ReGeo
ISSN: 2177-3246

ANÁLISE ESPACIAL E MULTITEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E NA COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE MUCUGÊ, BAHIA, NORDESTE DO BRASIL

SPATIAL AND MULTITEMPORAL ANALYSIS OF LAND USE AND LAND COVER CHANGES IN THE MUNICIPALITY OF MUCUGÊ, BAHIA, NORTHEASTERN BRAZIL

ANÁLISIS ESPACIAL Y MULTITEMPORAL DE LOS CAMBIOS EN EL USO Y LA COBERTURA DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE MUCUGÊ, BAHÍA, NORESTE DE BRASIL

https://doi.org/10.56238/revgeov17n10-067

Data de submissão: 12/09/2026 **Data de publicação:** 12/10/2026

Amanda Assis dos Santos
Especialização em Docência no Ensino Superior
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: amandaassis.geo@gmail.com

Heder Bispo de Freitas Pedrosa
Graduação em Engenharia Agronômica
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: freitasheder190@gmail.com

Verônica Santos Martins Carneiro
Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: vsmcarneiro@uefs.br

João Daniel de Cerqueira Pinto Filho
Graduação em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: joaobaheapinto@gmail.com

Luana Oliveira Miranda
Graduação em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: luaoliveiramiranda@gmail.com

Rodrigo Nogueira de Vasconcelos
Doutor em Ecologia
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: rnv@uefs.br

Washington de Jesus Sant'Anna da Franca Rocha
Doutor em Geologia
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: wrocha@uefs.br

RESUMO
As mudanças no uso e na cobertura da terra revelam transformações na paisagem associadas à expansão dos usos antrópicos e à redução da vegetação natural. Apesar da relevância da Chapada Diamantina, que reúne vegetação de campos rupestres de elevado endemismo, áreas protegidas e um polo consolidado de agricultura irrigada por pivôs centrais, são escassos os estudos que analisam a série completa do MapBiomas para esse contexto associando a evolução das classes às transições entre elas. Este estudo analisou as mudanças espaciais e multitemporais no uso e na cobertura da terra no município de Mucugê, Bahia, entre 1985 e 2024, com base na Coleção 10 do Projeto MapBiomas. A série anual foi utilizada para quantificar a área e a participação das classes, enquanto os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024 foram selecionados para a análise espacial e a elaboração das matrizes de transição. O processamento foi realizado em QGIS, com reclassificação das classes originais em seis categorias temáticas, e a tabulação e a visualização dos resultados em ambiente R. Entre 1985 e 2024, a vegetação natural diminuiu de 188.244,88 ha para 165.572,30 ha, correspondendo a uma redução de 22.672,58 ha. No mesmo período, a agricultura aumentou de 50.490,21 ha para 69.288,05 ha, enquanto a pastagem passou de 6.807,65 ha para 9.216,74 ha. A área urbanizada cresceu de 121,03 ha para 502,94 ha, e os corpos d'água aumentaram de 335,04 ha para 1.407,90 ha, mudança associada à implantação da Barragem do Apertado. A matriz acumulada indicou permanência de 74,07% da área analisada e transição de 25,93% entre as classes. O intervalo de 2010-2015 apresentou a maior proporção de mudanças, com 13,56%. Os resultados indicam redução da participação da vegetação natural e expansão principalmente da agricultura, da pastagem e da área urbanizada, evidenciando mudanças na organização da paisagem municipal ao longo do período analisado. Espacialmente, a expansão agrícola concentrou-se na porção oeste do município, com geometria circular característica de pivôs centrais, enquanto o setor leste, sobreposto ao Parque Nacional da Chapada Diamantina, manteve cobertura natural contínua. O estudo contribui ao quantificar, em série de quatro décadas e em escala municipal, tanto o balanço das classes quanto os fluxos de conversão entre elas, ressalvando que a análise se baseia em classes de cobertura e que oscilações interanuais do produto utilizado recomendam cautela na leitura de variações de curto prazo.

Palavras-chave: Uso e Cobertura da Terra. Matriz de Transição. MapBiomas. Chapada Diamantina. Semiárido Brasileiro.

ABSTRACT
Land use and land cover changes reveal landscape transformations associated with the expansion of anthropogenic uses and the reduction of natural vegetation. Despite the relevance of the Chapada Diamantina, which combines highly endemic campo rupestre vegetation, protected areas and a consolidated centre-pivot irrigation cluster, few studies analyse the complete MapBiomas series for this context while linking the evolution of classes to the transitions among them. This study analysed the spatial and multitemporal changes in land use and land cover in the municipality of Mucugê, Bahia, between 1985 and 2024, based on Collection 10 of the MapBiomas Project. The annual series was used to quantify the area and the share of each class, whereas the years 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 and 2024 were selected for the spatial analysis and for building the transition matrices. Processing was carried out in QGIS, with reclassification of the original classes into six thematic categories, and tabulation and visualisation of results in the R environment. Between 1985 and 2024, natural vegetation decreased from 188,244.88 ha to 165,572.30 ha, a reduction of 22,672.58 ha. Over the same period, agriculture increased from 50,490.21 ha to 69,288.05 ha, while pasture rose from 6,807.65 ha to 9,216.74 ha. Urban areas grew from 121.03 ha to 502.94 ha, and water bodies increased from 335.04 ha to 1,407.90 ha, a change associated with the construction of the Apertado Dam. The accumulated matrix indicated persistence of 74.07% of the analysed area and transition of

25.93% among classes. The 2010-2015 interval showed the highest proportion of change, with 13.56%. Spatially, agricultural expansion concentrated in the western portion of the municipality, with the circular geometry typical of centre-pivot systems, whereas the eastern sector, overlapping the Chapada Diamantina National Park, retained continuous natural cover. The study contributes by quantifying, over a four-decade series and at the municipal scale, both the balance of classes and the conversion flows among them, while acknowledging that the analysis relies on cover classes and that interannual oscillations of the product used call for caution when interpreting short-term variations.

Keywords: Land Use and Land Cover. Transition Matrix. MapBiomas. Chapada Diamantina. Brazilian Semi-arid.

