

● REVISTA

INOVA Ciência & Tecnologia

● AGRONOMIA

DINÂMICA DE USO DA TERRA E REGENERAÇÃO FLORESTAL EM UMA PAISAGEM ANTRÓPICA DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA

Anna Caroline Costa Fanalli¹  , Vicente Toledo Machado de Morais Júnior¹  ,
Luciano Cavalcante de Jesus França¹  .

¹ Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO: O Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é a mesorregião de Minas Gerais com maior pujança dentre os *players* do agronegócio brasileiro, sob transição ecotonal entre Mata Atlântica e Cerrado, domínios considerados *hotspots* globais para conservação da biodiversidade e representantes de ecossistemas dentre os mais ameaçados da fitogeografia brasileira. Por outro lado, são ambiciosos os compromissos do Brasil e do estado de Minas Gerais quanto ao reflorestamento de áreas rurais até 2030, com comprometimento em restaurar 12 milhões de hectares para a escala nacional e 3,7 milhões para o estado. Entender a natureza das mudanças no uso da terra é fundamental para a compreensão da estrutura e da dinâmica de estabelecimento e regeneração das florestas contemporâneas. Neste sentido é que este estudo tem como objetivo mapear a dinâmica do uso da terra em uma paisagem antropogênica no município de Abadia dos Dourados (MG) e a relação entre fragmentação vegetal e regeneração florestal a partir de uma análise espacial multitemporal ao longo de 30 anos, utilizando-se de dados públicos do programa MapBiomas. Os resultados constataram uma conversão significativa de áreas de pastagens em áreas agrícolas. Soja e café apresentam os maiores aumentos de área. Formação florestal apresentou uma variação percentual de +8,05%, indicando um padrão de regeneração florestal, sendo possivelmente um dos poucos municípios da mesorregião com aumento de áreas florestais. A geomorfologia e tipologia de solos podem influenciar essa dinâmica. A detecção remota aplicada à análise do uso e ocupação da terra desempenha papel fundamental no planejamento territorial e ordenamento ambiental.

Palavras-chave: Geotecnologia. Restauração florestal. Planejamento territorial. Manejo da paisagem.

* Autor correspondente:
annafanalli@hotmail.com

Recebido: 13/01/2025.
Aprovado: 01/05/2025.

Como citar: Fanalli, A. C. C., Morais Júnior, V. T. M. de, & França, L. C. de J. Dinâmica de uso da terra e regeneração florestal em uma paisagem antrópica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Revista Inova Ciência & Tecnologia / Innovative Science & Technology Journal.

Editores:  
Dra. Vanessa Cristina Caron  
Dra. Marina Robles Angelini

Copyright: este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição, e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



DYNAMICS OF LAND USE AND FOREST REGENERATION IN AN ANTHROPIC LANDSCAPE OF THE TRIÂNGULO MINEIRO AND ALTO PARANAÍBA

ABSTRACT: The Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba region is the most economically vibrant meso-region in the state of Minas Gerais among the players in Brazilian agribusiness. It is positioned in an ecotonal transition zone between the Atlantic Forest and the Cerrado, domains considered global hotspots for biodiversity conservation and representatives of some of the most threatened ecosystems in Brazilian phytogeography. On the other hand, Brazil and the state of Minas Gerais have ambitious commitments to reforest rural areas by 2030, pledging to restore 12 million hectares nationally and 3.7 million for the state. Understanding the nature of land-use changes is fundamental to comprehending the structure and dynamics of the establishment and regeneration of contemporary forests. In this sense, this study aims to map land-use dynamics

in an anthropogenic landscape in the municipality of Abadia dos Dourados (MG) and the relationship between vegetation fragmentation and forest regeneration through a multi-temporal spatial analysis using public and official data from the MapBiomass program. The study area was analyzed over 30 years. The results showed a significant conversion of pasture areas to agricultural areas. Soybeans and coffee show the largest area increases. Forest formation showed a percentage variation of +8.05%, indicating a pattern of forest regeneration, possibly being one of the few municipalities in the mesoregion with the exceptionality of increased forest areas. Geomorphology and soil typology may be influencing factors for this dynamic. Remote sensing applied to the analysis of land use, occupation, and cover plays a fundamental role in territorial planning and environmental management.

Keywords: Geotechnology. Forest restoration. Territorial planning. Landscape management.

INTRODUÇÃO

A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) para o Acordo de Paris é o principal compromisso internacional do Brasil na área de mudança climática. Na 28ª Conferência das Partes (COP 28) em 2023, o Brasil atualizou seus compromissos de reduzir suas emissões líquidas em 48% até 2025 e 53% até 2030, usando 2005 como base, para alcançar a neutralidade climática até 2050. Para alcançar esses objetivos, será necessário promover a economia de base florestal e progredir para a produção agrícola de baixo carbono (Monteiro *et al.*, 2024).

Dentre os compromissos de conservação ecológica, o Brasil assumiu o de reflorestar 12 milhões de hectares (ha) até 2030 (Brasil, 2017) e o estado de Minas Gerais se comprometeu em reflorestar 3,7 milhões de hectares em áreas rurais até 2030, conforme os compromissos firmados junto ao Plano Estadual de Mudanças Climáticas, visando o fortalecimento de seus estoques naturais de carbono (Moraes Junior *et al.*, 2024).

