa limitação para uso em agricultura ou pecuária, sendo necessárias práticas intensivas de manejo, conservação e restrições de uso.

No Alto Parnaíba piauiense, ocorrem Plintossolos (2,31%), Gleissolos (0,43%) e Argissolos (0,06%) em menores quantidades. Ramos *et al.*, (2025) relatam o crescente interesse no uso agrícola

dos Plintossolos, especialmente com técnicas de fertilidade, práticas de manejo e conservação do solo; porém, esses solos apresentam limitações devido à sua condição hidromórfica. A presença significativa de petroplintitas nesses solos restringe severamente o tráfego de maquinários, direcionando sua melhor aptidão para usos que dispensam o emprego de implementos agrícolas (Santo; Santos; Ramos, 2024).

Os Gleissolos apresentam limitações severas para uso agrícola devido à sua condição hidromórfica, com má drenagem e baixa oxigenação. Mesmo os Gleissolos podendo apresentar uma boa fertilidade, sua condição física os limita para uso agrícola, devendo ser destinados, em parte, à área de preservação permanente, sendo usados para recuperação e conservação de nascentes e alagados (Sedorko, 2024; Zilio e Barros, 2025).

Mapa 3 – Mapa de classes de declividade do Alto Parnaíba Piauiense, 2025.



Desta forma, na microrregião do Alto Parnaíba Piauiense predomina o conjunto de condições pedológicas associadas ao relevo suavemente ondulado que favorecem a atividade agrícola e pecuária. Contudo, há condições ambientais limitantes, relacionadas ao relevo fortemente ondulado e montanhoso e a condições hidromórficas críticas, que tornam a atividade agrícola e pecuária insustentáveis.

No Alto Parnaíba piauiense, predominam terras classificadas na ordem “A”, segundo a classificação da capacidade de uso e aptidão agrícola das terras, caracterizadas por solos agricultáveis, com a possibilidade de implantação de culturas que apresentam maior risco de degradação do solo (Tabela 2). No entanto, mesmo sendo áreas de menor limitação, a agricultura ou pecuária faz necessária a adoção de práticas conservacionistas de natureza vegetativa, edáfica e mecânica.

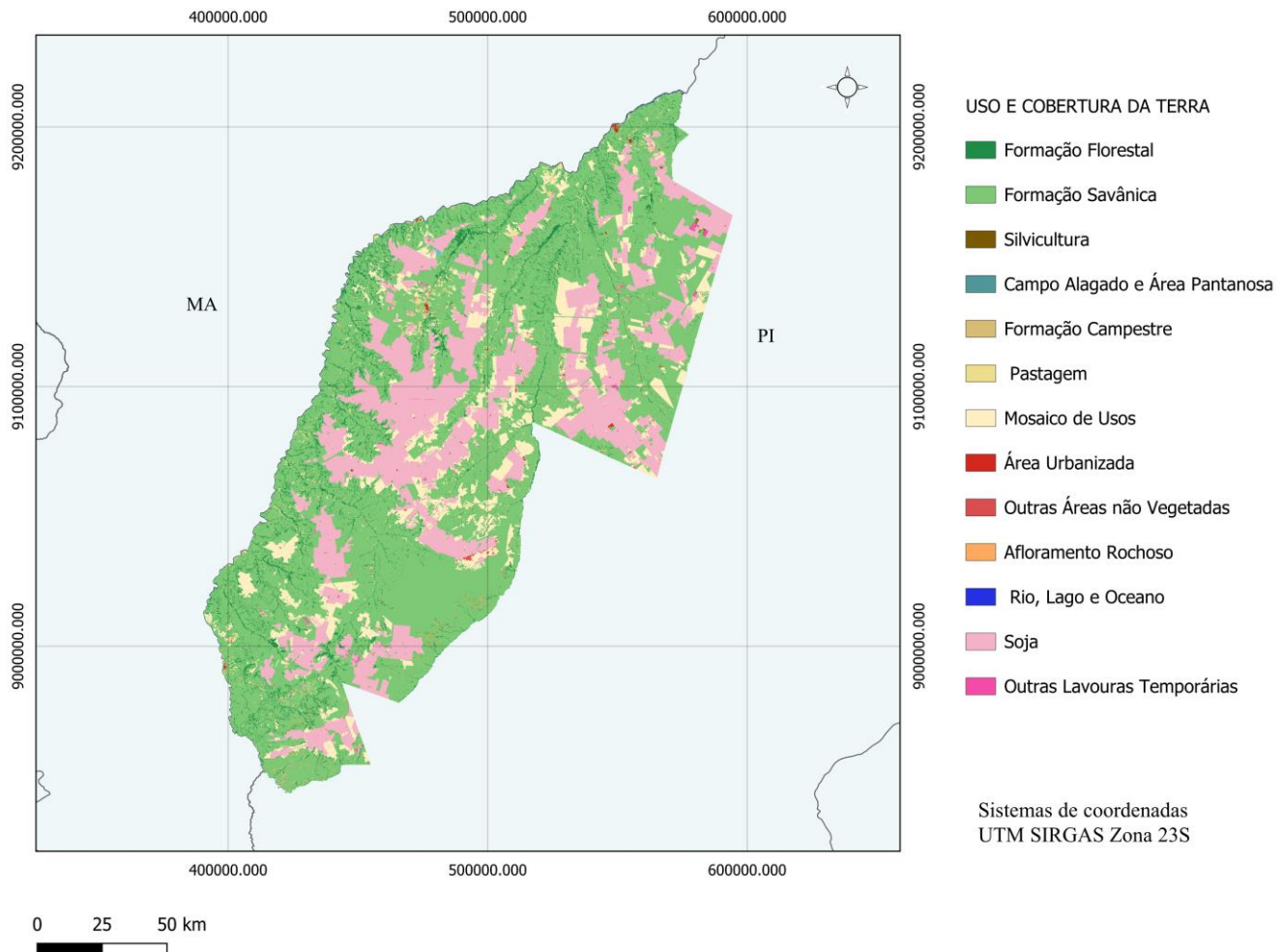
A análise demonstra que a região possui predominância de terras com boa a alta aptidão agrícola (64,86%). Isso indica um potencial significativo para atividades agropecuárias, embora aproximadamente 13,73% da área apresente restrições severas ao uso agrícola.

