

ADEQUABILIDADE DO USO AGRÍCOLA DAS TERRAS DO MUNICÍPIO DE ALVORADA DO GURGUÉIA-PI

MILENA MENDES BARRETO

Geógrafa pela Universidade Federal do Piauí - UFPI

E-mail: milena.mendes@ufpi.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7716-2035>

MATHEUS ALVES DE MEDEIROS SILVA

Mestrando em Geografia na Universidade Federal do Piauí - UFPI

E-mail: matheusmedeiroseb@ufpi.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4658-336X>

ABRAÃO BARBOSA LEMOS

Mestrando em Geografia na Universidade Federal do Piauí - UFPI

Email: abraaolemos@ufpi.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1262-3335>

GUSTAVO SOUZA VALLADARES

Professor Titular da Universidade Federal do Piauí - UFPI

E-mail: valladares@ufpi.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4884-6588>

Recebido: 06/26

Avaliado 07/26

Publicado: 08/26

RESUMO

A adequabilidade do uso agrícola das terras constitui uma importante ferramenta para o planejamento territorial, pois permite avaliar a compatibilidade entre o potencial natural das terras e as formas de uso atualmente praticadas. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a adequabilidade do uso agrícola das terras do município de Alvorada do Gurguéia, localizado no sul do estado do Piauí e inserido na região do MATOPIBA. Para isso, foram utilizados dados de aptidão agrícola das terras, uso e cobertura da terra e informações ambientais obtidas em bases oficiais, processados por meio de técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG. Inicialmente, foram elaborados mapas temáticos de localização, geologia, solos, aptidão agrícola das terras e uso e cobertura da terra. Posteriormente, realizou-se o cruzamento entre os mapas de aptidão agrícola e de uso e cobertura, possibilitando a geração do mapa de adequabilidade do uso das terras processadas no *software* QGIS versão 3.40. Os resultados indicaram predominância de áreas com aptidão restrita para lavouras (46,03%) e de terras inaptas ao uso agrícola (27,75%), além da ocorrência de áreas com boa aptidão para lavouras (21,53%). A análise da adequabilidade demonstrou o predomínio de áreas classificadas como subutilizado (62,07%) e Adequado/Preservação (27,54%), enquanto as áreas Sobreutilizadas representaram apenas 1,17% da área municipal. Verificou-se ainda a predominância de cobertura vegetal nativa associada ao bioma Cerrado, evidenciando a relevância ambiental do município e a permanência de extensos remanescentes de vegetação nativa. Conclui-se que o uso atual das terras de Alvorada do Gurguéia é, de modo geral, compatível com sua aptidão agrícola, uma vez que os conflitos entre o uso da terra e sua capacidade de suporte ocorrem de forma localizada. Os resultados também evidenciam a importância do planejamento territorial para orientar o uso sustentável das terras e contribuir para a conciliação entre produção agropecuária e conservação ambiental em uma área inserida na fronteira agrícola do MATOPIBA.

Palavras-chave: Adequabilidade do uso das terras; Aptidão agrícola; Geoprocessamento; Uso e cobertura da terra; Alvorada do Gurguéia.

AGRICULTURAL LAND SUITABILITY IN THE MUNICIPALITY OF ALVORADA DO GURGUÉIA, PIAUÍ, BRAZIL

ABSTRACT

Assessing the suitability of agricultural land use is a vital tool for land-use planning, as it allows for the evaluation of the compatibility between the land's natural potential and current land-use practices. In this context, this study aimed to analyze the suitability of agricultural land use in the municipality of Alvorada do Gurguéia, located in the south of Piauí state within the MATOPIBA region. To achieve this, data on agricultural land suitability, land

use and cover, and environmental information were obtained from official sources and processed using geoprocessing techniques within a GIS environment. Initially, thematic maps were created covering location, geology, soils, agricultural land suitability, and land use and cover. Subsequently, the agricultural suitability maps were cross-referenced with the land use and cover maps to generate a land-use suitability map using QGIS software (version 3.40). The results indicated a predominance of areas with restricted suitability for crops (46.03%) and land unsuitable for agriculture (27.75%), alongside areas with good suitability for crops (21.53%). The suitability analysis revealed a predominance of areas classified as "underutilized" (62.07%) and "suitable/preservation" (27.54%), while "overutilized" areas accounted for only 1.17% of the municipality's total area. A predominance of native vegetation cover associated with the Cerrado biome was also observed, highlighting the municipality's environmental importance and the persistence of extensive remnants of native vegetation. It is concluded that the current land use in Alvorada do Gurguéia is, in general, compatible with its agricultural suitability, as conflicts between land use and land-carrying capacity occur only in localized areas. The results also highlight the importance of land-use planning in guiding sustainable land use and contributing to reconciling agricultural production with environmental conservation in an area situated within the MATOPIBA agricultural frontier.

Keywords: Land use suitability; Agricultural suitability; Geoprocessing; Land use and land cover; Alvorada do Gurguéia.

ADECUACIÓN DEL USO AGRÍCOLA DE LAS TIERRAS EN EL MUNICIPIO DE ALVORADA DO GURGUÉIA, PIAUÍ, BRASIL

RESUMEN

La adecuación del uso agrícola de las tierras constituye una importante herramienta para la planificación territorial, ya que permite evaluar la compatibilidad entre el potencial natural de las tierras y las formas de uso actualmente practicadas. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la adecuación del uso agrícola de las tierras del municipio de Alvorada do Gurguéia, ubicado en el sur del estado de Piauí e integrado en la región del MATOPIBA. Para ello, se utilizaron datos sobre aptitud agrícola de las tierras, uso y cobertura del suelo e información ambiental obtenida de bases oficiales, procesados mediante técnicas de geoprocésamiento en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG). Inicialmente, se elaboraron mapas temáticos de localización, geología, suelos, aptitud agrícola y uso y cobertura del suelo. Posteriormente, se realizó la superposición de los mapas de aptitud agrícola y de uso y cobertura del suelo, lo que permitió generar el mapa de adecuación del uso de las tierras utilizando el software QGIS versión 3.40. Los resultados indicaron un predominio de áreas con aptitud restringida para cultivos (46,03 %) y de tierras no aptas para el uso agrícola (27,75 %), además de la presencia de áreas con buena aptitud para cultivos (21,53 %). El análisis de la adecuación mostró el predominio de áreas clasificadas como subutilizadas (62,07 %) y Adecuadas/Conservación (27,54 %), mientras que las áreas sobreutilizadas representaron solo el 1,17 % de la superficie municipal. Asimismo, se verificó el predominio de cobertura vegetal nativa asociada al bioma Cerrado, lo que evidencia la relevancia ambiental del municipio y la permanencia de extensos remanentes de vegetación nativa. Se concluye que el uso actual de las tierras de Alvorada do Gurguéia es, en términos generales, compatible con su aptitud agrícola, ya que los conflictos entre el uso del suelo y su capacidad de soporte ocurren de forma localizada. Los resultados también ponen de manifiesto la importancia de la planificación territorial para orientar el uso sostenible de las tierras y contribuir a la conciliación entre la producción agropecuaria y la conservación ambiental en un área situada en la frontera agrícola del MATOPIBA.

Palabras clave: Adecuación del uso de las tierras; Aptitud agrícola; Geoprocésamiento; Uso y cobertura del suelo; Alvorada do Gurguéia.

ADÉQUATION DE L'UTILISATION AGRICOLE DES TERRES DANS LA MUNICIPALITÉ D'ALVORADA DO GURGUÉIA, PIAUÍ, BRÉSIL

RÉSUMÉ

Les formes du relief se forment et évoluent sous l'action de processus endogènes et exogènes. Quelques des premiers travaux L'adéquation de l'utilisation agricole des terres constitue un outil important pour la planification territoriale, car elle permet d'évaluer la compatibilité entre le potentiel naturel des terres et les formes d'utilisation actuellement pratiquées. Dans ce contexte, cette étude a eu pour objectif d'analyser l'adéquation de l'utilisation agricole des terres de la municipalité d'Alvorada do Gurguéia, située au sud de l'État du Piauí et intégrée à la région du MATOPIBA. À cette fin, des données relatives à l'aptitude agricole des terres, à l'utilisation et à l'occupation des sols ainsi que des informations environnementales provenant de bases de données officielles ont été utilisées et traitées à l'aide de techniques de géotraitement dans un environnement de Système d'Information Géographique (SIG). Dans un premier temps, des cartes thématiques de localisation, de géologie, de sols, d'aptitude agricole ainsi

que d'utilisation et d'occupation des sols ont été élaborées. Par la suite, le croisement des cartes d'aptitude agricole et d'utilisation et d'occupation des sols a permis de produire la carte d'adéquation de l'utilisation des terres à l'aide du logiciel QGIS version 3.40. Les résultats ont révélé une prédominance de zones présentant une aptitude restreinte aux cultures (46,03 %) ainsi que de terres inaptes à l'utilisation agricole (27,75 %), en plus de zones présentant une bonne aptitude aux cultures (21,53 %). L'analyse de l'adéquation a montré une prédominance de zones classées comme sous-utilisées (62,07 %) et Adéquates/Préservation (27,54 %), tandis que les zones surexploitées ne représentaient que 1,17 % de la superficie municipale. L'étude a également mis en évidence la prédominance d'une couverture végétale indigène associée au biome Cerrado, soulignant l'importance environnementale de la municipalité ainsi que la conservation de vastes fragments de végétation naturelle. Il est conclu que l'utilisation actuelle des terres d'Alvorada do Gurguéia est, de manière générale, compatible avec leur aptitude agricole, les conflits entre l'utilisation des terres et leur capacité de support étant localisés. Les résultats soulignent également l'importance de la planification territoriale pour orienter l'utilisation durable des terres et favoriser la conciliation entre la production agricole et la conservation de l'environnement dans une zone située sur la frontière agricole du MATOPIBA.