Florestas tropicais e savanas são consideradas os maiores sumidouros de CO₂ do planeta (Cabacinha; Castro; Gonçalves, 2010). Em 2021, o Brasil foi o país que experimentou a maior perda desses ecossistemas, com uma redução de 1548.657 hectares (Weisse; Goldman, 2021). Historicamente, as mudanças no uso do solo e na cobertura da terra têm sido os principais fatores responsáveis pelas emissões brasileiras.

De maneira a auxiliar em levantamentos, quantificações e tomadas de decisões, o Sensoriamento Remoto configura-se como uma ferramenta indispensável nos estudos de fragmentação florestal, ao possibilitar a obtenção de dados sem a necessidade de contato direto com os objetos de interesse (Bing Zhang *et al.*, 2022). No contexto da fragmentação florestal, essa tecnologia assume um papel central (Williams *et al.*, 2022). O Cerrado, reconhecido como o segundo maior bioma do Brasil e um dos *hotspots* globais de biodiversidade (Morandi *et al.*, 2020), vem sendo amplamente monitorado por meio de imagens de satélite (Duarte *et al.*, 2019). A Mata Atlântica brasileira também é considerada um *hotspot* ecológico de importância global e é um dos ecos-

sistemas mais fragmentados e explorados dos biomas brasileiros (Santos *et al.*, 2018a). Esse monitoramento permite analisar a dinâmica da paisagem, evidenciando processos como o desmatamento, a conversão de áreas naturais em pastagens e sistemas agrícolas, além de alterações na conectividade entre fragmentos florestais (Aranda *et al.*, 2022).

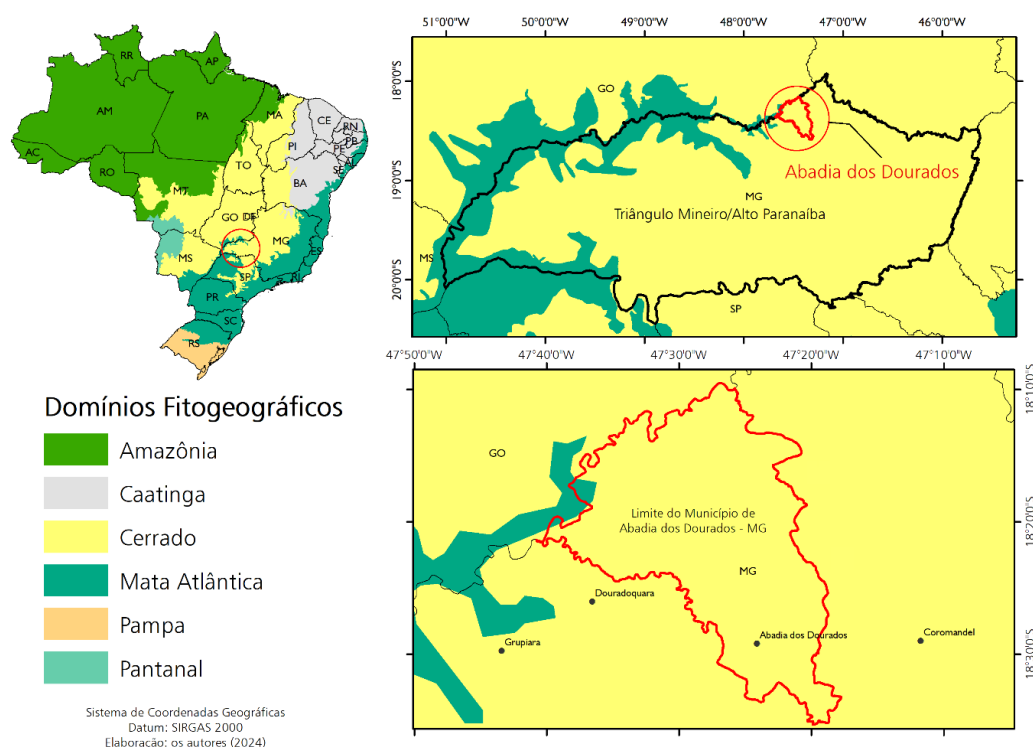
A intervenção humana sobre a paisagem natural tem provocado transformações ambientais expressivas (Alves, 2022). Dados apontam que aproximadamente 40% da população mundial, correspondendo a cerca de 3,2 bilhões de pessoas, sofre os impactos da degradação ambiental (United Nations Environment Programme, 2021). A exploração descontrolada dos recursos naturais intensifica essa degradação, demandando regulamentações rigorosas para mitigar os impactos das atividades humanas sobre as paisagens (Mullan; Haqq-Misra, 2019). No caso do Cerrado, políticas públicas que conciliem a conservação ambiental com o desenvolvimento sustentável são indispensáveis para minimizar os danos e assegurar a preservação desse bioma estratégico, essencial para o equilíbrio ambiental global (Williams *et al.*, 2022).