Tabela 2 - Estimativa da capacidade de uso e aptidão agrícola das terras na microrregião do Alto Parnaíba Piauiense, 2025.

ORDENS	CLASSES	ÁREA (km ²)	PERCENTUAL (%)
A	I	12954	50.83
	II	3574	14.03
	III	1461	5.73
	IV	548	2.15
B	V	3447	13.53
	VI	1540	6.04
	VII	1224	4.80
C	VIII	736	2.89

Dentro da ordem A, ocorrem três classes determinadas pela capacidade de uso e aptidão agrícola das terras, na microrregião. A classe I é predominante, com 50,83% da área. Segundo Suzuki *et al.* (2021), essa categoria abrange terrenos com boa profundidade, excelente capacidade de retenção de água, sem riscos de inundação e condições propícias para a agricultura. Em relação à prevalência da classe II na microrregião, esta corresponde a 14,03% enquanto a classe III está presente em 5,73%, da área analisada. De acordo com Ramos *et al.* (2008), estas áreas apresentam riscos de degradação em função das condições do solo e do relevo, exigindo, portanto, cuidados especiais na gestão para prevenir processos erosivos severos.

Mapa 4- Uso e ocupação da terra do Alto Parnaíba Piauiense, 2025.



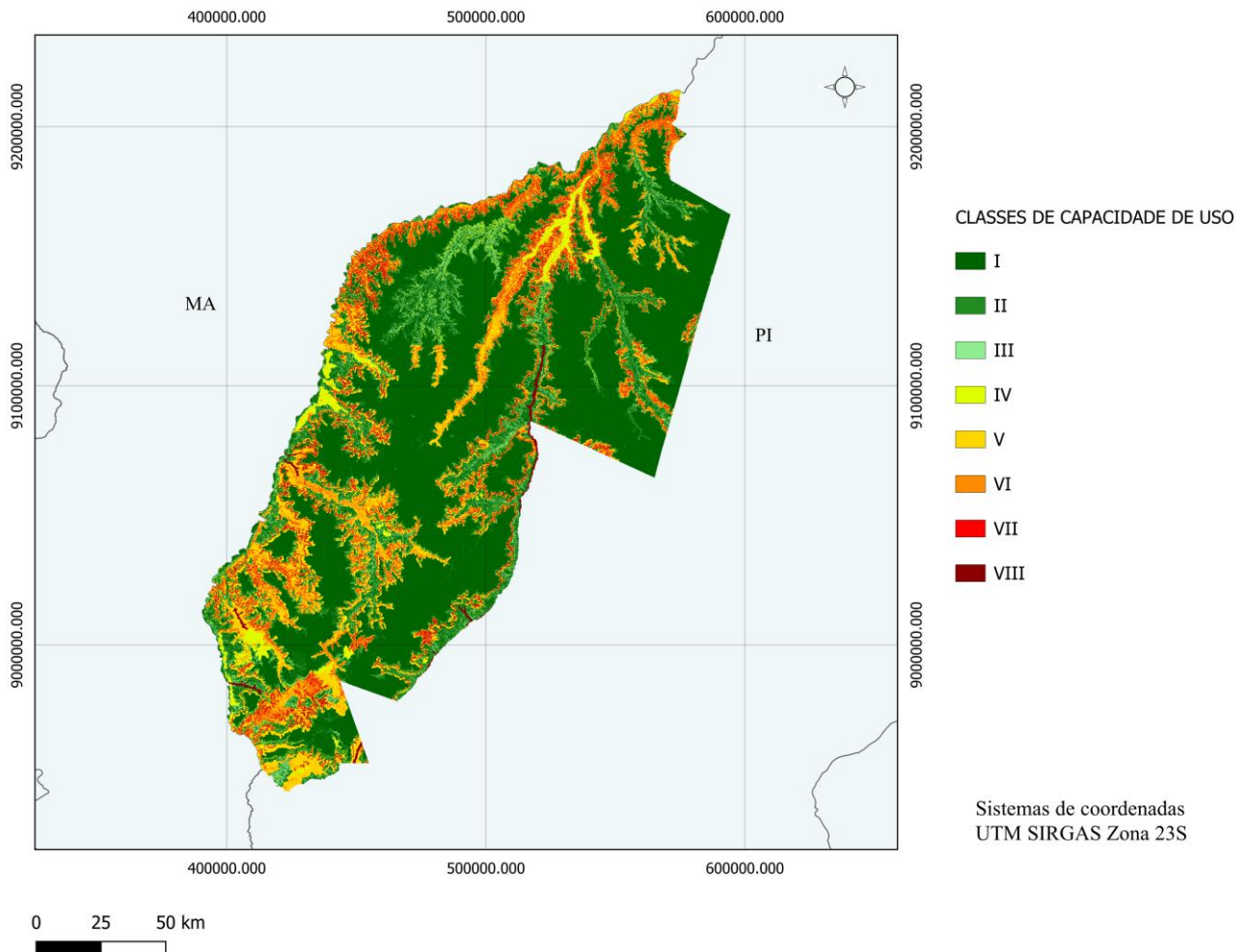