Mots-clés : Adéquation de l'utilisation des terres; Aptitude agricole; Géotraitement; Utilisation et occupation des sols; Alvorada do Gurguéia.

INTRODUÇÃO

A utilização racional dos recursos naturais constitui um dos principais desafios para o desenvolvimento sustentável das atividades agropecuárias. Nesse contexto, o conhecimento das potencialidades e limitações das terras torna-se fundamental para orientar o planejamento territorial, minimizar impactos ambientais e promover o uso adequado dos recursos edáficos, hídricos e da cobertura vegetal. A avaliação da adequabilidade do uso agrícola das terras permite identificar áreas com diferentes níveis de aptidão para atividades produtivas, subsidiando a tomada de decisões relacionadas ao ordenamento do espaço rural e à conservação ambiental (Martins et al., 2024).

O uso inadequado, não sustentável, dos recursos naturais contribui para a degradação ambiental dos solos nos diferentes ecossistemas brasileiros, com reflexo imediato sobre a perda de produtividade do setor agrícola e a consequente deterioração da qualidade de vida da população (Pereira et al., 2005). No Brasil, a expansão das fronteiras agrícolas tem intensificado a necessidade de estudos voltados à aptidão e adequabilidade das terras, especialmente em regiões de grande dinamismo agroeconômico, como o MATOPIBA.

Nessa região, a ocupação agrícola tem provocado significativas transformações na paisagem, com a substituição da vegetação nativa por áreas destinadas à produção agropecuária, tornando indispensável a adoção de instrumentos de planejamento que conciliam produção e conservação ambiental. Estudos realizados da bacia do rio Gurguéia como os de Aquino e Oliveira (2020) e Sousa et al., (2018), evidenciam que a expansão agrícola promoveu considerável redução da cobertura vegetal nativa e ampliação das áreas antrópicas agrícolas nas últimas décadas.

A utilização das terras para fins agrícolas requer uma análise cuidadosa das características ambientais, especialmente em regiões com potencial produtivo e diversidade de condições naturais. Nesse contexto, a avaliação da adequabilidade do uso das terras constitui uma ferramenta fundamental para o planejamento territorial e ambiental, pois permite avaliar a compatibilidade entre o uso atual e o potencial agrícola das terras, além de indicar áreas suscetíveis à degradação decorrente do uso inadequado (Pereira; Valladares; Tosto, 2009).

No Brasil, a avaliação da adequabilidade agrícola constitui importante instrumento para o planejamento do uso das terras, permitindo compatibilizar as potencialidades e limitações naturais do ambiente com diferentes formas de utilização agrícola (Ramalho Filho; Beek, 1995). O município de Alvorada do Gurguéia, localizado no sudoeste do estado do Piauí, insere-se em uma área de transição ambiental dominada pelo Cerrado, bioma que ocupa aproximadamente 84% de seu território e que apresenta expressivo potencial para atividades

agrícolas. A economia municipal destaca-se pela produção de culturas como soja e milho, refletindo a crescente inserção do município na dinâmica do agronegócio regional.

A intensificação do uso da terra nessa fronteira agrícola, no entanto, requer avaliações detalhadas das características físicas e ambientais, uma vez que fatores como relevo, solo, drenagem e suscetibilidade à degradação influenciam diretamente a produtividade agrícola e a sustentabilidade dos sistemas produtivos. A adequabilidade agrícola das terras baseia-se na análise integrada de atributos ambientais que determinam o potencial de uso e suas limitações. Segundo o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, amplamente utilizado no Brasil, a classificação das terras considera fatores relacionados às condições do solo, relevo, deficiência hídrica, fertilidade e possibilidades de manejo, permitindo identificar áreas aptas, restritas ou inadequadas para determinados usos agrícolas.

Apesar da importância da região para a expansão agrícola do MATOPIBA, ainda são escassos estudos que integrem informações de aptidão agrícola e uso atual das terras para avaliar a adequabilidade do uso agrícola em escala municipal, especialmente no município de Alvorada do Gurguéia. Diante dessa lacuna, este trabalho tem como objetivo analisar a adequabilidade do uso agrícola das terras do município de Alvorada do Gurguéia – PI, por meio da integração de informações sobre solos, aptidão agrícola e uso e cobertura da terra, visando subsidiar o planejamento territorial e o uso sustentável dos recursos naturais.

Diante desse cenário, torna-se necessário avaliar a adequabilidade do uso agrícola das terras de Alvorada do Gurguéia, de modo a subsidiar o planejamento territorial do município e identificar áreas em que o uso atual está em conformidade, subutilizado ou em conflito com sua aptidão natural. Assim, o presente estudo tem como objetivo geral analisar a adequabilidade do uso agrícola das terras do município de Alvorada do Gurguéia – PI, buscando especificamente: (i) ilustrar a classificação da aptidão agrícola das terras do município; (ii) apresentar o uso e cobertura das terras do município; e (iii) avaliar a adequabilidade do uso agrícola das terras do município.

REVISÃO DE LITERATURA

A expansão agropecuária no Brasil, especialmente na região do Cerrado, tem promovido significativas alterações no uso e na cobertura da terra. A criação da fronteira agrícola do MATOPIBA, que engloba áreas do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, impulsionou a abertura de novas áreas agrícolas, especialmente para o cultivo de soja, milho e algodão. Segundo Alencar et al. (2020), entre 1985 e 2017 o Cerrado perdeu cerca de 24,7 milhões de hectares de vegetação nativa, equivalentes a aproximadamente 45% da cobertura nativa originalmente existente nas áreas que foram convertidas para uso agropecuário.

No estado do Piauí, especialmente na porção sul e sudoeste inserida na região do MATOPIBA, o uso e a cobertura da terra passaram por muitas mudanças nas últimas décadas, impulsionadas pela expansão da agricultura comercial. De acordo com Cerqueira e Gomes (2023), entre 1985 e 2019, os cultivos temporários, em especial a soja, foram os principais responsáveis pelas alterações na cobertura vegetal, com destaque para a substituição das formações savânicas.

Oliveira e Aquino (2019) demonstram que a expansão agrícola reduziu significativamente a vegetação nativa na bacia do Gurguéia. Resultados semelhantes foram observados por Cerqueira e Gomes (2023), que identificaram tendência semelhante para todo o estado do Piauí. Esses estudos reforçam o argumento de Almeida (2015), segundo o qual a expansão agrícola deve considerar as limitações naturais dos solos para evitar processos de degradação ambiental.

A bacia do rio Gurguéia, onde se insere o município de Alvorada do Gurguéia, é um dos principais polos dessa transformação, tendo perdido mais de 31% da vegetação nativa no

período de aproximadamente 30 anos, ao mesmo tempo em que a área agrícola cresceu proporcionalmente (Oliveira e Aquino, 2019). Esse cenário reflete não apenas a força do agronegócio na região, mas também a necessidade de avaliar criticamente a adequabilidade do uso da terra frente à aptidão agrícola dos solos.

Essa substituição da vegetação nativa por monoculturas vem se concentrando em áreas com solos férteis e topografia favorável à mecanização. Na região onde se localiza o município de Alvorada do Gurguéia, Oliveira e Aquino (2019) constataram que a área agrícola aumentou 31,07% entre 1987 e 2017, enquanto a vegetação natural foi reduzida em 31,76%, evidenciando uma dinâmica de ocupação intensa.

Segundo Almeida (2015), embora muitas terras do estado apresentem limitações que indicam usos menos intensivos, há uma tendência de ocupação dessas áreas com cultivos temporários, o que pode levar à sobreutilização do solo, caracterizada pela exploração das terras em intensidade superior à recomendada por sua aptidão ou capacidade de suporte.

A intensificação da agricultura em áreas ambientalmente sensíveis do Piauí tem gerado impactos significativos sobre os recursos naturais. Na sub-bacia do rio Gurguéia, Oliveira e Aquino (2019) destacam que as mudanças no uso e cobertura da terra estão associadas a processos de degradação ambiental, como o desencadeamento de processos erosivos, o assoreamento dos corpos hídricos e alterações no comportamento hidrológico da bacia, evidenciando a importância de avaliar a adequabilidade do uso da terra frente às suas limitações naturais.

Almeida (2015) reforça que, em solos com limitações naturais “como baixa fertilidade ou suscetibilidade à erosão”, o uso agrícola intensivo sem manejo adequado pode tornar-se insustentável. Para diagnosticar essas áreas frágeis, Fernandes et al. (2023) propõem o uso de geotecnologias que integram dados de relevo, solo e uso da terra. A análise combinada da fragilidade potencial e emergente permite identificar zonas críticas, onde o uso do solo exige atenção e planejamento. Em contextos como o de Alvorada do Gurguéia, essas ferramentas são essenciais para orientar decisões mais sustentáveis.

A bacia hidrográfica do rio Gurguéia, localizada na porção sul do estado do Piauí, representa uma das áreas estratégicas da fronteira agrícola do MATOPIBA. Com extensão aproximada de 48.826 km², corresponde a cerca de 19% da área total do estado e abrange 33 municípios, incluindo Alvorada do Gurguéia. Por concentrar importantes áreas destinadas à produção agropecuária, a região demanda estudos que orientem o uso das terras de acordo com suas potencialidades e limitações naturais.

A análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada-NDVI realizada pelas mesmas autoras em 2020 evidencia os efeitos dessa transformação: a área de solo exposto aumentou de 8,3% para 24,4%, e a vegetação com atividade fotossintética muito baixa passou de 31,6% para 73,4% no mesmo período, revelando um padrão de degradação ambiental acentuado. Os impactos foram mais expressivos nas porções Sudeste e Centro-Norte da bacia, justamente onde predominam os Latossolos, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos solos que, segundo Almeida (2015), apresentam potencial agrícola, mas também exigem manejo adequado, devido à suscetibilidade à erosão e baixa retenção de umidade.

Cerqueira e Gomes (2023) reforçam que, no Piauí, a dinâmica de ocupação das terras segue pressionando as formações savânicas, especialmente com o cultivo de soja. Nesse contexto, a avaliação da adequabilidade do uso da terra torna-se fundamental para orientar a expansão agrícola de acordo com o potencial e as limitações naturais das terras, favorecendo o uso sustentável dos recursos naturais e reduzindo conflitos entre capacidade de uso e ocupação antrópica. Diante desse cenário, o município de Alvorada do Gurguéia destaca-se como um exemplo emblemático da necessidade de compatibilizar a expansão produtiva com as características físico-naturais do território.

A análise da adequabilidade do uso agrícola das terras, baseada na compatibilidade entre os atributos naturais do solo e os tipos de uso praticados, constitui uma ferramenta essencial para o planejamento territorial sustentável. Como destacam Almeida (2015) e Oliveira e Aquino (2019), a ocupação de áreas com limitações naturais, como baixa fertilidade, declividade acentuada ou alta suscetibilidade à erosão, pode comprometer a produtividade e acelerar a degradação ambiental. Assim, em regiões de fronteira agrícola como Alvorada do Gurguéia, torna-se imprescindível compreender a adequabilidade agrícola não apenas como um critério técnico, mas como base para orientar práticas produtivas mais compatíveis com as condições naturais locais.

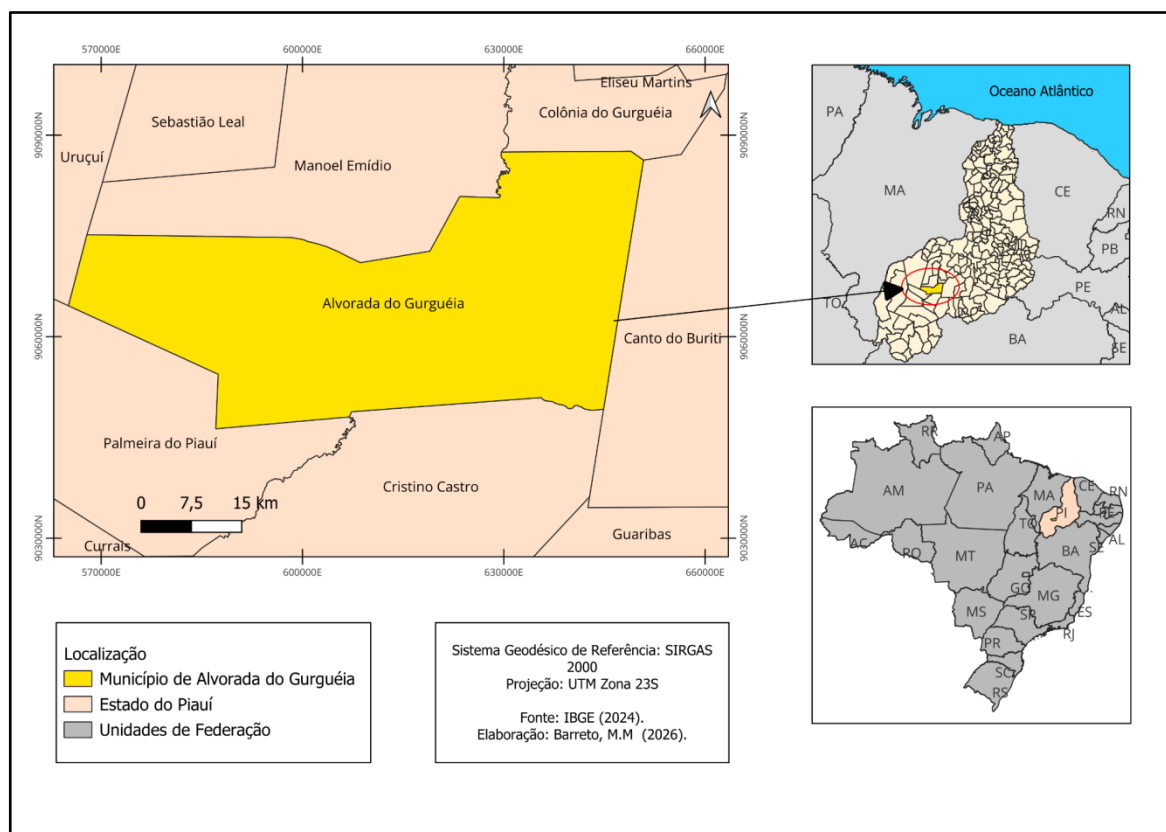
Nesse contexto, compreender as particularidades do solo, do clima e do relevo de municípios como Alvorada do Gurguéia é fundamental para evitar o uso generalizado de modelos produtivos que desconsideram suas limitações naturais. A integração de informações pedológicas, de aptidão agrícola das terras e de uso e cobertura da terra, por meio de técnicas de geoprocessamento e de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), possibilita a análise espacial integrada e subsidia o planejamento territorial e a tomada de decisão (ROSA, 2013). Dessa forma, a avaliação da adequabilidade constitui não apenas uma ferramenta técnica, mas também um instrumento de apoio ao uso racional dos recursos naturais, contribuindo para a sustentabilidade produtiva em áreas de expansão agrícola, como o MATOPIBA.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Segundo dados do IBGE (2022), o município de Alvorada do Gurguéia (Figura 1) está localizado na mesorregião Sudoeste Piauiense e na microrregião do Alto Médio Gurguéia, a aproximadamente 511 km da capital Teresina. Inserido na região do MATOPIBA, o município caracteriza-se como uma área estratégica para estudos sobre uso do solo, em razão da recente expansão da fronteira agrícola, da predominância do bioma Cerrado e da diversidade de condições ambientais que influenciam a dinâmica de uso e cobertura das terras.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Alvorada do Gurguéia.

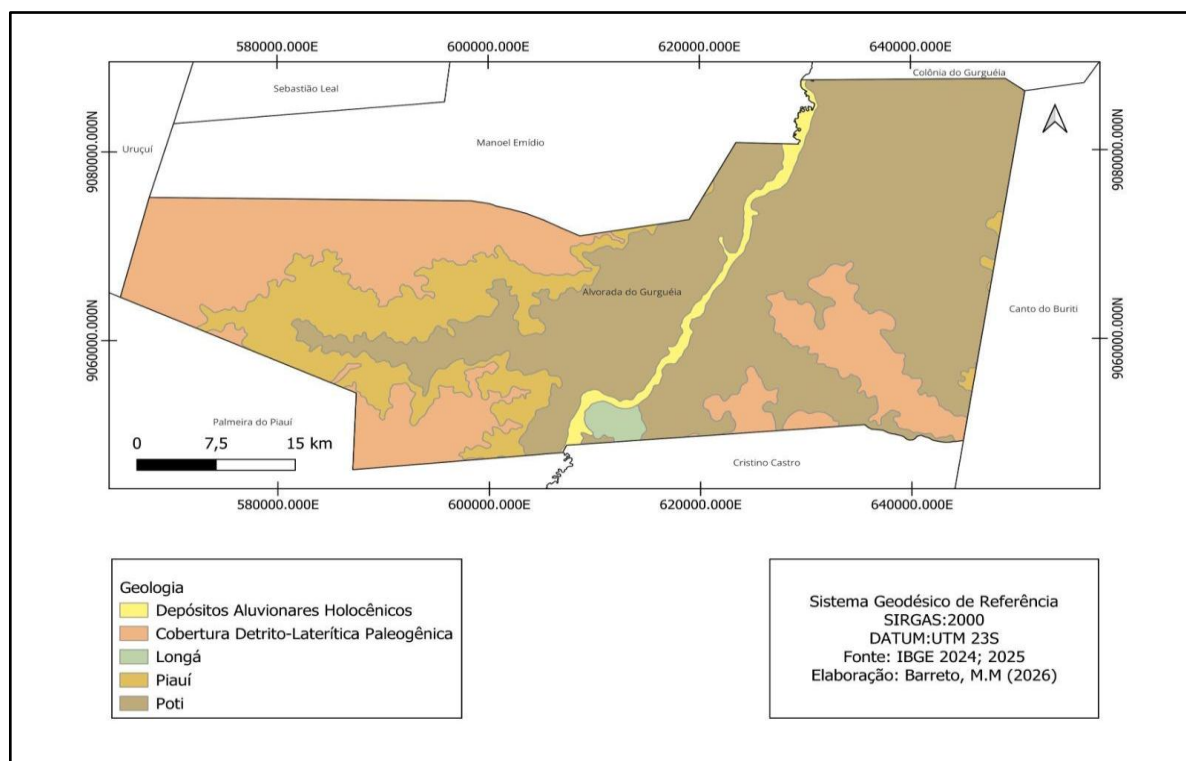


Fonte: IBGE (2024); Elaborado pela autora (2026)

Com uma área de 2.131,506 km², Alvorada do Gurguéia se destaca pela diversidade ambiental, composta por Cerrado (84%) e Caatinga (16%). A geologia do município de Alvorada do Gurguéia é composta por diferentes unidades geológicas associadas à Bacia Sedimentar do Parnaíba. Conforme apresentado na Figura 2, ocorrem no município as unidades Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica, Depósitos Aluvionares Holocênicos, Formação Longá, Formação Piauí e Formação Poti. Observa-se o predomínio espacial da Formação Poti, caracterizada pela ocorrência predominante de arenitos, siltitos e folhelhos, ocupando grande parte do território municipal. A Formação Longá é caracterizada predominantemente por folhelhos e siltitos, podendo apresentar intercalações de arenitos, e ocorre de forma mais localizada no município, assim como as demais unidades geológicas identificadas. (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, 2006).