O presente estudo tem como objetivo avaliar a dinâmica do uso da terra em uma paisagem antropogênica e sua relação entre a fragmentação e regeneração florestal por meio de uma análise multitemporal utilizando os dados disponibilizados pela plataforma MapBiomass. A avaliação foi realizada para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023, buscando identificar as alterações na paisagem ao longo das últimas três décadas.

MÉTODOS

A área de estudo é no município de Abadia dos Dourados (figura 1) situado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba em Minas Gerais, Brasil e apresenta uma área territorial de 880,461 km² com PIB *per capita* de R\$ 25.174,26 (IBGE, 2023). A maior parte da fitogeografia do município é coberta por Cerrado, mas também apresentando resquícios de Mata Atlântica em seu território.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo referente ao município de Abadia dos Dourados (MG) e sua organização fitogeográfica



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para a análise multitemporal de uso e cobertura da terra, foram utilizadas imagens provenientes da plataforma MapBiomas para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023, cobrindo um intervalo de 10 anos entre cada período. As imagens foram baixadas no formato *raster*, contendo informações categorizadas sobre o uso e cobertura do solo, com base em um sistema padronizado de classes do MapBiomas. Em seguida, as imagens foram importadas para o QGIS, onde foram verificados aspectos como resolução espacial, sistema de coordenadas e integridade dos dados. As imagens foram reprojetadas, para SIRGAS 2000 UTM 23S para medição da área em m².

Cada imagem foi avaliada individualmente para identificar as categorias de uso e cobertura presentes na área de estudo. O MapBiomas utiliza um conjunto de classes que são aplicadas automaticamente. No QGIS, essas classes foram configuradas com uma paleta de cores padronizada para facilitar a visualização e comparação entre os anos. Utilizando a tabela de atributo no QGIS, foi realizada a quantificação das áreas para cada categoria de uso e cobertura do solo nos diferentes anos analisados. Esse cálculo foi feito em metro quadrado e extrapolado para hectares, permitindo a análise quantitativa das mudanças ao longo do tempo. Utilizando a ferramenta: “Estatísticas da camada *raster*”. Esse algoritmo calcula estatísticas básicas a partir dos valores em uma determinada faixa da camada *raster*.

A partir das análises temporais, foram gerados mapas temáticos para cada período (1993, 2003, 2013 e 2023). As informações resultantes foram organizadas

em tabelas em hectares e porcentagem para facilitar a interpretação das mudanças temporais. A porcentagem da variação territorial levando em consideração a área de 2023 em relação a 1993, para quantificar a mudança na paisagem. A análise de variação percentual foi realizada por meio da expressão (1) abaixo:

Os resultados do estudo também foram analisados junto aos dados de exposição e adaptação à mudança climática, obtidos junto à plataforma pública e oficial Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE-SISEMA) (<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram analisados com foco nas principais mudanças observadas, como a conversão de áreas de pastagens para áreas de formação florestal e áreas agrícolas (figura 2). Para suportar a análise, foram utilizadas tabelas que mostram a variação em hectare e porcentagem de cada categoria de uso e cobertura da terra ao longo do tempo. A região em questão apresenta relevo acidentado, tornando-a pouco atrativa para a agricultura devido às dificuldades de mecanização e à baixa fertilidade dos solos. Além disso, a pecuária tornou-se desfavorável devido a processos erosivos, levando ao abandono dessas áreas. Como consequência, a regeneração natural foi intensificada, o que explica o aumento das áreas convertidas em florestas.

O fortalecimento de dispositivos legais tem impulsionado ainda mais essa recuperação, como o

Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que incentiva a restauração de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (Brasil, 2012). Além disso, a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006) reforça a proteção dos fragmentos desse bioma já presentes na área de estudo (Brasil, 2006).

Diante desse cenário, municípios com essas características possuem grande potencial para a criação de Unidades de Conservação (UCs). Há estudos que indicam a viabilidade da criação de uma UC em Estrela do Sul – MG (Oliveira *et al.*, 2024), que possui características semelhantes a Abadia dos dourados e possuem distância de 63,8 km. Evidenciando a relevância dessas áreas para a conservação da biodiversidade. Isso é especialmente importante para o Triângulo Mineiro, uma região com poucas áreas destinadas à preservação ambiental e que se beneficiaria do fortalecimento da matriz ecológica.

Uma analogia pode ser feita com o estado de Minas Gerais, que estabeleceu um programa de mitigação do desmatamento e se comprometeu a restaurar 3,7 milhões de hectares até 2030 (Moraes Júnior *et al.*, 2024). Assim como o Brasil, que propôs plantio de 2 milhões de hectares de florestas plantadas até 2030

(Brasil, 2022). No entanto, esse prazo, definido em 2020, foi excessivamente curto para viabilizar uma restauração em larga escala, mesmo considerando áreas com alto potencial de regeneração natural.