Para além da predominância da ordem A na região, a ordem B ocorre de forma reduzida, com 15,68 %. Terras classificadas nessa ordem têm possibilidade de uso para agricultura ou pecuária, porém com grau de limitação severo, não recomendando culturas ou sistemas de plantio que tornem o solo vulnerável à degradação. As terras dessa ordem são impróprias para cultivos intensivos, mas adaptadas para pastagens, reflorestamento, vida silvestre cultivos de algumas culturas especiais protetoras do solo (Suzuki *et al.*, 2021; França *et al.*, 2019).

Dessa forma, a microrregião demonstra, quanto à capacidade de uso e à aptidão agrícola, uma vocação para a agricultura e a pecuária, desde que as práticas conservacionistas sejam adequadamente implantadas. Dito isso, ao observar o mapa 3, nota-se a predominância do cultivo da soja na microrregião, sendo esta a principal atividade agropecuária da região.

O município de Uruçuí tem apresentado uma grande expansão no cultivo de culturas temporárias, predominantemente a soja, associada à disponibilidade de terras de baixo custo, solos favoráveis à mecanização e incentivos econômicos e políticas (Vieira *et al.*, 2024). No entanto, essa expansão tem promovido a deterioração dos ecossistemas, perda de biodiversidade, degradação dos recursos hídricos, poluição ambiental e agravamento de conflitos socioambientais (Ribeiro, 2024).