RESUMEN
Los cambios en el uso y la cobertura de la tierra revelan transformaciones del paisaje asociadas a la expansión de los usos antrópicos y a la reducción de la vegetación natural. Pese a la relevancia de la Chapada Diamantina, que reúne vegetación de campo rupestre de alto endemismo, áreas protegidas y un polo consolidado de riego por pivote central, son pocos los estudios que analizan la serie completa de MapBiomas para ese contexto vinculando la evolución de las clases a las transiciones entre ellas. Este estudio analizó los cambios espaciales y multitemporales del uso y la cobertura de la tierra en el municipio de Mucugê, Bahía, entre 1985 y 2024, con base en la Colección 10 del Proyecto MapBiomas. La serie anual se utilizó para cuantificar el área y la participación de cada clase, mientras que los años 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 y 2024 fueron seleccionados para el análisis espacial y para la construcción de las matrices de transición. El procesamiento se realizó en QGIS, con reclasificación de las clases originales en seis categorías temáticas, y la tabulación y visualización de los resultados en el entorno R. Entre 1985 y 2024, la vegetación natural disminuyó de 188.244,88 ha a 165.572,30 ha, una reducción de 22.672,58 ha. En el mismo período, la agricultura aumentó de 50.490,21 ha a 69.288,05 ha y el pastizal pasó de 6.807,65 ha a 9.216,74 ha. Las áreas urbanas crecieron de 121,03 ha a 502,94 ha y los cuerpos de agua aumentaron de 335,04 ha a 1.407,90 ha, cambio asociado a la construcción de la Represa do Apertado. La matriz acumulada indicó la persistencia del 74,07% del área analizada y la transición del 25,93% entre clases. El intervalo 2010-2015 presentó la mayor proporción de cambio, con 13,56%. Espacialmente, la expansión agrícola se concentró en la porción occidental del municipio, con la geometría circular típica de los sistemas de pivote central, mientras que el sector oriental, superpuesto al Parque Nacional de la Chapada Diamantina, mantuvo cobertura natural continua. El estudio contribuye al cuantificar, en una serie de cuatro décadas y a escala municipal, tanto el balance de las clases como los flujos de conversión entre ellas, reconociendo que el análisis se apoya en clases de cobertura y que las oscilaciones interanuales del producto utilizado exigen cautela en la interpretación de variaciones de corto plazo.

Palabras clave: Uso y Cobertura de la Tierra. Matriz de Transición. MapBiomas. Chapada Diamantina. Semiárido Brasileño.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças no uso e na cobertura da terra expressam transformações na organização espacial da paisagem ao longo do tempo. A expansão das atividades agropecuárias e das áreas urbanizadas pode ocorrer acompanhada da redução de coberturas naturais, modificando a distribuição das classes e os padrões de ocupação do território. A comparação entre diferentes períodos permite reconhecer ganhos, perdas e permanências, podendo observar os setores mais afetados por essas mudanças (Cunha; Souza, 2024).

O acompanhamento dessas transformações em períodos extensos depende de dados espaciais e temporalmente comparáveis. O sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica oferecem recursos para observar, processar e quantificar alterações na superfície terrestre, favorecendo análises multitemporais do uso e da cobertura da terra (Rosa, 2005; Paula; Escada; Ortiz, 2022). No Brasil, o Projeto MapBiomas disponibiliza séries anuais produzidas a partir de imagens Landsat e métodos de classificação automática. A Coleção 10 reúne mapas de 1985 a 2024, permitindo acompanhar as classes de uso e cobertura da terra ao longo de quatro décadas (Souza Jr. *et al.*, 2020; MapBiomas, 2025). A acurácia global média da série foi estimada em 89%, variando entre 73% e 95% conforme o bioma (Souza Jr. *et al.*, 2020).

Na Chapada Diamantina, essas mudanças ocorrem em uma paisagem marcada pela diversidade geológica, geomorfológica e ambiental, pela presença de áreas protegidas e por diferentes formas de ocupação. A Serra do Sincorá reúne elementos de interesse para a geoconservação e registros relacionados à exploração histórica do diamante, compondo parte do contexto territorial no qual Mucugê está inserido (Pereira; Rocha; Pedreira, 2017; Nolasco *et al.*, 2017). A relevância conservacionista dessa paisagem é reforçada pela presença de campos rupestres, formação de solos oligotróficos, elevado endemismo vegetal e baixa resiliência a distúrbios do solo, considerada uma prioridade de conservação negligenciada (Silveira *et al.*, 2016; Fernandes *et al.*, 2020). A Chapada Diamantina é reconhecida como província florística distinta dentro da Cadeia do Espinhaço, com níveis próprios de endemismo (Colli-Silva; Vasconcelos; Pirani, 2019), de modo que a perda de vegetação natural nesse setor não é compensável por remanescentes equivalentes em outras porções do Espinhaço.

Mucugê apresenta extensas áreas de vegetação natural, unidades de conservação, núcleos de ocupação e áreas destinadas às atividades agrícolas. Entre os usos presentes no município estão a produção de frutas vermelhas e hortaliças, cafés especiais e vinhos, além das atividades relacionadas ao turismo e ao patrimônio histórico e natural (Silva; Cruz; Oliveira, 2025).

A presença simultânea de formações naturais, áreas protegidas e usos produtivos torna pertinente acompanhar como essas classes se distribuíram e se modificaram nas últimas décadas. Estudos anteriores abordaram diferentes aspectos ambientais e territoriais de Mucugê e da Chapada Diamantina, porém com recortes temporais e objetivos distintos. A utilização da série de 1985 a 2024 permite acrescentar uma análise de longa duração, associando a evolução das áreas à identificação das transições entre as classes. Apesar desses avanços, ainda são escassos os estudos que analisam a série completa de 1985 a 2024 do MapBiomas especificamente para Mucugê, associando a evolução de classes às transições entre elas. A dimensão regional dessa dinâmica já está documentada: no bioma Caatinga como um todo, a vegetação natural recuou cerca de 11%, equivalentes a 6,57 milhões de hectares, entre 1985 e 2019, processo dirigido pela expansão da pastagem e da agricultura (Rocha *et al.*, 2024). Falta, porém, uma leitura em escala municipal que articule a série anual completa às transições entre classes em um território que reúne, simultaneamente, unidade de conservação de proteção integral e polo de agricultura irrigada por pivôs centrais.

Diante dessa lacuna, busca-se responder à seguinte questão: como se modificaram a distribuição espacial e as transições entre as classes de uso e cobertura da terra no município de Mucugê entre 1985 e 2024? O estudo tem como objetivo analisar de forma espacial e multitemporal essas mudanças com base na série anual do Projeto MapBiomas, buscando quantificar as variações das classes ao longo do período e identificar as principais permanências e conversões entre elas, incluindo sua distribuição espacial.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar, de forma espacial e multitemporal, as mudanças no uso e na cobertura da terra no município de Mucugê, Bahia, entre 1985 e 2024, com base na série anual da Coleção 10 do Projeto MapBiomas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) quantificar a área e a participação relativa de cada classe de uso e cobertura da terra ao longo da série anual de 1985 a 2024;

b) caracterizar a trajetória temporal das classes, distinguindo tendências de longo prazo de oscilações interanuais;

c) quantificar, por meio de matrizes de transição, as permanências e as principais conversões entre classes nos intervalos quinquenais e no balanço acumulado do período;

d) descrever a distribuição espacial das mudanças no território municipal, identificando os setores de maior transformação;

e) discutir os resultados à luz da literatura sobre dinâmica da paisagem no semiárido brasileiro, agricultura irrigada e conservação em áreas protegidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 USO E COBERTURA DA TERRA EM MUCUGÊ E NA CHAPADA DIAMANTINA

O uso e a cobertura da terra em Mucugê já foram analisados por meio de técnicas de segmentação de imagens e classificação por regiões, permitindo caracterizar diferentes classes presentes na paisagem municipal (Borges; Silva, 2009).