Os Depósitos Aluvionares Holocênicos ocorrem principalmente ao longo dos principais cursos d'água, refletindo processos deposicionais mais recentes. A diversidade geológica observada no município influencia diretamente a formação dos solos e as características da paisagem, constituindo um importante fator para a compreensão da aptidão agrícola das terras e das formas de uso do solo observadas na área de estudo conforme a figura 2.

Figura 2 - Mapa de geologia do município de Alvorada do Gurguéia



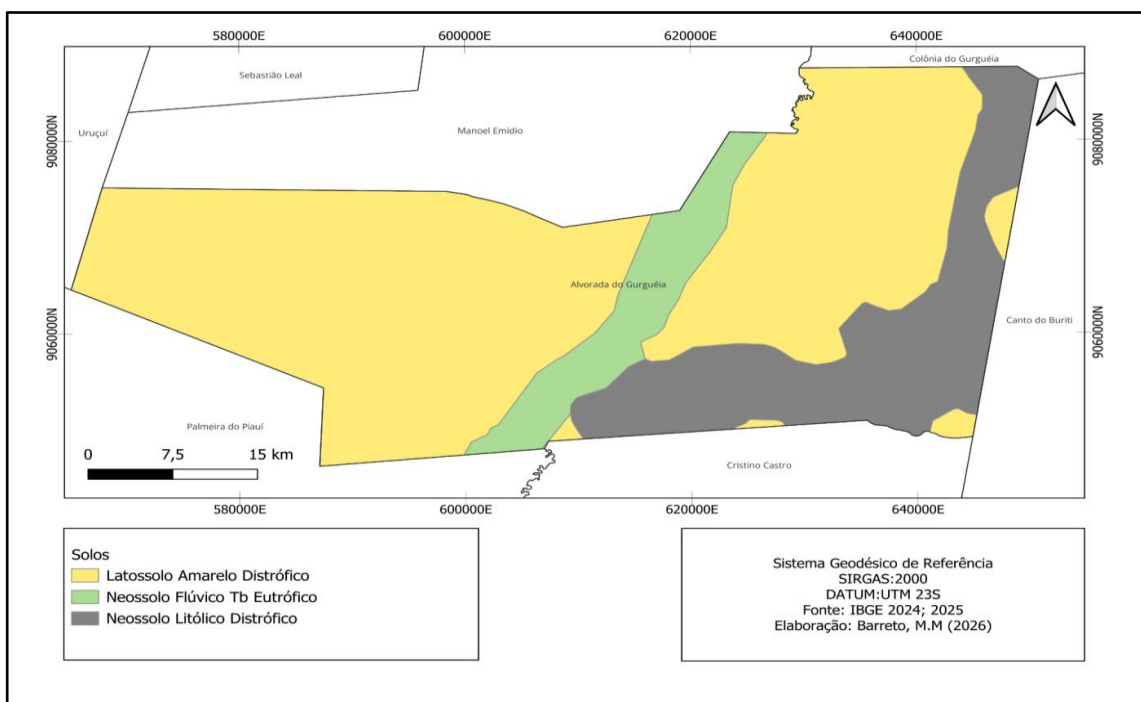
Fonte: IBGE (2024); Elaborado pela autora (2026).

As condições climáticas apresentam temperaturas mínimas de 26°C e máximas de 36°C, com clima quente e semiúmido. A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais em torno de 700 a 1.200 mm e período chuvoso estendendo-se de novembro – dezembro a abril – maio (Aguiar; Gomes, 2004, p. 10), configura condições relevantes para a agricultura. A cidade se destaca principalmente por cultivos de grãos como soja, milho e algodão. O agronegócio é a base do desenvolvimento da região, que inclui 23 municípios nas Chapadas das Mangabeiras, conforme informações da Secretaria do Estado do Planejamento do Piauí (SEPLAN-PI, 2023).

A presença do rio Gurguéia, principal curso d'água do município e integrante da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, juntamente com os aquíferos Cabeças e Serra Grande e a inserção parcial no Parque Nacional Serra das Confusões, exerce influência sobre a dinâmica ambiental e agrícola da região. O rio Gurguéia contribui para a disponibilidade hídrica local e condiciona processos naturais que influenciam o uso e a ocupação das terras no município. Apesar de apresentar vocação agrícola expressiva, evidenciada pelo cultivo de culturas como soja, feijão-fava e eucalipto, o município carece de estudos específicos sobre a adequabilidade de suas terras, justificando a realização desta pesquisa.

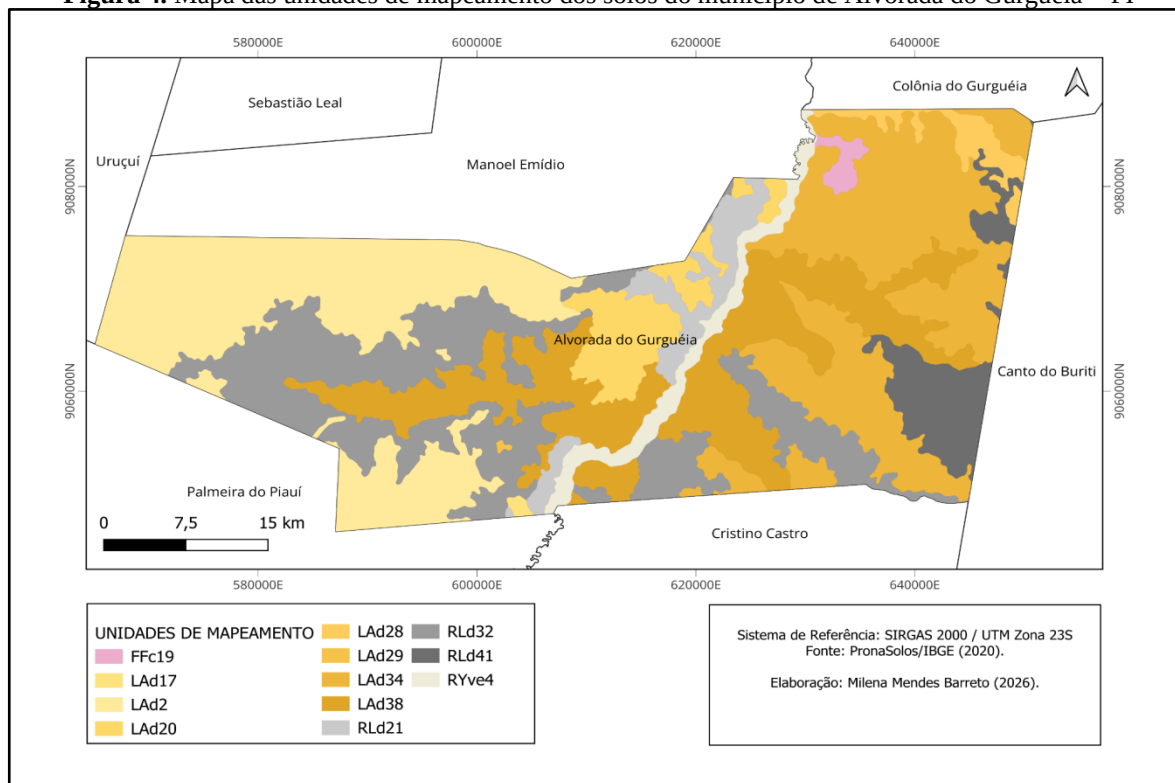
No Brasil, segundo a Embrapa (2025), existem 13 ordens de solos, sendo eles: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Organossolos, Luvisolos, Neossolos, Nitossolos, Planossolos, Plintossolos, Vertissolos e Latossolos. Os solos do município de Alvorada do Gurguéia são representados predominantemente pelas classes LATOSSOLO AMARELO Distrófico, NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico e NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico, conforme ilustrado na Figura 3. Para complementar essa caracterização, a Figura 4 apresenta as unidades de mapeamento dos solos disponibilizadas pelo PronaSolos/IBGE, preservando os códigos originais utilizados na base cartográfica, que representam associações de solos e seus respectivos componentes.

Figura 3 - Mapa de Solos do município de Alvorada do Gurguéia – PI



Fonte: IBGE(2024); Elaborado pela autora (2026)

Figura 4. Mapa das unidades de mapeamento dos solos do município de Alvorada do Gurguéia – PI



Fonte: PronaSolos/IBGE (2020); Elaborado pela autora (2026)

As unidades de mapeamento apresentadas na Figura 4 correspondem às associações de solos definidas pelo PronaSolos/IBGE e são identificadas por códigos alfanuméricos. No município de Alvorada do Gurguéia foram identificadas as unidades FFc19, correspondente ao PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário; LAd2, LAd17, LAd20, LAd28, LAd29, LAd34 e LAd38, correspondentes ao LATOSSOLO AMARELO Distrófico; RLd21, RLd32 e RLd41,

correspondentes ao NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico; e RYve4, correspondente ao NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico. Essas unidades representam associações de solos e seus respectivos componentes, de modo que uma mesma unidade de mapeamento pode reunir um solo dominante associado a outras classes de solos, constituindo o nível de detalhamento adotado pelo levantamento pedológico na escala de 1:250.000.