Ao analisar o mapa 4, a sobreposição da ordem A de capacidade de uso e aptidão agrícola da terra sobre a ocupação da terra com lavoura temporária, nota-se uma elevada compatibilidade entre uso e aptidão, no entanto, ocorrem áreas cultivadas em zonas limítrofes com possíveis conflitos. Na microrregião, houve áreas com possíveis conflitos da ordem de uso B, pois, praticam-se atividades agropecuárias em áreas que deveriam ter uso restrito à conservação.

Mapa 5- Classes de capacidade de uso e aptidão agrícola do Parnaíba Piauiense, 2025.



Carvalho Neto (2020) afirma que áreas de conflito são caracterizadas por aquelas com uso inadequado do solo, atividades agropecuárias, em locais incompatíveis com o uso. Quando ocorre esse uso do solo em desacordo com sua capacidade e aptidão agrícola, pode desencadear degradação ambiental intensa, erosão, instabilidade do solo, assoreamento, poluição dos corpos hídricos, perda da biodiversidade e impactos sociais (Trindade; Leite; Calvacante, 2022; Barão *et al.*, 2021; Braga *et al.*, 2021).

A ocorrência de áreas de conflito com atividade agropecuária pode justificar-se pela expansão do agronegócio nas áreas com poucas limitações de solo e relevo para a produção agrícola, mobilizando a

pecuária para áreas mais vulneráveis à degradação. No Brasil, ocorreu transição de uso da terra entre regiões do pastagens e vegetação nativa para agricultura, demonstrando deslocamento e transformação dos biomas conforme a expansão agrícola (Caballero; Ruhoff; Biggs, 2023; Bolfe *et al.*, como 2024).

A relevância do discernimento da dinâmica do uso e cobertura da terra fundamenta-se na relação entre as potencialidades naturais e as limitações do solo e da topografia da microrregião do Alto Parnaíba piauiense. De acordo com Fernandes, Lopes e Oliveira (2024), o mapeamento facilita a definição de zonas de preservação, áreas de recuperação ambiental e regiões aptas para atividades agrícolas, promovendo, assim, um uso ordenado da região analisada.

A predominância de áreas com alta aptidão agrícola denota o potencial produtivo do Alto Parnaíba piauiense, em contrapartida, ocorrem zonas com restrições severas, o que ressalta a importância de estratégias de manejo e conservação adequadas. A região em estudo está situada no Cerrado, bioma cujo potencial agrícola é bastante significativo devido a características ambientais favoráveis, como solos relativamente férteis, terras planas ou suavemente onduladas e clima tropical (Salmona *et al.*, 2023; Albuquerque; Zucherato, 2021; Alves; Abdala, 2023; Parreiras *et al.*; 2025).

Os resultados observados para a microrregião do Alto Parnaíba piauiense apresentam similaridade com estudos realizados em outras áreas do Cerrado brasileiro marcadas pela recente expansão do agronegócio. No oeste da Bahia e no sul do Maranhão, pesquisas também identificaram predominância de terras com elevada aptidão agrícola, porém acompanhadas pelo avanço de atividades agropecuárias sobre áreas ambientalmente frágeis ou com restrições de uso, resultando em conflitos associados à degradação do solo, perda de cobertura vegetal e pressão sobre os recursos hídricos (Albuquerque; Zucherato, 2021; Fernandes; Lopes; Oliveira, 2024).

Nesse contexto, a integração entre informações pedológicas, geomorfológicas e de uso atual constitui instrumento fundamental para subsidiar o ordenamento territorial e orientar políticas voltadas à sustentabilidade das atividades agropecuárias. Assim, o estudo reafirma a necessidade de um uso racional e planejado do solo, considerando as particularidades ambientais do Cerrado piauiense e a expansão contínua das fronteiras agrícolas na região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram a necessidade de adoção de medidas específicas de planejamento e gestão territorial no Alto Parnaíba piauiense, especialmente em áreas classificadas com restrições severas de uso, como Neossolos associados a declividades superiores a 20%. Nessas áreas, recomenda-se restringir a expansão agropecuária intensiva, priorizando ações de restauração da cobertura vegetal nativa, implantação de sistemas conservacionistas e destinação preferencial para a preservação ambiental, manejo florestal sustentável ou uso extensivo de baixo impacto. Além disso, torna-se necessária a intensificação da fiscalização ambiental e do monitoramento do uso da terra pelos órgãos competentes, visando reduzir processos erosivos, assoreamento e degradação dos recursos hídricos.