Em escala regional, estudos realizados em unidades de conservação inseridas na proposta do Geoparque Serra do Sincorá registraram o predomínio das formações naturais e uma distribuição mais restrita dos usos antrópicos em determinados setores, contribuindo para a compreensão da organização da paisagem na qual Mucugê está inserido (Almeida *et al.*, 2025).

As unidades de conservação também fazem parte dessa organização territorial. Sua presença pode interferir na dinâmica do uso e da cobertura da terra, embora essa relação dependa das condições locais, da gestão e das pressões existentes no entorno (Branco; Almeida; Francisco, 2022). Neste trabalho, essas áreas são consideradas como parte do contexto territorial de Mucugê, sem que sua efetividade seja objeto de avaliação.

Outro processo registrado no município é a ocorrência de queimadas. Entre 2000 e 2022, foram observadas variações espaciais e temporais nos focos de calor, inclusive em setores de vegetação natural. Embora o fogo não seja utilizado como variável nesta pesquisa, esses registros ajudam a compreender o contexto ambiental local (Araújo, 2024).

Os estudos existentes abordam diferentes aspectos da paisagem de Mucugê e da Chapada Diamantina, com recortes espaciais, temporais e metodológicos distintos. Nesse conjunto, a análise de uma série de aproximadamente quatro décadas permite acrescentar uma leitura voltada à evolução das classes e às transições ocorridas entre elas.

2.2 ANÁLISE MULTITEMPORAL E MATRIZES DE TRANSIÇÃO

A análise multitemporal permite comparar a distribuição das classes de uso e cobertura da terra em diferentes períodos e acompanhar alterações na paisagem. Estudos realizados no Nordeste brasileiro registraram mudanças envolvendo vegetação natural, agricultura, pastagem e outras formas de ocupação, com comportamentos distintos conforme as características de cada área (Coelho *et al.*,

2014; Barbosa; Valladares, 2020). Em escala de bioma, a série do MapBiomas indica recuo de aproximadamente 11% da vegetação natural da Caatinga entre 1985 e 2019 (Rocha *et al.*, 2024). Cabe observar, no entanto, que parte relevante da degradação no semiárido é crônica e difusa, não se expressando como conversão abrupta entre classes (Antongiovanni *et al.*, 2020), de modo que os valores obtidos por classes de cobertura tendem a representar um limite inferior da transformação efetiva da paisagem.

A comparação das áreas totais mostra quanto cada classe ganhou ou perdeu ao longo do período, mas não permite identificar, isoladamente, de qual classe determinada área se originou ou para qual classe foi convertida. As matrizes de transição acrescentam essa informação ao relacionar as classes registradas em dois momentos, distinguindo as áreas que permaneceram na mesma categoria daquelas que passaram por conversão. Esse procedimento tem base metodológica consolidada: a matriz de transição distingue a diagonal, correspondente à permanência, dos elementos fora da diagonal, correspondentes às conversões, permitindo decompor a mudança em componentes de quantidade e de alocação (Pontius Jr., 2022). A análise de intensidade acrescenta a comparação entre intervalos, categorias e transições, distinguindo a intensidade da mudança do simples tamanho das classes (Aldwaik; Pontius Jr., 2012). Aplicações recentes a séries do MapBiomas no oeste da Bahia demonstram a utilidade dessa abordagem para separar trocas reversíveis de deslocamentos direcionais entre classes (Pontius Jr.; Fonseca, 2025).

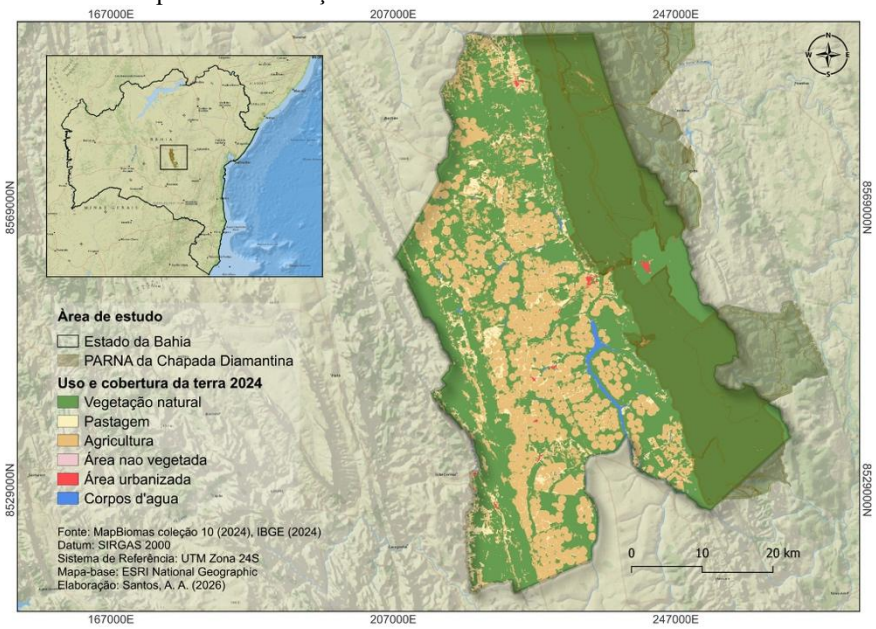
No presente estudo, a evolução das áreas e as matrizes são utilizadas de forma complementar. A primeira permite acompanhar as variações de cada classe ao longo da série, enquanto as matrizes permitem reconhecer as permanências e os principais fluxos de conversão entre elas, com destaque para as transições entre vegetação natural, atividades agropecuárias e áreas antrópicas.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de estudo, Mucugê, está inserido no Território de Identidade da Chapada Diamantina, no estado da Bahia, na latitude 13°00'19" Sul e longitude 41°22'15" Oeste, a uma altitude média de 983 metros acima do nível do mar, com clima subúmido a seco. Localiza-se a cerca de 444 km de Salvador, capital do estado, sendo a rodovia BA-142 a principal via de acesso ao município. Segundo o censo demográfico mais recente, sua população estimada em 2022 era de 10.545 habitantes (IBGE, 2023). A localização do município, os limites do Parque Nacional da Chapada Diamantina e a configuração do uso e cobertura da terra em 2024 são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Localização do município de Mucugê, Bahia, com destaque para os limites do Parque Nacional da Chapada Diamantina e para a distribuição das classes de uso e cobertura da terra em 2024.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Com parte de seu território inserida no Parque Nacional da Chapada Diamantina, Mucugê reúne formações naturais, unidades de conservação e áreas submetidas a diferentes formas de uso (Pereira; Rocha; Pedreira, 2017; Almeida *et al.*, 2025). A expansão da agricultura irrigada no Polo Agrícola Mucugê-Ibicoara, marcada pela presença de pivôs centrais, alterou a organização produtiva e territorial desse setor da Chapada Diamantina (Gramacho; Spínola, 2023).