A análise das Figuras 3 e 4 evidencia o predomínio espacial dos LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos, que ocupam grande parte do território municipal. Esses solos são característicos de áreas de Cerrado e apresentam elevado grau de intemperismo, sendo amplamente distribuídos na área de estudo.

Os NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Eutróficos ocorrem principalmente em áreas associadas aos cursos d'água e ambientes deposicionais mais recentes. Estes solos apresentam gênese ligada a processos fluviais e forte predominância de textura arenosa (psamítica) (EMBRAPA, 2018), enquanto os NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos apresentam ocorrência mais restrita e estão relacionados a áreas com menor desenvolvimento pedogenético. Esses solos foram evidenciados como solos com contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície (EMBRAPA, 2018).

A distribuição dessas classes de solos influencia diretamente o potencial de uso agrícola das terras, uma vez que características como profundidade, fertilidade natural, drenagem e suscetibilidade à erosão condicionam os diferentes níveis de aptidão agrícola identificados no município.

Dessa forma, os aspectos físicos e ambientais da área de estudo, especialmente aqueles relacionados à geologia, aos solos e à inserção na bacia hidrográfica do rio Gurguéia, constituem elementos fundamentais para a compreensão da aptidão agrícola das terras e da adequabilidade do uso do solo analisadas neste trabalho.

Materiais Utilizados

A presente pesquisa foi desenvolvida com base na utilização de dados secundários provenientes de plataformas oficiais, bancos de dados públicos e documentos técnicos, associados a ferramentas de geoprocessamento para análise espacial e elaboração de produtos cartográficos. Os principais materiais utilizados foram: Dados pedológicos do Programa PronaSolos (BRASIL, 2023), incluindo mapas temáticos e informações morfológicas e físico-químicas dos solos, utilizados na caracterização dos solos do município de Alvorada do Gurguéia.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2025), utilizado como base para classificação e interpretação das classes de solos identificadas na área de estudo; Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho; Beek, 1995; Lumbreras et al., 2015), utilizado como base para a interpretação das classes de aptidão agrícola das terras, considerando suas potencialidades e limitações de uso. Dados de uso e cobertura da terra do Projeto MapBiomas (Coleção 9), utilizados para identificação dos padrões de ocupação do solo e das principais classes de cobertura existentes no município.

Softwares de geoprocessamento e sensoriamento remoto, com destaque para o QGIS versão 3.40 e o Google Earth Pro, utilizados na organização, processamento, integração e análise dos dados espaciais, bem como na elaboração dos mapas temáticos; Bases cartográficas e informações complementares do IBGE (2022 e 2023), SEPLAN-PI (2023) e MMA (2022), utilizadas para caracterização ambiental, territorial e socioeconômica da área de estudo.

Procedimentos Metodológicos

A metodologia adotada neste trabalho baseou-se na análise integrada de informações referentes aos solos, à aptidão agrícola das terras e ao uso e cobertura da terra, utilizando técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG. As etapas metodológicas foram organizadas da seguinte forma:

Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras

A avaliação da aptidão agrícola das terras foi realizada com base no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, proposto por Ramalho Filho e Beek (1995), amplamente empregado em estudos de planejamento territorial e aplicado por Lumbreset al. (2015) na avaliação da aptidão agrícola das terras do MATOPIBA. A representação cartográfica das classes de aptidão utiliza uma notação composta por números, letras e símbolos, cuja interpretação é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Significado da simbologia utilizada no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terra

Simbologia	Significado
1	Classe de aptidão boa para lavouras.
2	Classe de aptidão regular para lavouras.
3	Classe de aptidão restrita para lavouras.
4	Classe de aptidão restrita para pastagem plantada.
6	Terras sem aptidão para uso agrícola .
A,B e C	Níveis de manejo agrícola, correspondendo, respectivamente, aos níveis baixo, intermediário e alto de desenvolvimento tecnológico
Letras maiúsculas	Indicam aptidão boa no nível de manejo correspondente.
Letras minúsculas	Indicam aptidão regular no nível de manejo correspondente.
Letras entre parênteses	Indicam aptidão restrita no nível de manejo correspondente.
Ausência de letra	Indica que a terra é inapta naquele nível de manejo.
Reservas	Áreas destinadas à preservação ambiental, não consideradas para uso agrícola,

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995)

Os níveis de manejo representam diferentes graus de desenvolvimento tecnológico e capacidade de investimento empregados na exploração agrícola das terras, conforme proposto por Ramalho Filho e Beek (1995):

Manejo A (baixo nível tecnológico): caracteriza-se pelo uso de práticas agrícolas tradicionais, com reduzida aplicação de insumos, baixa mecanização e limitada capacidade de correção das limitações do solo. Manejo B (nível tecnológico intermediário): envolve a adoção de práticas agrícolas melhoradas, com utilização moderada de insumos, mecanização parcial e aplicação de técnicas de conservação e manejo do solo. Manejo C (alto nível tecnológico): corresponde a sistemas agrícolas mais intensivos, com elevado uso de insumos, mecanização avançada, correção da fertilidade do solo e adoção de tecnologias modernas de produção.

A combinação dos números, letras e símbolos permite representar, de forma sintética, o comportamento das terras frente aos diferentes níveis de manejo. Por exemplo, a classe 1(b)C indica terras pertencentes ao grupo de aptidão boa para lavouras, com aptidão boa no nível de manejo C, restrita no nível B e inapta no nível A. Da mesma forma, a classe 2(ab)c* representa terras pertencentes ao grupo de aptidão regular para lavouras, com aptidão regular no nível C, restrita nos níveis A e B, sendo o asterisco parte da simbologia utilizada pelo sistema para indicar fatores limitantes considerados na classificação.

Essa padronização permite representar, de forma sintética, o comportamento das terras frente aos diferentes níveis de manejo e subsidiou a elaboração do mapa de aptidão agrícola utilizado neste estudo. Após a definição do sistema de classificação e da interpretação da simbologia utilizada, foram estabelecidos os critérios para avaliação da adequabilidade do uso das terras que exigiu a definição de critérios para classificação das áreas quanto à compatibilidade entre seu potencial agrícola e o uso observado, conforme descrito a seguir.

Critérios para classificação da adequabilidade do uso das terras

Quadro 2 - Critérios adotados para classificação da adequabilidade do uso das terras

Classe de adequabilidade	Critério adotado
Adequado	Áreas em que o uso atual é compatível com a aptidão agrícola das terras.
Adequado/Preservação	Áreas cobertas por vegetação nativa ou destinadas à preservação ambiental, em conformidade com sua função de conservação.
Subutilizado	Áreas cuja aptidão agrícola permite usos mais intensivos, porém permanecem ocupadas por vegetação natural ou por usos de baixa intensidade.
Sobreutilizado	Áreas em que o uso atual é mais intenso do que o recomendado pela aptidão agrícola, podendo favorecer processos de degradação ambiental.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A avaliação da adequabilidade do uso das terras foi realizada por meio do cruzamento espacial entre o mapa de aptidão agrícola das terras e o mapa de uso e cobertura da terra, utilizando ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG. A classificação foi baseada na compatibilidade entre o potencial de uso indicado pela aptidão agrícola e o uso efetivamente observado no município, permitindo identificar áreas em situação de uso adequado,

adequado/preservação, subutilização e sobreutilização. Para essa classificação, foi empregada a matriz de decisão apresentada no Quadro 2, aplicada durante o cruzamento dos mapas em ambiente SIG.

Levantamento e organização dos dados: Inicialmente, foram obtidos os dados pedológicos disponibilizados pelo Programa PronaSolos, bem como os dados referentes à aptidão agrícola das terras e as bases cartográficas da área de estudo. Os dados foram organizados e padronizados em ambiente SIG para posterior análise.

Caracterização dos solos e da aptidão agrícola: Foram analisadas as classes de solos presentes no município e suas respectivas classes de aptidão agrícola, considerando as informações disponibilizadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) e pelo Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras.

Análise do uso e cobertura da terra: Foram utilizados os dados do Projeto MapBiomass para identificação das principais classes de uso e cobertura da terra presentes no município, permitindo avaliar a distribuição espacial das atividades antrópicas e das áreas de vegetação nativa.

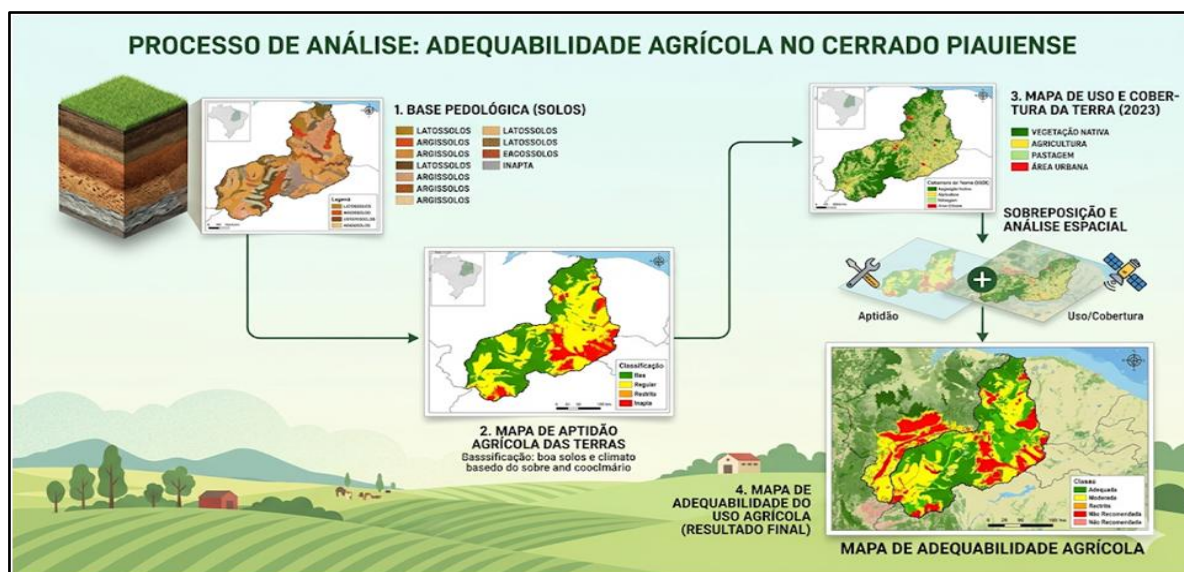
Após a caracterização da aptidão agrícola e do uso e cobertura da terra, foi estabelecida uma matriz de decisão para avaliar a compatibilidade entre o potencial de uso das terras e o uso efetivamente observado no município. Essa matriz definiu os critérios de classificação das áreas em Adequado, Adequado/Preservação, Subutilizado e Sobreutilizado, conforme apresentado no Quadro 2.