Recomenda-se ainda o uso dos mapas de capacidade de uso e aptidão agrícola como instrumentos de ordenamento territorial, subsidiando políticas de recuperação de áreas degradadas, compensação ambiental e definição de zonas prioritárias para conservação no Cerrado piauiense.

A classificação da capacidade de uso e aptidão agrícola, baseada na correlação entre classes de solos e declividade associada ao uso atual da terra, constitui uma ferramenta essencial e inicial para subsidiar políticas públicas voltadas à sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, B. H.; ZUCHERATO, B. O avanço da soja na região do Cerrado no Sul do Piauí: análise com a utilização de dados do MapBiomas no período de 2001 a 2005. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 58, p. 111–123, 2021. Acesso em: 13 maio 2026. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/18060>.
- ALVES, V. N. K.; ABDALA, K. O. Aptidão agrícola e fragilidades ambientais evidenciadas no território Vale do Araguaia-GO. *Geosul*, v. 38, n. 88, p. 276–300, 2023. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/92475>.
- BARÃO, W. N. et al. Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo em microbacias do município de Senador Amaral-MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 1, p. 439–454, 2021. Acesso em: 1 ago. 2025. Disponível em: <https://scispace.com/pdf/tecnicas-de-geoprocessamento-aplicadas-ao-estudo-do-conflito-b2tozd9545.pdf>.
- BOLFE, E. L. et al. Potential for agricultural expansion in degraded pasture lands in Brazil based on geospatial databases. *Land*, v. 13, n. 2, p. 200, 2024. Acesso em: 1 ago. 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/13/2/200>.
- 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. Acesso em: 1 ago. 2025. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12833>.
- CABALLERO, C. B.; RUHOFF, A.; BIGGS, T. Land use and land cover changes and their impacts on surface-atmosphere interactions in Brazil: a systematic review. *Science of the Total Environment*, v. 808, e152134, 2022. Acesso em: 18 ago. 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721072107>.
- CARVALHO NETO, L. M. Uso e ocupação do solo da área de preservação permanente da microbacia do córrego Barreiro, Uberaba, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v. 1, n. 2, p. 29–41, 2020. Acesso em: 18 ago. 2025. Disponível em: <https://rbsr.com.br/index.php/RBSR/article/view/18>.
- FERNANDES, G. S. T.; LOPES, J. R. A.; OLIVEIRA, V. B. Mapping of environmental fragility in agricultural expansion areas in MATOPIBA, Piauí, Brazil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 6, p. 3404–3423, 2023. Acesso em: 13 maio 2026. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/258587>.

FRANÇA, B. B. et al. Capacidade de uso e aptidão agrícola de uma fazenda em São Domingos do Araguaia (PA). *Revista Geonorte*, v. 10, n. 36, p. 134–153, 2019. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/5424>.

LEPSCH, I. F. et al. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa, MG: SBCS, 2015. 170 p.

MENDONÇA-SANTOS, M. L.; SANTOS, H. G. The state of the art of Brazilian soil mapping and prospects for digital soil mapping. In: LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A. B.; VOLTZ, M. (ed.). *Developments in Soil Science*, v. 31. Amsterdam: Elsevier, 2007. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/251455121_Chapter_3_The_State_of_the_Art_of_Brazilian_Soil_Mapping_and_Prospects_for_Digital_Soil_Mapping.

OLIVEIRA, A. S.; AQUINO, C. M. S. Dinâmica temporal do uso e cobertura da terra na fronteira agrícola do MATOPIBA. *Revista Equador*, v. 9, n. 5, p. 1–18, 2020. Acesso em: 13 maio 2026. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9461>.

PARREIRAS, T. C. et al. Applications, challenges and perspectives for monitoring agricultural dynamics in the Brazilian savanna with multispectral remote sensing. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 37, e101448, 2025. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352938525000011>.

RAMOS, M. R. et al. Panorama das pesquisas sobre Plintossolos, petroplintitas e plintitas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 18, n. 4, p. 2882–2898, 2025. Acesso em: 18 ago. 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/263077>.

REIS, A. L. M. et al. Características físicas e químicas de Neossolos litólicos nos biomas brasileiros. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, n. 1, 2020. Acesso em: 18 ago. 2025. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/6265>.