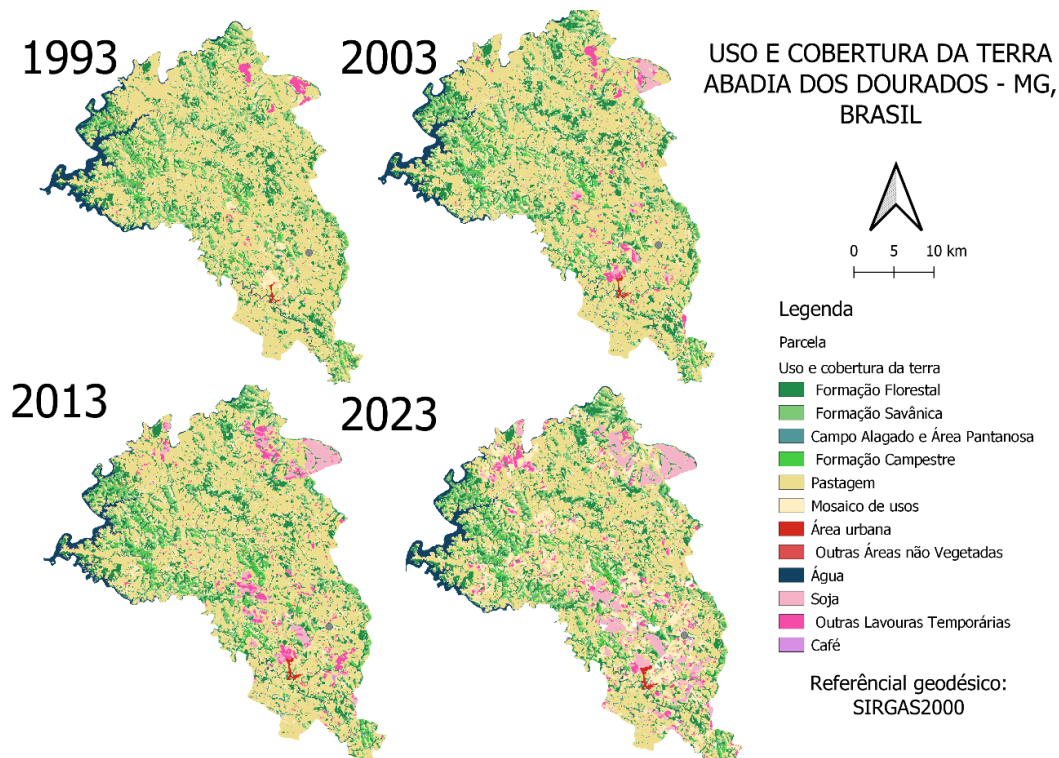
Compromissos dessa magnitude deveriam estabelecer prazos mais realistas, permitindo o desenvolvimento de novos estudos, a implementação de legislações adequadas e a criação de incentivos que favoreçam a recuperação ambiental. No caso do município de Abadia dos Dourados - MG, a análise temporal demonstrou-se eficaz para verificar o aumento da recuperação de áreas degradadas. Esse tipo de abordagem deveria ser ampliado para o estado de Minas Gerais, possibilitando um acompanhamento mais preciso das metas de restauração.

A análise multitemporal dos dados revelou um avanço expressivo da fragmentação no Cerrado ao longo dos últimos 30 anos. Entre os anos avaliados (1993, 2003, 2013 e 2023), tabela 1 e figura 2, constatou-se uma redução progressiva na cobertura vegetal nativa (Formação savânica ou Cerrado), de 7.989,60 ha (1993) para 6.881,11 ha (2023), associada à expansão de atividades agrícolas, especialmente a soja.

Tabela 1: Área do uso e cobertura da terra referente a 30 anos

Uso e cobertura da terra - 1993	Área (ha) 1993	Área (ha) 2003	Área (ha) 2013	Área (ha) 2023	Variação Relativa (%) 1993-2023
Formação florestal	11.600,67	13.512,60	12.843,18	12.534,49	8,05%
Formação savânica	7.989,60	7.578,63	7.069,54	6.881,11	-13,89%
Silvicultura	-	1,02	295,88	312,94	Novo uso
Campo Alagado e Área Pantanosa	520,63	689,79	900,12	815,66	56,65%
Formação Campestre	2.547,82	2.401,41	2.522,19	2.248,21	-11,76%
Pastagem	51.891,41	46.242,02	44.860,66	35.788,12	-31,01%
Cana-de-Açúcar	-	-	1,36	-	Uso descontinuado
Mosaico de Usos	8.856,02	12.186,15	11.675,36	18.153,48	105,06%
Área Urbanizada	86,32	122,39	145,31	170,52	97,58%
Outras Áreas não vegetadas	136,99	84,37	107,03	143,44	4,71%
Mineração	-	0,68	0,68	0,68	Novo uso
Rio	3.629,75	2.807,38	2.238,19	2.726,15	-24,86%
Soja	23,34	861,24	2.672,34	5.545,24	23667,21%
Outras Lavouras Temporárias	841,21	1.631,41	2.771,56	2.732,26	224,92%
café	0,59	15,28	30,98	75,54	12703,39%
Outras Lavouras Perenes	-	-	-	6,54	Novo uso

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 2: Mapa do uso e cobertura da terra, Abadia dos Dourados (MG)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Conforme observado nas figuras 2 e 3, áreas agrícolas expandiram sob áreas de latossolo vermelho, com altimetria variando de 769 a 847 metros associada a áreas com declividade suave à plana. Essas áreas facilitam o uso de maquinário agrícola além de características físico-química do solo, como profundidade, drenagem, solos argissolos, com alto teor de ferro e alumínio que é facilmente corrigido com calagem, conforme Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (2018b).