Cruzamento de dados e geração de mapas temáticos: Os dados foram integrados em ambiente SIG por meio do software QGIS versão 3.40, possibilitando a elaboração dos mapas de localização, geologia, solos, aptidão agrícola das terras, uso e cobertura da terra e adequabilidade do uso das terras. Além disso, foi elaborado um fluxograma metodológico com auxílio de inteligência artificial para sintetizar as etapas da pesquisa (Figura 5).

Avaliação da adequabilidade agrícola

Com base no cruzamento dos dados de Aptidão Agrícola das Terras e do uso e cobertura da terra, foi elaborado o mapa de adequabilidade agrícola (Figura 8). A classificação das áreas foi realizada considerando a compatibilidade entre o potencial de uso indicado pela aptidão agrícola e o uso efetivamente observado no município, conforme os critérios apresentados no Quadro 2. Posteriormente, foram calculadas as áreas e os percentuais correspondentes a cada classe de adequabilidade, permitindo a análise quantitativa dos resultados obtidos. O mapa sintetiza essas informações e serve como base para diagnósticos e propostas de uso sustentável.

Figura 5 - Fluxograma do mapeamento para a área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora utilizando a ferramenta Gemini (Google, 2026), a partir da metodologia desta pesquisa.

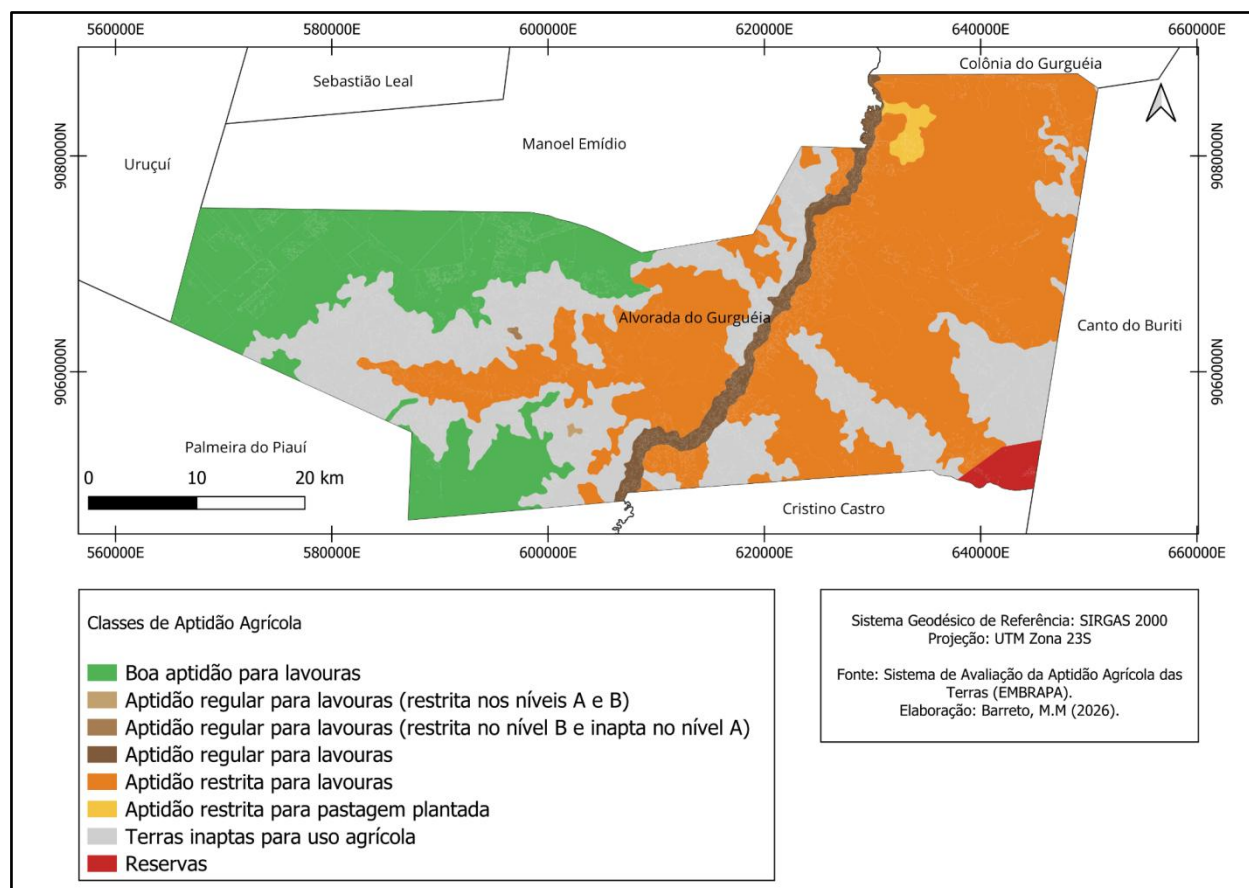
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A predominância de áreas subutilizadas pode estar relacionada à elevada presença de vegetação nativa preservada, característica ainda comum em parte do município, embora inserida na fronteira agrícola do MATOPIBA. Esse comportamento difere de municípios vizinhos com maior consolidação da agricultura mecanizada.

Aptidão Agrícola das Terras do Município de Alvorada do Gurguéia

A aptidão agrícola das terras do município de Alvorada do Gurguéia foi avaliada com base no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho; Pereira; Beek, 1995), permitindo identificar o potencial de uso agrícola e as principais limitações ambientais presentes no território. O resultado dessa análise é apresentado na Figura 6 e Quadro 1.

Figura 6 - Mapa de Aptidão Agrícola do município de Alvorada do Gurguéia – PI



Fonte: Elaborado pela autora (2026)

A análise do mapa evidencia a predominância de terras com aptidão restrita para lavouras, que ocupam aproximadamente 982,03 km², correspondendo a 46,03% da área municipal. Essas áreas apresentam limitações que restringem o uso agrícola mais intensivo, exigindo a adoção de práticas adequadas de manejo e conservação dos solos para garantir a sustentabilidade das atividades produtivas. A segunda classe mais representativa corresponde às terras inaptas para uso agrícola, abrangendo cerca de 592,02 km², equivalentes a 27,75% da área total do município. Essas áreas apresentam limitações severas para o desenvolvimento de lavouras, sendo mais indicadas para preservação ambiental ou para usos compatíveis com suas restrições naturais.

As áreas classificadas com boa aptidão para lavouras ocupam aproximadamente 459,32 km², representando 21,53% do território municipal. Essas terras apresentam condições favoráveis para o desenvolvimento das atividades agrícolas, desde que sejam adotadas práticas adequadas de manejo, correção e conservação dos solos. As áreas de aptidão regular para lavouras somam aproximadamente 64,24 km², distribuídas em diferentes níveis de limitação e manejo. Embora apresentem potencial para uso agrícola, essas terras requerem maior atenção quanto às suas limitações naturais, principalmente porque predominam os Latossolos Amarelos Distróficos, que apresentam baixa fertilidade natural, exigindo práticas de correção e manejo adequado do solo. Em algumas áreas, a ocorrência de Neossolos Litólicos Distróficos também impõe restrições ao uso agrícola em função da menor profundidade efetiva desses solos.

As áreas com aptidão restrita para pastagem plantada apresentam ocorrência reduzida, ocupando aproximadamente 14,42 km² (0,68% da área municipal). Além disso, as áreas destinadas à preservação ambiental (reservas) correspondem a cerca de 21,63 km², representando 1,01% do território analisado. De maneira geral, os resultados demonstram que

o município possui potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, especialmente nas áreas classificadas como de boa e regular aptidão.