Entre as atividades desenvolvidas no município destacam-se a produção de frutas vermelhas, hortaliças, cafés especiais e vinhos (Silva; Cruz; Oliveira, 2025). Mucugê também apresenta relevância turística, associada aos atrativos naturais, ao ecoturismo e ao conjunto arquitetônico e paisagístico tombado pelo Iphan (Silveira; Santos; Lima, 2023). A coexistência entre áreas naturais protegidas, agricultura irrigada e atividades turísticas torna pertinente o estudo das mudanças no uso e na cobertura da terra no município.

3.2 BASE DE DADOS

Os dados de uso e cobertura da terra foram obtidos na plataforma do MapBiomas, a partir dos mapas raster da Coleção 10 de Uso e Cobertura da Terra, que disponibiliza mosaicos anuais do território brasileiro para o período de 1985 a 2024, com resolução espacial de 30 m/pixel, elaborados a partir de imagens da série de satélites Landsat e de métodos de classificação automática. Para este estudo, foram utilizados os mapas correspondentes a esse mesmo período, extraídos em intervalos de cinco anos (1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024), sendo o último intervalo de

apenas quatro anos em razão do limite temporal da Coleção 10, totalizando uma série de quase quatro décadas para a análise da dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Mucugê, Bahia. A acurácia global média dessa série foi estimada em 89%, com variação entre 73% e 95% conforme o bioma (Souza Jr. *et al.*, 2020).

3.3 PROCESSAMENTO E COMPATIBILIZAÇÃO DOS DADOS

Inicialmente, os arquivos raster correspondentes aos anos analisados foram obtidos na plataforma do MapBiomas. Como os arquivos originais apresentam elevado nível de detalhamento e fragmentação temática, foi necessário reclassificá-los, agrupando as classes originais em categorias temáticas mais amplas e alinhadas aos objetivos do estudo (Tabela 1).

O limite municipal de Mucugê foi obtido no site do IBGE (2025) e utilizado para o recorte espacial, mantendo apenas os pixels pertencentes ao município. Os dados foram processados no software QGIS, versão 3.44.5. Esse procedimento eliminou as informações externas à área de estudo, reduzindo o volume de dados e direcionando as análises exclusivamente ao território municipal.

Os dados de uso e cobertura da terra, derivados da coleção Landsat e disponibilizados pela plataforma MapBiomas, são originalmente referenciados pelo sistema geodésico World Geodetic System 1984 (WGS 84). Para garantir a compatibilidade espacial entre as bases cartográficas utilizadas na pesquisa, os dados foram reprojetados para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) e, em seguida, para o sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 24 Sul, correspondente à localização geográfica do município de Mucugê, Bahia.

A tabulação e a estruturação inicial dos dados brutos foram realizadas no *software Microsoft Excel*. A manipulação avançada dos dados e a elaboração dos gráficos foram realizadas no ambiente de programação estatística R, versão 4.6.1, por meio do RStudio, com uso de pacotes especializados: o pacote *readxl* e funções do ecossistema *tidyverse (Wickham et al., 2019)* para importação e organização dos dados, e o pacote ggplot2 para a visualização gráfica, com mapeamento de cores customizado para a diferenciação das classes de uso e cobertura da terra (Wickham, 2016).

Tabela 1. Esquema de reclassificação: correspondência entre as classes da legenda de nível 1 da Coleção 10 do MapBiomas e as seis classes temáticas adotadas neste estudo.

Classes	Classes agrupadas: Coleção 10 do MapBiomas
Vegetação Natural	Formação florestal; formação savânica; mangue; floresta alagável, restinga arbórea, campo alagado e área pantanosa; formação campestre; apicum, afloramento rochoso; restinga herbácea
Pastagem	Pastagem
Agricultura	Agricultura (lavoura temporária e lavoura perene); silvicultura e mosaico de usos
Área urbanizada	Área urbanizada
Área não vegetada	Praia, duna e areal; mineração e outras áreas não vegetadas
Corpo d'água	Rio, lago e oceano; aquicultura

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2025).

3.4 RECLASSIFICAÇÃO TEMÁTICA E CÁLCULO DAS ÁREAS

Após o recorte espacial dos mapas anuais pelo limite municipal de Mucugê, as classes originais da Coleção 10 do MapBiomas foram reagrupadas por meio da ferramenta *Reclassificar por tabela*, disponível na Caixa de Ferramentas de Processamento do QGIS. A reclassificação resultou em seis classes temáticas: vegetação natural, pastagem, agricultura, área urbanizada, área não vegetada e corpos d'água, cuja correspondência com as classes originais é apresentada na Tabela 1. A especificação gráfica adotada na representação cartográfica dessas classes consta na Tabela 2. O mesmo agrupamento foi aplicado a todos os mapas da série, mantendo a correspondência entre os códigos e as classes analisadas.

Tabela 2. Especificação gráfica adotada na representação cartográfica das classes de uso e cobertura da terra e do limite municipal, com os respectivos códigos hexadecimais de cor.

Classe de informação	Subclasse de informação	Variável visual	Sistema de cor (Hexacode number)	Símbolo
Classes	Vegetação Natural	Cor matiz	#679d51	
	Pastagem		#fbf1be	
	Agricultura		#e8c07a	
	Área urbanizada		#fe4b4f	
	Área não vegetada		#f0c9cc	
	Corpo d'água		#4f8bed	
	Limite de Mucugê		#000000	

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A área ocupada por cada classe foi calculada, em hectares, por meio da função *r.report* para os anos de 1985 a 2024. Os valores obtidos foram organizados em uma tabela anual, utilizada para calcular as variações absolutas e percentuais e acompanhar a evolução das classes durante o período.

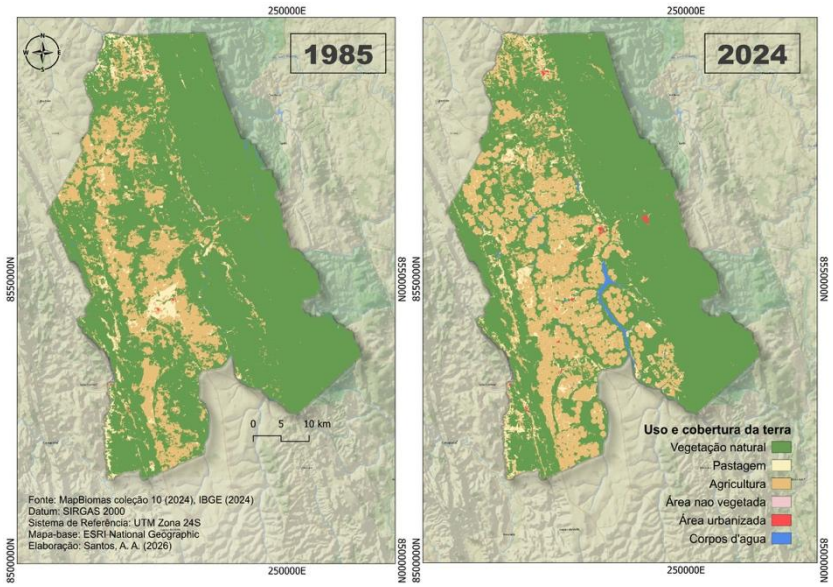
Para a representação cartográfica, foram selecionados os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024.