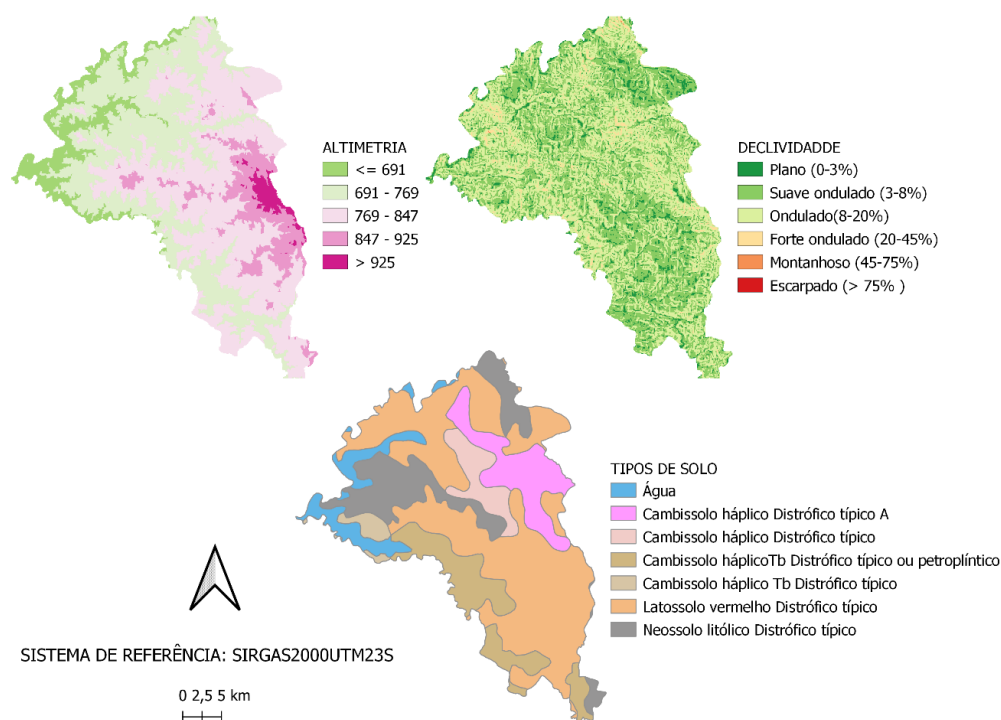
A conversão de áreas naturais para fins agrícolas e o aumento da heterogeneidade do uso da terra, demonstrado pelo crescimento do mosaico de usos, apontam para uma perda progressiva de conectividade entre os fragmentos nativos, com implicações ambientais significativas, como a redução da biodiversidade e o comprometimento dos serviços ecossistêmicos. Esses dados reforçam a necessidade de ações de planejamento territorial e conservação para conter os efeitos negativos da fragmentação.

Por outro lado, o aumento do crescimento de fragmentos florestais indica uma conversão de áreas de pastagens para áreas de vegetação nativa, sugerindo uma mudança no uso e cobertura da terra. Logo, observa-se uma perda de áreas de Cerrado e aumento de áreas florestais. A área de formação florestal, por exemplo, apresentou um aumento de 11.600,67 ha

em 1993 para 12.534,49 ha em 2023, o equivalente a uma variação positiva de 8,05%. Esse aumento das áreas florestais é essencial, pois contribui para a conservação da biodiversidade, a regulação climática e a manutenção de serviços ecossistêmicos, como o sequestro de carbono e a proteção dos recursos hídricos (Friess *et al.*, 2022). Além disso, as áreas florestais atuam como refúgios para a fauna e flora, muitas vezes abrigando espécies ameaçadas de extinção, e promovem a conectividade ecológica entre fragmentos isolados, mitigando os efeitos da fragmentação do habitat (Yudha *et al.*, 2021). O crescimento dessas áreas reflete um avanço nas políticas de preservação ambiental e no manejo sustentável do território, destacando a importância da restauração de ecossistemas para equilibrar o desenvolvimento humano e a conservação ambiental.

Existe uma relação direta entre conservação de ecossistemas naturais com a geomorfologia (Silva *et al.*, 2022) e tipologia de solos. Conforme observado no encarte de mapas da figura 3, o município de Abadia dos Dourados (MG) apresenta zonas com elevadas altitudes (acima de 900 m) e a maior parte da área tem declividade do terreno ondulada. Alguns locais são ocupados por cambissolos e neossolos, solos mais frágeis e mais apropriados para conservação ou manejo conservacionista de uso da terra (França *et al.*, 2022).