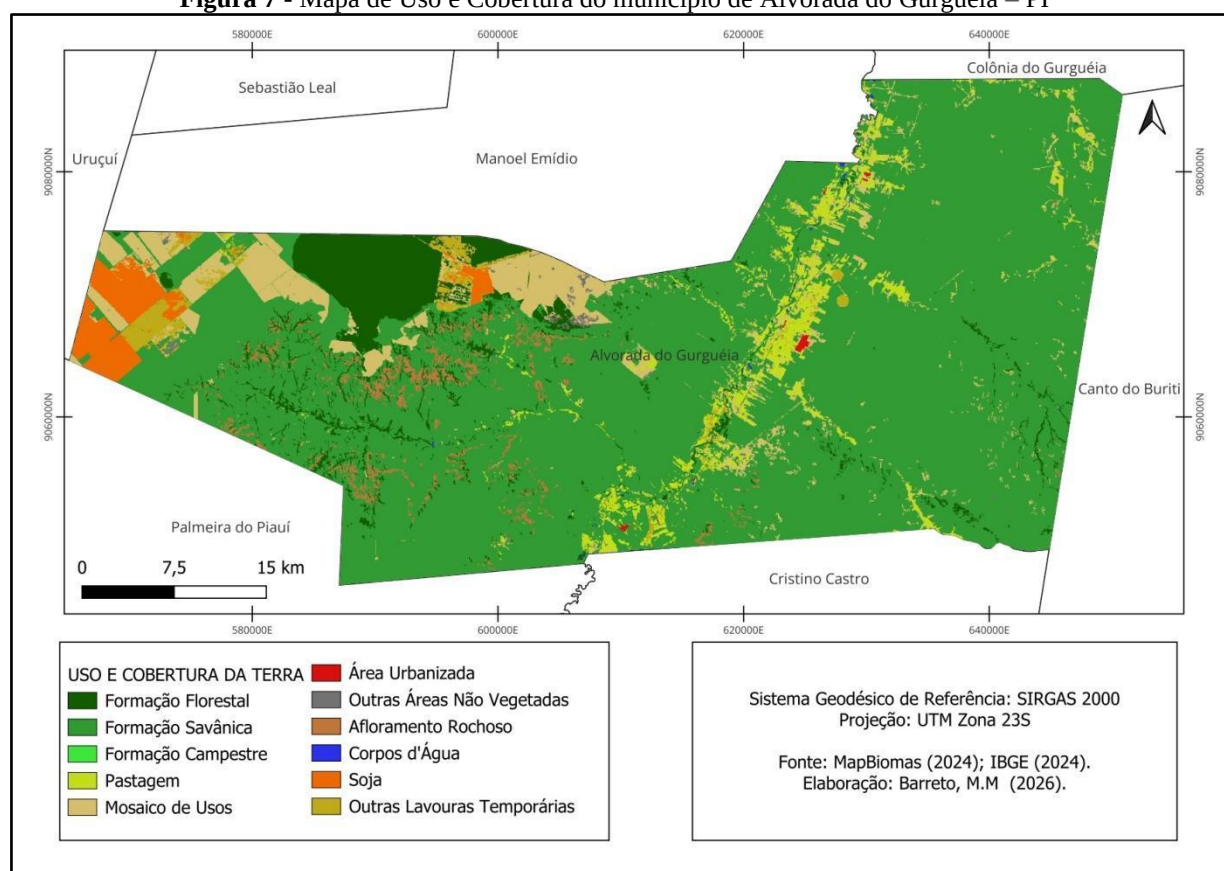
Entretanto, a predominância de terras com aptidão restrita para lavouras e de áreas inaptas ao uso agrícola evidencia a necessidade de planejamento territorial e adoção de práticas de manejo compatíveis com as limitações naturais do ambiente. Esses resultados constituem a base para a avaliação da adequabilidade do uso atual das terras, apresentada nas seções seguintes.

Uso e Cobertura das Terras do Município de Alvorada do Gurguéia

O uso e cobertura das terras do município de Alvorada do Gurguéia foi analisado com base nos dados do Projeto MapBiomas, permitindo identificar os principais padrões de uso do território municipal. O resultado dessa análise é apresentado na Figura 7.

292

Figura 7 - Mapa de Uso e Cobertura do município de Alvorada do Gurguéia – PI



Fonte: MapBiomas/IBGE(2024); Elaborado pela autora (2026)

A análise espacial demonstra o predomínio das formações naturais de vegetação, com destaque para a Formação Savânica, que ocupa grande parte do território municipal. Essa classe está associada às fitofisionomias características do bioma Cerrado, predominante na região, desempenhando importante papel na conservação da biodiversidade, proteção dos recursos hídricos e manutenção dos processos ecológicos.

Também foram identificadas áreas de Formação Florestal e Formação Campestre, distribuídas em diferentes setores do município. Essas classes representam remanescentes de vegetação nativa que contribuem para a estabilidade ambiental da paisagem e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos locais.

Entre os usos antrópicos, destacam-se as áreas classificadas como Pastagem, Soja, Outras Lavouras Temporárias e Mosaico de Usos. As áreas de pastagem encontram-se distribuídas em diferentes porções do município, refletindo a importância da atividade pecuária na economia local. Já as áreas agrícolas concentram-se principalmente nas regiões mais favoráveis ao desenvolvimento de atividades produtivas, evidenciando o avanço da agricultura mecanizada, especialmente do cultivo da soja.

A classe Mosaico de Usos representa áreas com diferentes formas de ocupação e uso da terra, caracterizadas pela coexistência de atividades agropecuárias e fragmentos de vegetação nativa. Esse padrão demonstra a heterogeneidade do uso do solo em determinadas áreas do município.

As classes Área Urbanizada, Outras Áreas Não Vegetadas, Afloramento Rochoso e Corpos d'Água apresentam ocorrência menos expressiva em termos espaciais, porém desempenham funções importantes na organização territorial e na dinâmica ambiental local. A área urbanizada está associada principalmente à sede municipal, enquanto os corpos d'água, com destaque para o rio Gurguéia, principal curso hídrico da área de estudo, contribuem para a manutenção dos ecossistemas, para o abastecimento hídrico e para a dinâmica ambiental da região.

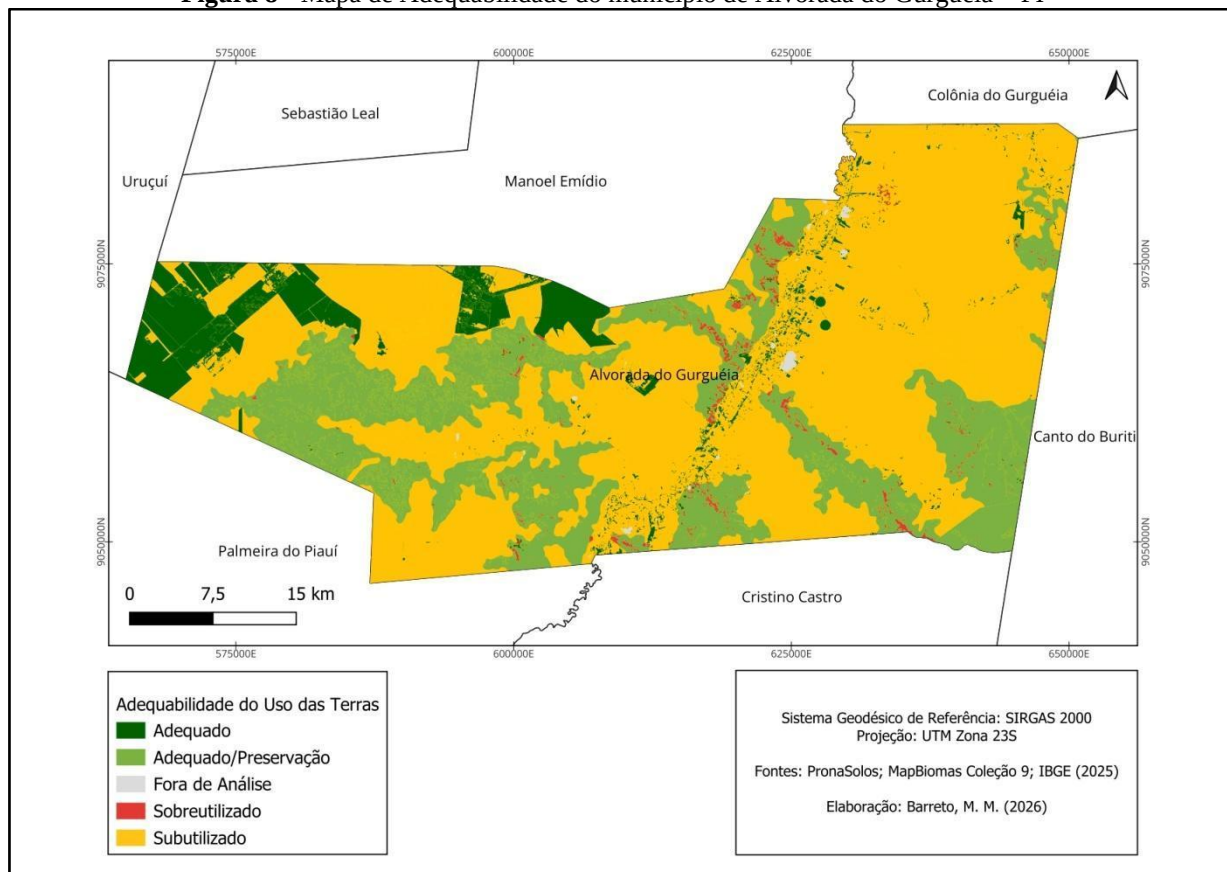
Dessa forma, o município de Alvorada do Gurguéia apresenta predominância de cobertura vegetal nativa associada ao Cerrado, coexistindo com áreas destinadas às atividades agropecuárias. Esse padrão evidencia a importância do planejamento territorial para garantir o equilíbrio entre a conservação ambiental e o desenvolvimento das atividades produtivas, servindo como base para a análise da adequabilidade do uso das terras apresentada na seção seguinte.

Adequabilidade do Uso das Terras do Município de Alvorada do Gurguéia

A análise da adequabilidade do uso das terras foi realizada por meio do cruzamento entre o mapa de aptidão agrícola e o mapa de uso e cobertura da terra, permitindo avaliar a compatibilidade entre o potencial de uso das terras e a ocupação atualmente observada no município (Figura 7).