Os mapas reclassificados também foram cruzados para a elaboração das matrizes de transição referentes aos intervalos de 1985-1990, 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015, 2015-2020 e 2020-2024. Uma matriz adicional foi elaborada para o período de 1985 a 2024. Esse procedimento permitiu quantificar as permanências e as conversões entre as classes. A leitura das matrizes seguiu a distinção entre a diagonal, que corresponde às áreas que permaneceram na mesma classe, e os elementos fora da diagonal, que correspondem às conversões entre classes (Pontius Jr., 2022). Além dos valores absolutos, foram calculadas as proporções de permanência e de transição em relação à área municipal, o que permite comparar a intensidade da mudança entre os intervalos analisados (Aldwaik; Pontius Jr., 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

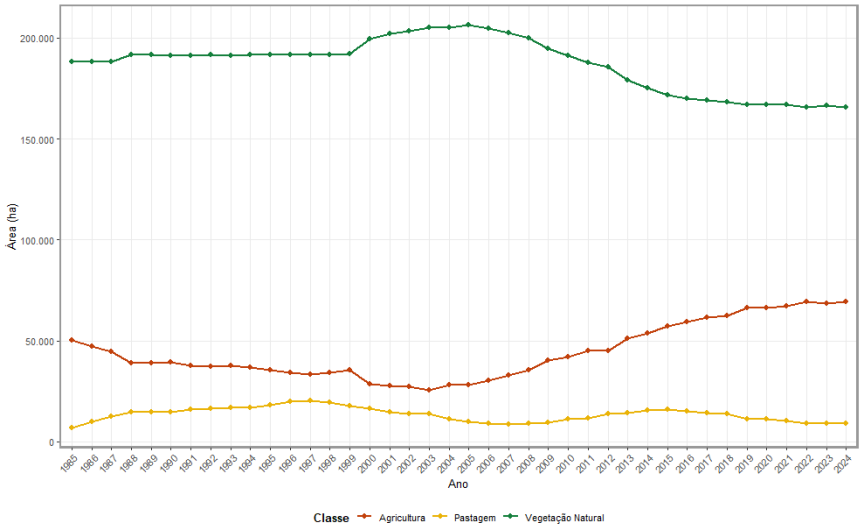
A análise das mudanças do uso e cobertura da terra no município de Mucugê entre 1985 e 2024 evidencia um processo de transformação gradual da paisagem, marcado pela redução das áreas de vegetação natural e pela expansão da agricultura, das pastagens, da área urbanizada e dos corpos d'água, conforme visualizado na Figura 2. A comparação entre 1985 e 2024 (Figura 2) mostra que a transformação não foi homogênea no território: a expansão da agricultura concentrou-se na porção oeste e central do município, ao longo do eixo de drenagem, onde a geometria circular característica dos sistemas de pivô central é nitidamente distinguível em 2024 e praticamente ausente em 1985. O setor leste, que se sobrepõe ao Parque Nacional da Chapada Diamantina, manteve cobertura natural contínua ao longo de toda a série (Figura 1 e Figura 6).

Figura 2. Comparação espacial do uso e cobertura da terra no município de Mucugê, Bahia, em 1985 (esquerda) e 2024 (direita), evidenciando a expansão da agricultura na porção oeste, a geometria circular dos pivôs centrais e o espelho d'água da Barragem do Apertado.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Figura 3. Evolução anual da área (ha) das classes Vegetação Natural, Agricultura e Pastagem no município de Mucugê, Bahia, entre 1985 e 2024.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A evolução temporal das principais classes de uso e cobertura da terra evidencia comportamentos distintos ao longo da série histórica (Figura 3). A vegetação natural apresentou relativa estabilidade entre 1985 e o final da década de 1990, mantendo-se próxima de 190 mil hectares. A partir de 2000, observa-se uma elevação temporária da área classificada como vegetação natural, que atingiu valores superiores a 200 mil hectares no início dos anos 2000, alcançando seu maior valor em aproximadamente 2005. Após esse período, verifica-se uma tendência geral de redução, com maior intensidade a partir de 2008, até atingir aproximadamente 165,6 mil hectares em 2024. Esse

comportamento demonstra que a redução da vegetação natural não ocorreu de forma linear durante todo o período, mas foi marcada por oscilações e por uma redução mais evidente na segunda metade da série. Cabe registrar que a elevação da vegetação natural entre 1999 e 2005 é praticamente espelhada pela retração simultânea da agricultura no mesmo intervalo (Figura 3). Como a área municipal é fixa, esse padrão em espelho é compatível com a reclassificação de áreas agrícolas em pousio como vegetação natural e com a instabilidade interanual conhecida do produto utilizado, e não necessariamente com recuperação efetiva da cobertura nativa. Matos *et al.* (2025) verificaram que a série do MapBiomas apresenta cerca de 4,6 vezes mais transições anuais do que dados de referência, ainda que se mostre consistente no balanço do período completo, o que recomenda restringir a interpretação de curto prazo. Alternativamente, parte da oscilação pode corresponder a mudança real e reversível associada ao regime de fogo e à rebrota da vegetação, processo já documentado no Parque Nacional da Chapada Diamantina (Santos, S. M. B. *et al.*, 2020).

Em sentido contrário, a agricultura apresentou comportamento predominantemente crescente no período analisado. A classe ocupava 50.490,21 ha em 1985 e apresentou redução persistente ao longo das duas primeiras décadas, com valores próximos de 33 mil hectares em meados da década de 1990 e o menor valor de toda a série no início dos anos 2000, em torno de 25 mil hectares (Figura 3). A partir de 2004, entretanto, observa-se uma retomada da expansão agrícola, inicialmente de forma gradual e, posteriormente, com maior intensidade a partir de aproximadamente 2008. Entre 2010 e 2024, o crescimento torna-se mais acentuado, alcançando 69.288,05 ha no final da série. Assim, embora tenham ocorrido oscilações ao longo das quatro décadas, o comportamento geral da agricultura foi de expansão, resultando em aumento de sua participação na área municipal de 20,50% para 28,13%.