RIBEIRO, A. V. Consenso da commodity soja e conflitos socioambientais no Cerrado piauiense. *Novos Cadernos NAEA*, v. 27, n. 2, 2024. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/15778>.

ROCHA, J. V. V.; VIEIRA, V. C. B.; SILVA, A. J. Análise espaço-temporal da expansão do cultivo da soja em Uruçuí-PI. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 6, 2022. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360322632_Analise_espacotemporal_da_expansao_do_cultivo_da_Soja_em_Urucui_-_Piaui.

RODRIGUES JUNIOR, L. A. S. et al. Soil quality indicators in conventional and conservation tillage systems in the Brazilian Cerrado. *Environmental Earth Sciences*, v. 81, n. 306, p. 1–13, 2022. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-022-10426-5>.

SAFANELLI, J. L. et al. Grain-cropping suitability for evaluating the agricultural land use change in Brazil. *Applied Geography*, v. 159, 2023. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622823000681>.

SALMONA, Y. et al. Transitions to sustainable land use and food systems: learning from complex systems theory. *Sustainability Science*, v. 18, n. 6, p. 2391–2407, 2023. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-023-01372-2>.

SANO, E. E. et al. Características gerais da paisagem do Cerrado. In: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. *Dinâmica agrícola do Cerrado: análises e projeções*. Brasília: EMBRAPA, 2020. p. 21–37.

SANTO, T. S. D.; SANTOS, D. M. A. DOS; RAMOS, M. R. Produtividade da soja em Latossolo Vermelho e Plintossolo Pétrico Concrecionário no Cerrado. *Revista Agri-Environmental Sciences*, Palmas-TO, v. 10, 2024. Acesso em: 18 ago. 2025. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/10439>.

SEDORKO, H. I. Caracterização e propriedades específicas do Gleissolo: desafios e importância de manejo adequado. *Anais da Jornada Científica dos Campos Gerais*, v. 22, 2024. Acesso em: 18 ago. 2025. Disponível em: <https://iessa.edu.br/revista/index.php/jornada/article/view/225>.

SOUZA, J. C. DE; HERCULANO, R. M. DA C.; SOUSA, J. A. P. Modelos de análise da paisagem aplicados a bacias hidrográficas do domínio do Cerrado. In: SOUZA, J. C.; MARTINS, P. T. A. (org.). *Análises ambientais do Cerrado*. Goiânia: Editora Kelps, 2023.

SUZUKI, L. E. A. S. et al. Capacidade de uso e aptidão agrícola das terras de propriedades rurais localizadas na bacia hidrográfica do Arroio Pelotas. *Forscience*, v. 9, n. 1, e00873, 2021. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://forscience.ifmg.edu.br/index.php/forscience/article/view/873>.

TRINDADE, J. G. C.; LEITE, M. R. DOS S.; CAVALCANTE, L. B. Uso de geotecnologias na identificação do conflito de uso e ocupação do solo na área de preservação permanente na margem do rio Manguaba, Porto Calvo-AL. *Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas*, v. 7, n. 2, p. 25–39, 2022. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cdgexatas/article/view/10656>.



VIEIRA, R. M. S. P. et al. Land degradation mapping in the MATOPIBA region using geospatial indicators. *Science of the Total Environment*, v. 790, e148363, 2021. Acesso em: 13 maio 2026. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721019707>.

VIEIRA, V. C. B. et al. Mapeamento espacial da cultura da soja no Sul do Piauí sob a lógica da expansão da fronteira agrícola. *Caderno de Geografia*, v. 34, n. 79, 2024. Acesso em: 13 maio 2026. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/geografia/article/view/33061>.

XAVIER, M. V. B. et al. Capacidade de uso e manejo conservacionista do solo de um fragmento de Cerrado sensu stricto, Montes Claros-MG. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, e41410716697, 2021. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352979028_Capacidade_de_uso_e_manejo_conservacionista_do_solo_de_um_fragmento_de_cerrado_sensu_stricto_Montes_Claros-MG.

ZILIO, T. A.; BARROS, T. N. Indicadores pedológicos para o manejo da fertilidade de um Gleissolo Háptico sob cultivo de *Urochloa humidicola*. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 8, n. 2, p. 1–4, 2025. Acesso em: 10 ago. 2025. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/80126>.