Figura 3: Caracterização fisiográfica do município de Abadia dos Dourados, Triângulo Mineiro, Minas Gerais, referente à altimetria (a), declividade (b) e tipos de solos (c), respectivamente



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Além do aumento das áreas de formação florestal, é crucial atentar para a diminuição das áreas de Cerrado, que desempenham um papel igualmente fundamental para o equilíbrio ambiental (Morandi *et al.*, 2020). Cada tipo de vegetação é específico de seu respectivo bioma e exerce funções ecológicas insubstituíveis. O Cerrado, por exemplo, é reconhecido como a savana mais biodiverso do mundo, abrigando espécies endêmicas e essenciais para a manutenção dos ciclos hidrológicos e o armazenamento de carbono (Fonseca *et al.*, 2021). A perda dessas áreas pode comprometer a resiliência do bioma, impactando diretamente os serviços ecossistêmicos que ele fornece, como a recarga de aquíferos, a proteção do solo contra a erosão e a conservação da biodiversidade (Cambráia Neto *et al.*, 2021). Assim, é importante adotar estratégias de manejo que equilibrem a recuperação de formações florestais com a proteção e preservação de outros tipos de vegetação nativa, garantindo a sustentabilidade dos diferentes biomas.

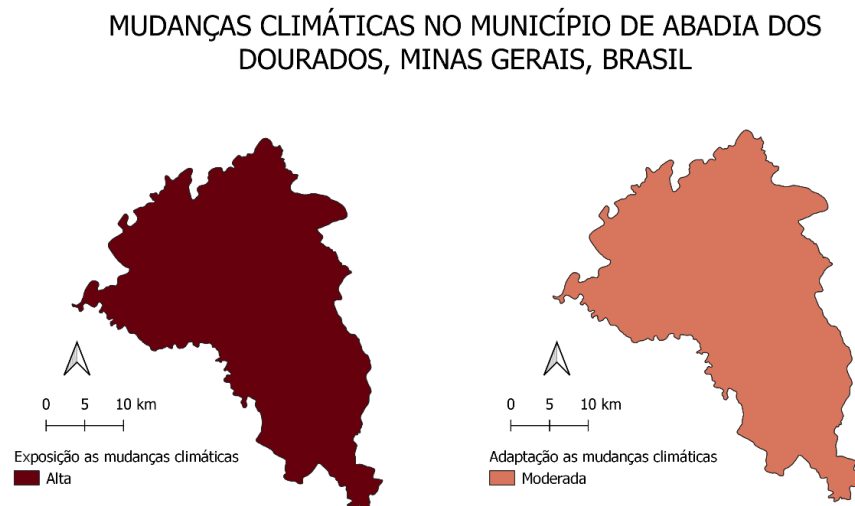
As pressões antrópicas sobre o Cerrado resultam em impactos significativos. Estima-se que cerca de 50% de sua cobertura vegetal original já tenha sido convertida para fins agropecuários ou de expansão urbana (Assis; Escada; Amaral, 2021). Essa redução compromete serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação hídrica e o sequestro de carbono, ao mesmo tempo

em que coloca em risco diversas espécies endêmicas (Pompeu; Assis; Ometto, 2024). A fragmentação do habitat reduz a conectividade ecológica, dificultando os fluxos migratórios de espécies e elevando a vulnerabilidade de populações locais à extinção (Mullan; Haqq-Misra, 2019).

No estudo de caso em questão, é salutar notar que o aumento das áreas de formação florestal representa um avanço no estágio de recuperação ambiental, provavelmente pelo efeito da regeneração natural. Contudo, é igualmente indispensável assegurar a preservação de outras formações vegetais, como as áreas de Cerrado, devido à sua relevância ecológica e às funções únicas que desempenham nos respectivos biomas.

Essas questões tornam-se ainda mais críticas diante das análises de exposição e adaptação climática, que evidenciam uma alta exposição do município à mudança climática e uma moderada capacidade de adaptação a esses eventos (figura 4). A conservação e recuperação de vegetações nativas são estratégias indispensáveis para aumentar a resiliência dos ecossistemas frente às mudanças climáticas, reduzindo vulnerabilidades e assegurando a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Assim, políticas integradas e baseadas em ciência são essenciais para equilibrar desenvolvimento sustentável, proteção ambiental e adaptação climática.

Figura 4: Dados de características do município quanto à (a) exposição e (b) adaptação à mudança climática município de Abadia dos Dourados, Minas Gerais, Brasil



SISTEMA DE REFERÊNCIA: SIRGAS2000 UTM 23S FONTE DOS DADOS: IDE SISEMA(2023)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

CONCLUSÕES

O aumento das áreas de formação florestal representa um avanço significativo na recuperação ambiental e na ampliação dos serviços ecossistêmicos na região. No entanto, quando analisado de forma isolada, esse crescimento não garante que o estado de Minas Gerais esteja, de fato, progredindo rumo à meta de restaurar 3,7 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030.

Diante disso, é fundamental que o estado elabore planos estratégicos de recomposição da vegetação, baseados em áreas prioritárias e com metas de restauração claramente definidas. Além disso, avaliações de campo (*in loco*) são essenciais para validar a qualidade e a efetividade das áreas restauradas.