A pastagem apresentou comportamento distinto das duas classes anteriores, com oscilações ao longo da série e participação relativamente reduzida na área municipal. Entre 1985 e o início da década de 1990, observa-se crescimento da área de pastagem, seguido por relativa estabilidade e novas oscilações durante a década de 1990. Após 2000, a classe apresentou redução em alguns períodos, permanecendo em valores próximos de 10 a 15 mil hectares durante parte da série. A partir de aproximadamente 2010, verifica-se uma retomada gradual, com pico próximo de 16 mil hectares em 2014-2015, seguida de nova redução, chegando a 9.216,74 ha em 2024, frente aos 6.807,65 ha registrados em 1985. Dessa forma, apesar de apresentar menor expressão territorial que a agricultura, a pastagem também contribuiu para o aumento da participação dos usos agropecuários no município.

A análise conjunta das três classes evidencia uma mudança na composição da paisagem municipal ao longo do período. Enquanto a vegetação natural apresentou redução no balanço final da série, agricultura e pastagem apresentaram aumento de suas áreas. Consideradas conjuntamente, essas

duas classes passaram de 57.297,86 ha em 1985 para 78.504,79 ha em 2024, correspondendo a uma ampliação de aproximadamente 21.207 ha. Consequentemente, a participação conjunta dos usos agropecuários passou de 23,26% para 31,87% da área municipal. Esse comportamento reforça a tendência de aumento da importância dos usos produtivos na organização territorial de Mucugê, acompanhada pela redução relativa da cobertura natural. A Tabela 3 sintetiza a participação percentual de todas as classes nos anos extremos da série.

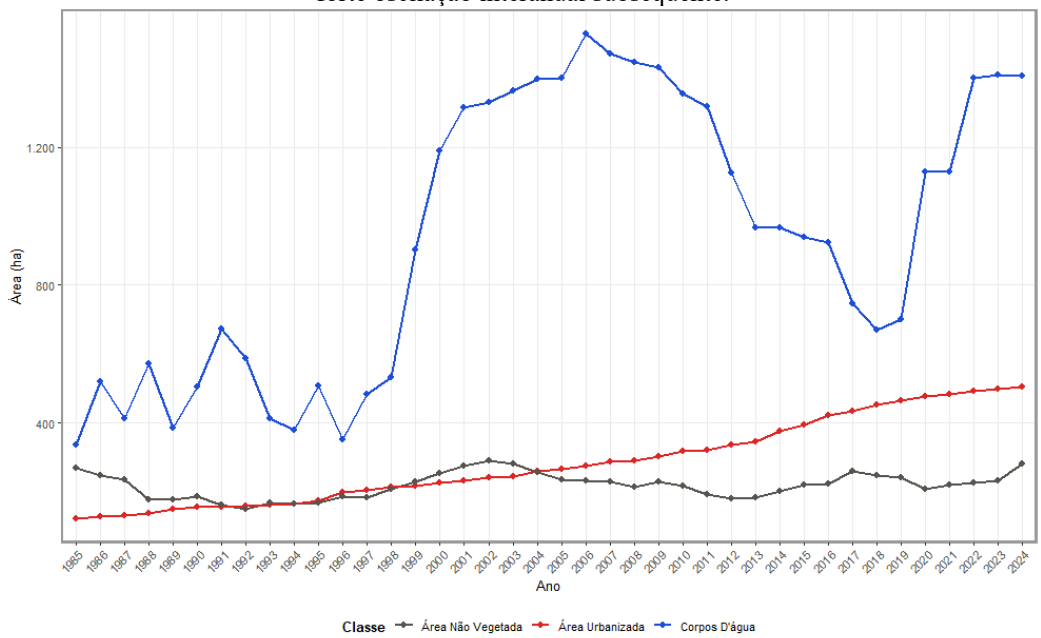
Tabela 3. Participação percentual das classes de uso e cobertura da terra na área total do município de Mucugê, Bahia, nos anos extremos da série (1985 e 2024).

	VEGETAÇÃO NATURAL	AGRICULTURA	PASTAGEM	ÁREA NÃO VEGETADA	ÁREA URBANIZADA	CORPO D'ÁGUA
1985	76,44	20,50	2,76	0,11	0,05	0,14
2024	67,23	28,13	3,74	0,11	0,20	0,57

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A análise das matrizes de transição acrescenta a essa leitura a distinção entre permanência e conversão. No balanço acumulado de 1985 a 2024, 74,07% da área municipal permaneceu na mesma classe de uso e cobertura da terra, enquanto 25,93% registrou transição entre classes. A mudança não se distribuiu de maneira uniforme ao longo do período: o intervalo de 2010 a 2015 concentrou a maior proporção de transições, com 13,56% da área municipal, coerente com a fase de expansão agrícola mais acentuada identificada na série anual. Esse resultado indica que a transformação da paisagem de Mucugê, embora expressiva no acumulado, foi conduzida sobretudo por um período relativamente curto de intensificação, e não por um ritmo constante ao longo das quatro décadas.

Figura 4. Evolução anual da área (ha) das classes Corpos d'Água, Área Urbanizada e Área Não Vegetada no município de Mucugê, Bahia, entre 1985 e 2024. Observe-se a elevação abrupta dos corpos d'água no fim da década de 1990 e a forte oscilação interanual subsequente.



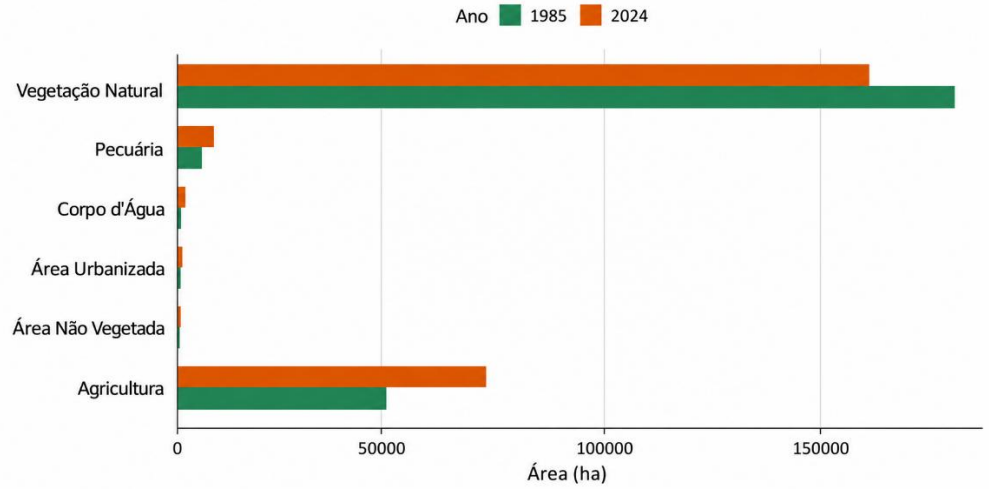
Observe-se a elevação abrupta dos corpos d'água no fim da década de 1990 e a forte oscilação interanual subsequente.
Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Os corpos d'água apresentaram o aumento mais expressivo, de 335,04 ha para 1.407,90 ha, com elevação abrupta concentrada entre 1998 e 2001 (Figura 4). Essa variação esteve relacionada principalmente à construção da Barragem do Apertado. Esta teve o início da sua construção em 1996 e foi finalizada em julho de 1998 pela Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia – CERB, com o objetivo principal de atender as demandas hídricas do setor usuário da irrigação (Lopes *et al.*, 2008). A série anual dessa classe apresenta, no entanto, oscilação acentuada após a formação do reservatório, com valores que recuam para próximo de 700 ha em 2018 e retornam a cerca de 1.400 ha a partir de 2022 (Figura 4). Esse comportamento reflete a variação do espelho d'água em função do ciclo de seca e cheia, e não mudança de uso da terra, padrão já descrito para reservatórios do semiárido nordestino (Zhang *et al.*, 2021). Em escala global, o ganho de superfície de água nas últimas décadas é dominado por reservatórios construídos, e não por variabilidade climática (Donchyts *et al.*, 2016), o que reforça a atribuição desse salto à implantação da barragem. Por essa razão, a comparação entre os anos extremos da série deve ser lida como indicativa da criação do reservatório, e não como medida da sua área característica.