Os resultados indicaram o predomínio da classe Subutilizado, que ocupa aproximadamente 1.324,36 km², correspondendo a 62,07% da área analisada. Essa condição está relacionada principalmente à presença de áreas cobertas por vegetação nativa e outros usos de baixa intensidade, em áreas que apresentam potencial para utilização agrícola. Esse resultado demonstra que grande parte do território municipal ainda não foi incorporada às atividades produtivas mais intensivas, apesar de possuir aptidão para determinados usos agropecuários.

Figura 8 - Mapa de Adequabilidade do município de Alvorada do Gurguéia – PI



Fonte: Elaborado pela autora (2026)

Embora a região do MATOPIBA tenha apresentado expressiva expansão das atividades agrícolas nas últimas décadas, conforme observado por Oliveira e Aquino (2019) e Cerqueira e Gomes (2023), os resultados demonstram que ainda existe significativa parcela do território municipal não incorporada ao uso agrícola intensivo. Esse cenário revela uma dinâmica distinta daquela observada em áreas mais consolidadas da fronteira agrícola, onde a conversão da vegetação natural ocorreu de forma mais intensa.

As áreas classificadas como Adequadas ocupam 191,33 km² (8,97%), representando os locais onde o uso atual apresenta compatibilidade com a aptidão agrícola das terras. Nesses setores, verifica-se maior equilíbrio entre o potencial produtivo e a ocupação observada, reduzindo a probabilidade de degradação associada ao uso inadequado dos recursos naturais.

A classe Adequado/Preservação representa 587,66 km² (27,54% da área total), indicando a presença de extensas áreas em que a conservação ambiental se mostra compatível com as características naturais das terras. Esse resultado possui relevância no contexto do Cerrado, bioma que vem sofrendo perdas significativas de cobertura vegetal nas últimas décadas, conforme destacado por Alencar et al. (2020).

Por outro lado, as áreas Sobreutilizadas correspondem a apenas 25,04 km² (1,17% da área total), indicando que os conflitos entre uso atual e capacidade de suporte das terras ocorrem de forma localizada. Apesar da reduzida representatividade espacial, essas áreas demandam atenção, uma vez que o uso acima da capacidade recomendada pode favorecer processos erosivos e outras formas de degradação ambiental, conforme discutido por Almeida (2015). A classe Fora de Análise representa apenas 5,27 km² (0,25%), demonstrando baixa influência sobre o resultado final da avaliação, correspondendo a corpos d'água ou a áreas urbanas.

De modo geral, os resultados evidenciam que o município de Alvorada do Gurguéia apresenta predominância de áreas subutilizadas e preservadas, associadas principalmente à manutenção de remanescentes de vegetação nativa. Ao mesmo tempo, a reduzida ocorrência de áreas sobreutilizadas sugere que os conflitos entre uso da terra e aptidão agrícola ainda são limitados espacialmente. Esses resultados reforçam a importância do planejamento territorial como instrumento para orientar futuras formas de ocupação e garantir a conservação dos recursos naturais em uma região inserida na dinâmica de expansão agrícola do MATOPIBA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram identificar que o município de Alvorada do Gurguéia apresenta predominância de terras classificadas como de aptidão restrita para lavouras, além de extensas áreas consideradas inaptas ao uso agrícola. Por outro lado, também foram identificadas áreas com boa aptidão para atividades agrícolas, evidenciando a diversidade de condições naturais presentes no território e a necessidade de considerar suas potencialidades e limitações no planejamento do uso da terra.

A análise do uso e cobertura das terras revelou o predomínio de formações naturais associadas ao bioma Cerrado, coexistindo com áreas destinadas às atividades agropecuárias. Esse padrão confirma a importância ambiental do município e, ao mesmo tempo, reflete as transformações territoriais observadas na região do MATOPIBA, marcada pela expansão das atividades agrícolas nas últimas décadas.

A avaliação da adequabilidade do uso das terras demonstrou o predomínio das classes Subutilizado e Adequado/Preservação, indicando que grande parte do território permanece ocupada por vegetação nativa ou submetida a usos de baixa intensidade. Em contrapartida, as áreas classificadas como sobreutilizadas apresentaram reduzida representatividade espacial, evidenciando que os conflitos entre o uso atual e a aptidão agrícola das terras ocorrem de forma localizada.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o uso atual das terras do município indicam uma reduzida ocorrência de áreas sobreutilizadas e predominância de áreas subutilizadas ou preservadas. A baixa ocorrência de áreas sobreutilizadas sugere que a ocupação antrópica tem se concentrado, em grande parte, em áreas compatíveis com suas características naturais. Ao mesmo tempo, a expressiva presença de áreas subutilizadas e preservadas demonstra que ainda existem extensos remanescentes de vegetação nativa e terras com potencial produtivo não utilizadas de forma intensiva.

Em suma, os resultados obtidos reforçam a importância da avaliação da adequabilidade como instrumento de apoio ao planejamento territorial, contribuindo para a tomada de decisões relacionadas ao uso sustentável das terras. Em um contexto de expansão da fronteira agrícola no MATOPIBA, estudos dessa natureza podem auxiliar na conciliação entre o desenvolvimento das atividades produtivas e a conservação dos recursos naturais, favorecendo formas de ocupação mais compatíveis com as características ambientais do território.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do Piauí: diagnóstico do município de Alvorada do Gurguéia**. CPRM, 2004. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/server/api/core/bitstreams/5cc191ce-a20f-45bb-99b5-c056d913280d/content>

ALENCAR, A. A. C.; et al. **Mapping three decades of changes in the Brazilian savanna native vegetation**. Remote Sensing, Basel, v. 12, n. 6, p. 1–24, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/6/924>. Acesso em: 25 jul. 2025.

ALMEIDA, K. N. S. **Aptidão agrícola dos solos do estado do Piauí**. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2015.

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, L. N. Dinâmica Temporal do uso e cobertura da terra na fronteira agrícola do MATOPIBA: Análise na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia-Piauí. **Revista Equador**, v. 9, n. 1, p. 317-333, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). PronaSolos: Programa Nacional de Levantamento de Solos. Brasília: MAPA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/pronasolos>. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado. Brasília: MMA, 2022.

CERQUEIRA, E. B.; GOMES, J. M. A. **Expansão agropecuária e dinâmicas de uso e cobertura do solo no Piauí**. Geo UERJ, n. 42, 2023. DOI: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2023.69241>. Acesso em: 4 jul. 2025.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Folha SB.23** Teresina. Brasília, DF: CPRM, 2006. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/4977/1/sb23_teresina.pdf. Acesso em: 8 jul. 2026.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 6. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 15 mai. 2026

FERNANDES, M. R. de M. et al. **Uso de geotecnologias no mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Piauí**, Sergipe. In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SEMIÁRIDO, 25, 2023, Aracaju. *Anais eletrônicos....* Aracaju: ABRHidro, 2023. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=14595>. Acesso em: 3 jul. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. BioMapas: **Plataforma de Análise Geoespacial**. 2023. Disponível em: <https://biomapas.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 abr. 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados: **Alvorada do Gurguéia**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/alvorada-do-gurgueia.html>. Acesso em: 25 abr. 2026.

LUMBRERAS, J. F.; et al. **Aptidão agrícola das terras do Matopiba**. 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1025303>. Acesso em: 25 jun 2026.

MARTINS, P. E. D.; LEMOS, A. B.; SILVA, M. A. M.; VALLADARES, G. S. (2024). THE IMPORTANCE OF SOIL MAPPING FOR THE PLANNING AND MANAGEMENT OF GEOGRAPHIC SPACE. A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF TERESINA-PI. **InternationalJournalSemiarid**. <https://doi.org/10.56346/ijsa.v7i7.218>

OLIVEIRA, L. N.; AQUINO, C. M. S. **Dinâmica temporal do uso e cobertura da terra na fronteira agrícola do MATOPIBA: análise na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia-Piauí.** Revista Equador (UFPI), v. 9, n. 1, p. 317-333, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9461/5648>. Acesso em: 2 jul. 2025.

OLIVEIRA, L. N.; AQUINO, C. M. S. **Índice da vegetação da diferença normalizada (NDVI) na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia, Piauí-Brasil: análise do efeito da expansão agrícola.** Geoaraguaia, v. 35, n. esp. 1, p. 133–142, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/10839>. Acesso em: 4 jul. 2025.

PEREIRA, L. C.; NETO, F. L.; PALLONE FILHO, W. J. Taxa de adequação de uso das terras e riscos de degradação agroambiental. **Revista Científica Rural**, v. 10, n. 1, p. 39-47, 2005.

PEREIRA, L. C.; TOSTO, S. G.; VALLADARES, G. S. **Avaliação da capacidade de uso das terras da quadrícula de Araras, SP.** 2009.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO DO PIAUÍ (SEPLAN-PI). **Relatório Econômico de Alvorada do Gurguéia.** Teresina: SEPLAN-PI, 2023.

SILVA, M. A. M.; et al. **A importância dos atributos físicos do solo: análise da densidade do solo na fazenda experimental alvorada do gurguéia-pi.** Anais do XX SGBFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente... Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/118464>. Acesso em: 02 jun. 2026

SOUSA, Gasparino Batista de et al. **Parâmetros físico-químicos das águas da bacia do rio Gurguéia, Piauí-PI.** 2018.

RAMALHO FILHO, Antonio; PEREIRA, Ednar Guedes; BEEK, KlaasJan. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** Ministério da Agricultura, Secretaria Geral, Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola-SUPLAN, v. 3, 1995.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Geoprocessamento.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2013. Disponível em: https://www.kufunda.net/publicdocs/Apostila_Geop_rossa.pdf. Acesso em: 8 jul. 2026.