Recomenda-se a realização de uma amostragem representativa em diferentes municípios ao longo do estado, a fim de analisar as classes de uso da terra e suas transições ao longo do tempo. A identificação de áreas com pastagens abandonadas e/ou degradadas pode fornecer subsídios para orientar, de forma estratégica, os esforços de restauração florestal.

Contudo, é igualmente indispensável assegurar a preservação de outras formações vegetais, como as áreas de Cerrado, devido à sua relevância ecológica e

às funções únicas que desempenham nos respectivos biomas. Cada tipo de vegetação nativa contribui de forma singular para o equilíbrio ambiental e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, sendo essencial adotar políticas de conservação que promovam um uso sustentável da terra e garantam a coexistência e a integridade dos diferentes ecossistemas. A preservação integrada é, assim, um pilar essencial para o desenvolvimento sustentável e a conservação da biodiversidade. Este mapeamento visa fornecer subsídios para a compreensão da dinâmica da fragmentação, contribuindo para a formulação de estratégias de conservação e manejo sustentável das áreas naturais.

A metodologia proposta neste trabalho permite a análise de como está sendo conduzido as atividades antrópicas dentro da área de estudo. Principalmente, verificar quais áreas estão abandonadas, como está sendo avanço do desmatamento frente a áreas nativas. A partir disso, avaliar estratégias e executar manejo efetivo de onde se deve recompor com plantio de mudas, quais áreas são interessantes de se preservar e conectar, formando corredores ecológicos e integrando espaços naturais para permitir a conexão da fauna, troca de fluxo gênico.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. G. M. **Degradação ambiental e desenvolvimento rural no Brasil**. 2022. 75 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- ARANDA, R.; TIBCHERANI, M.; NACAGAVA, V. A. F.; CARVALHO, S. S. de; SOUZA, P. R. de. The role of urban savannah fragments and their characteristics for the conservation of ants (Hymenoptera: Formicidae) in central Brazil. **Community Ecology**, [S. l.], v. 23, p. 115–127, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42974-022-00078-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42974-022-00078-7#citeas>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- ASSIS, T. O.; ESCADA, M. I. S.; AMARAL, S. Effects of deforestation over the Cerrado landscape: a study in the Bahia Frontier. **Land**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 1-15, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10040352>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/10/4/352>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- BING ZHANG; YUANFENG WU; BOYA ZHAO; CHANUSSOT, J.; DANFENG HONG; JING YAO. Progress and challenges in Intelligent remote sensing satellite systems. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, [S. l.], v. 15, p. 1814-1822, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2022.3148139>. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9705087>. Acesso em: 1 abr. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 1 abr. 2025.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Abadia dos Dourados (MG): Cidades@ – Cidades e Estados. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/abadia-dos-dourados.html>. Acesso em: 1 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aumentar em 20 % a área de florestas plantadas é objetivo do MAPA. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, [2019?]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/aumentar-em-20-a-area-de-florestas-plantadas-e-objetivo-do-mapa>. Acesso em: 1 jul. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Planaveg: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério da Educação, 2017. 73 p. ISBN 978-85-7738-336-8.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 1 abr. 2025.
- CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S.; GONÇALVES, D. A. Análise da estrutura da paisagem da Alta Bacia do rio Araguaia na savana brasileira. **FLORESTA**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 675-690, out./dez. 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/20318/13463>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- CAMBRAIA NETO, A. J.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, D. D. da; ALTHOFF, D. Impact of climate change on groundwater recharge in a Brazilian Savannah watershed. **Theoretical and Applied Climatology**, [S. l.], v. 143, p. 1425–1436, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03477-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-020-03477-w>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- DUARTE, M.; SILVA, T.; CERQUEIRA, C.; SILVA FILHO, E. Pressões ambientais em unidades de conservação: estudo de caso no sul do Estado do Amazonas. **GOT, n.º 18 – Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, Porto, p. 108-125, 2019. Disponível em: <https://scielo.pt/pdf/got/n18/n18a06.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- FRANÇA, L. C. de J.; LOPES, L. F.; MORAIS, M. S. de; LISBOA, G. dos S.; ROCHA, S. J. S. da; MORAIS JUNIOR, V. T. M. de; SANTANA, R. C.; MUCIDA, D. P. Environmental fragility zoning using GIS and AHP modeling: perspectives for the conservation of natural ecosystems in Brazil. **Conservation**, [S. l.], v. 2, p. 349-366, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/conservation2020024>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-7159/2/2/24>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- FONSECA, L. M. G.; KÖRTING, T. S.; BENDINI, H. do N.; GIROLAMO-NETO, C. D.; NEVES, A. K.; SOARES, A. R.; TAQUARY, E. C.; MARETTO, R. V. Pattern recognition and remote sensing techniques applied to land use and land cover mapping in the Brazilian Savannah. **Pattern Recognition Letters**, [S. l.], v. 148, p. 54-60, ago. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2021.04.028>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167865521001677?via%3Dihub>. Acesso em: 13 jan. 2025.