Em contrapartida, as áreas não vegetadas permaneceram praticamente estáveis durante todo o intervalo analisado, mantendo participação em torno de 0,1% da área municipal. Esse comportamento indica que os processos de transformação da paisagem ocorreram predominantemente pela conversão entre vegetação natural, atividade agrícola e pastagens, sem expansão significativa de superfícies

expostas, áreas mineradas ou outras formas de solo descoberto. A Figura 5 apresenta graficamente a comparação da área de uso e cobertura da terra entre 1985 e 2024, enquanto a Tabela 4, além da área, mostra a participação e variação de mudança, em pontos percentuais, das classes.

Figura 5. Comparação do uso e cobertura da terra no município de Mucugê, Bahia, entre 1985 e 2024.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

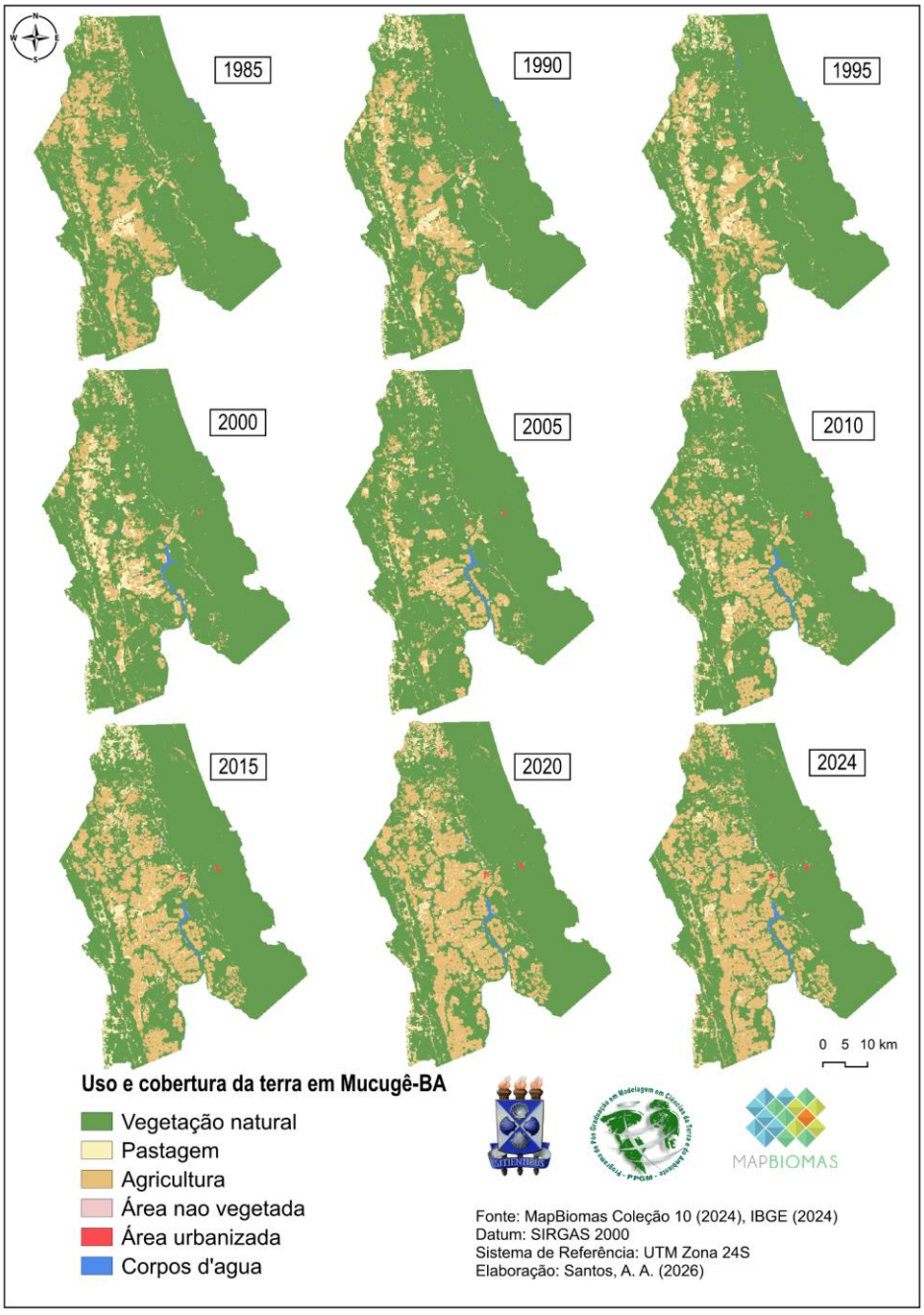
Tabela 4. Área (ha), participação percentual e variação, em pontos percentuais, das classes de uso e cobertura da terra no município de Mucugê, Bahia, entre 1985 e 2024. A primeira coluna corresponde ao código numérico da classe na legenda de nível 1 da Coleção 10 do MapBiomas.

	Classes	**Área em 1985 (ha)**	**%**	**Área em 2024 (ha)**	**%**	**Mudança (%)**
1	Vegetação Natural	188.244,88	76,44	165.572,30	67,23	-9,21
15	Pastagem	6.807,65	2,76	9.216,74	3,74	0,98
18	Agricultura	50.490,21	20,50	69.288,05	28,13	7,63
22	Área não vegetada	270,14	0,11	282,07	0,11	0,00
24	Área Urbanizada	121,03	0,05	502,94	0,20	0,16
26	Corpo d`água	335,04	0,14	1.407,90	0,57	0,44
TOTAL		246.268,95	100,00	246.270,00	100,00	0,00

A primeira coluna corresponde ao código numérico da classe na legenda de nível 1 da Coleção 10 do MapBiomas.
Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Sob a perspectiva metodológica, a utilização da série histórica da Coleção 10 do MapBiomas permitiu acompanhar a evolução das mudanças no uso e na cobertura da terra em escala municipal. A adoção de intervalos regulares de cinco anos para a representação espacial favoreceu a comparação da dinâmica territorial ao longo do período. A Figura 6 reúne os mapas dos anos selecionados e evidencia a persistência e a redistribuição das classes entre 1985 e 2024.