FRIESS, D. A.; ADAME, M. F.; ADAMS, J. B.; LOVELOCK, C. E. Mangrove forests under climate change in a 2°C world. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, [S. l.], v. 13, e792, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcc.792>. Disponível em: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wcc.792>. Acesso em: 13 jan. 2025

MONTEIRO, B. C. G. C.; GARCIA, J. R.; FERNANDES, M. M.; RIBEIRO, A. de S. Prediction of land use/land cover and environmental estimation of carbon stocks in the Atlantic forest: a study in the state of Sergipe, Brazil. **Cleaner and Circular Bioeconomy**, [S. l.], v. 9, e100113, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2024.100113>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772801324000411?via%3Dihub>. Acesso em: 13 jan. 2025

MORAIS JUNIOR, V. T. M. de; FRANÇA, L. C. de J.; BRIANEZI, D.; ROMERO, F. M. B.; MILAGRE, J. C.; MENDES, L. J.; MARQUES, R. de O.; OLIVEIRA, L. F. D. de; LARA, D. S.; BRANDT, A. C.; STEFANEL, C. M.; ZANUNCIO, A. J. V.; ROCHA, S. J. S. S. da; ALCÁNTARA-DE LA CRUZ, R.; JACOVINE, L. A. G. Monitoring of areas in conflict with the legislation for the protection of native vegetation in Brazil: opportunity for large-scale forest restoration and for the brazilian global agenda. **Environmental Monitoring and Assessment**, [S. l.], v. 196, n. 1113, p. 1-16, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-024-13295-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-024-13295-6#citeas>. Acesso em: 01 jul. 2025.

MORANDI, D. T.; FRANÇA, L. C. de J.; MENEZES, E. S.; MACHADO, E. L. M.; SILVA, M. D. da; MUCIDA, D. P. Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological Indicators**, [S. l.], v. 115, e106440, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106440>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X20303770?via%3Dihub>. Acesso em: 13 jan. 2025.

MULLAN B; HAQQ-MISRA, J. Population growth, energy use, and the implications for the search for extraterrestrial intelligence. **Futures**, [S. l.], v. 106, p. 4-17, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.06.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016328717304421>. Acesso em: 01 jul. 2025.

OLIVEIRA, J. de F. F. de; ALMEIDA, P. J. L. de; MORAIS JUNIOR, V. T. M. de; FRANÇA, L. C. de J. **Estudo técnico para criação de uma unidade de conservação municipal em Estrela do Sul, Minas Gerais**. Monte Carmelo: Universidade Federal de Uberlândia, 2024.

POMPEU, J.; ASSIS, T. O.; OMETTO, J. P. Landscape changes in the Cerrado: challenges of land clearing, fragmentation and land tenure for biological conservation. **Science of The Total Environment**, [S. l.], v. 906, e167581, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167581>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969723062083>. Acesso em: 01 jul. 2025.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018b. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2025.

SANTOS, J. S.; LEITE, C. C. C.; VIANA, J. C. C.; SANTOS, A. R. dos; FERNANDES, M. M.; ABREU, V. de S.; NASCIMENTO, T. P. do; SANTOS, L. S. dos; FERNANDES, M. R. de M.; SILVA, G. F. da; MENDONÇA, A. R. de. Delimitation of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Indicators**, [S. l.], v. 88, p. 414-424, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X18300128?via%3Dihub>. Acesso em: 13 jan. 2025.

SILVA, J. R.; SOUZA, J. C. de; ARAÚJO, F. M. de. A influência do relevo no processo de uso e ocupação do solo no município de Niquelândia/Goiás. **Elisee - Revista de Geografia da UEG**, [Porangatu], v. 11, n. 1, e111223, jan./jun. 2022. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/12834/9069>. Acesso em: 13 jan. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Ecosystem restoration for people, nature and climate: becoming #generationrestoration. [S. l.]: United Nations Environment Programme, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18356/9789280738643>. Disponível em: <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789280738643/read>. Acesso em: 13 jan. 2025.

WEISSE, M.; GOLDMAN, E. Forest loss remained stubbornly high in 2021. In: WORLD RESOURCES INSTITUTE. **How much forest was lost in 2021?** [S. l.]: World Resources Institute; Global Forest Review, 2021. Disponível em: <https://research.wri.org/gfr/global-tree-cover-loss-data-2021>. Acesso em: 13 jan. 2025.

WILLIAMS, B. A.; WATSON, J. E. M.; BEYER, H. L.; GRANTHAM, H. S.; SIMMONDS, J. S.; ALVAREZ, S. J.; VENTER, O.; STRASSBURG, B. B. N.; RUNTING, R. K. Global drivers of change across tropical savannah ecosystems and insights into their management and conservation. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 276, e109786, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109786>. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320722003391>. Acesso em: 01 Jul. 2025.

YUDHA, R. P.; SUGITO, Y. S.; SILLANPÄÄ, M.; NURVIANTO, S. Impact of logging on the biodiversity and composition of flora and fauna in the mangrove forests of Bintuni Bay, West Papua, Indonesia. **Forest Ecology and Management**, [S. l.], v. 488, e119038, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119038>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112721001274?via%3Dihub>. Acesso em: 13 jan. 2025.