Figura 6. Evolução espacial do uso e cobertura da terra no município de Mucugê-BA, 1985-2024.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Os resultados obtidos indicaram comportamento semelhante àquele citado por Coelho *et al.* (2014), Barbosa e Valladares (2020), sugerindo que a intensificação das atividades produtivas representa uma tendência recorrente em diferentes contextos do semiárido brasileiro. Sob a óptica da influência das características físicas e da própria presença de unidades de conservação na configuração da paisagem, os resultados corroboram as observações de Branco, Almeida e Francisco (2022), segundo os quais áreas protegidas exercem papel relevante na contenção da conversão da cobertura vegetal, embora não sejam capazes de eliminar completamente as pressões decorrentes da expansão

das atividades econômicas em seu entorno. Para o município, essa constatação é particularmente importante em razão de sua proximidade com o Parque Nacional da Chapada Diamantina e de outras unidades de conservação que compõem o mosaico de áreas protegidas da região A magnitude da perda observada em Mucugê situa-se acima da média do bioma: enquanto a Caatinga como um todo perdeu cerca de 11% de sua vegetação natural entre 1985 e 2019 (Rocha *et al.*, 2024), o município registrou redução de 9,21 pontos percentuais em participação, equivalentes a 22.672,58 ha (12,04% da vegetação natural existente em 1985), em quatro décadas. Essa comparação situa o território analisado como um setor de transformação relativamente intensa no contexto regional.

O vetor dominante dessa transformação é a agricultura irrigada. A geometria circular visível nas Figuras 1, 2 e 6 corresponde a sistemas de pivô central, cuja detecção por sensoriamento remoto está bem estabelecida no Brasil (Saraiva *et al.*, 2020), e sua concentração no eixo de drenagem a oeste do município é coerente com a consolidação do Polo Agrícola Mucugê-Ibicoara (Gramacho; Spínola, 2023). A implicação mais direta desse padrão é hidrológica: em regiões da Bahia com crescimento intenso da irrigação, o monitoramento hidroclimático mostrou-se insuficiente frente à demanda instalada (Pousa *et al.*, 2019), e diagnósticos por sensoriamento remoto identificaram situações de estresse hídrico associadas à expansão do uso agrícola (Santos, A. B. *et al.*, 2020). No caso de Mucugê, a coincidência entre a expansão agrícola e a implantação da Barragem do Apertado, cujo objetivo declarado era atender à demanda da irrigação (Lopes *et al.*, 2008), evidencia que a infraestrutura hídrica e a expansão do uso agrícola constituem processos acoplados, e não eventos independentes.

A distribuição espacial das mudanças também é informativa quanto ao papel da área protegida. O setor leste do município, sobreposto ao Parque Nacional da Chapada Diamantina, manteve cobertura natural contínua ao longo de toda a série, enquanto a conversão concentrou-se fora dos limites da unidade. Esse contraste é consistente com evidências de escala nacional de que as unidades de conservação brasileiras retêm mais vegetação natural do que áreas comparáveis não protegidas (Gonçalves-Souza *et al.*, 2021), e com avaliações globais que indicam que a proteção reduz, mas não elimina, o avanço das pressões antrópicas (Geldmann *et al.*, 2019). Cabe ressalvar, porém, que o presente estudo não implementa desenho contrafactual e, portanto, descreve um padrão compatível com a proteção sem isolar seu efeito causal. Registre-se ainda que zonas de amortecimento meramente nominais tendem a degradar-se de modo semelhante à paisagem não protegida nos trópicos (Almeida-Rocha; Peres, 2021), o que ajuda a explicar por que a expansão de pivôs ocorre no entorno imediato da unidade sem contenção aparente.

A relevância conservacionista dessa perda é ampliada pelo tipo de vegetação afetado. Os campos rupestres da Chapada Diamantina ocorrem sobre solos oligotróficos, apresentam elevado

endemismo e resiliência muito baixa a distúrbios do solo, sendo reconhecidos como prioridade de conservação (Silveira *et al.*, 2016; Fernandes *et al.*, 2020). Como a Chapada Diamantina constitui província florística distinta no Espinhaço (Colli-Silva; Vasconcelos; Pirani, 2019), a conversão local não é compensável por remanescentes de outras porções da cadeia. Acrescente-se que parte da degradação no semiárido é crônica e difusa, sem expressão como mudança de classe (Antongiovanni *et al.*, 2020), de modo que os 22.672,58 ha de redução aqui quantificados devem ser interpretados como limite inferior da transformação efetiva da paisagem. Nesse quadro, os instrumentos de ordenamento territorial e de geoconservação discutidos para a região (Silva; Lima; Bernardes, 2021; Pereira; Rocha; Pedreira, 2017; Schobbenhaus; Silva, 2012) ganham centralidade, na medida em que a proteção legal existente não abrange os setores onde a conversão de fato ocorre.

Algumas limitações devem ser explicitadas. Primeiro, a análise baseia-se exclusivamente em classes de cobertura derivadas de imagens com resolução espacial de 30 m, o que não permite captar degradação interna do habitat, sub-bosque, invasão biológica ou perda de qualidade da vegetação remanescente. Segundo, a agregação das classes originais em seis categorias, necessária para a comparação ao longo da série, elimina a distinção entre fisionomias florestais, savânicas e campestres, distinção especialmente relevante em um contexto de campos rupestres. Terceiro, a qualidade da série anual como indicador de mudança interanual é limitada: Matos *et al.* (2025) estimaram cerca de 4,6 vezes mais transições anuais no MapBiomas do que em dados de referência, o que recomenda cautela na leitura de variações de curto prazo, ainda que o balanço do período completo se mostre consistente. Quarto, as áreas apresentadas não acompanham estimativas de incerteza, procedimento recomendado como boa prática em estudos de mudança de cobertura (Olofsson *et al.*, 2014). Quinto, a série de corpos d'água responde fortemente ao ciclo hidrológico, de modo que valores anuais isolados não representam a área característica do reservatório (Pekel *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2021). Por fim, o estudo é descritivo e não estabelece relações causais entre variáveis socioeconômicas e as mudanças observadas.

A contribuição do estudo situa-se em três planos. No plano empírico, documenta, para um município que reúne unidade de conservação de proteção integral, campos rupestres de elevado endemismo e polo consolidado de agricultura irrigada, a trajetória completa de quatro décadas das classes de uso e cobertura da terra, com valores absolutos e relativos por classe. No plano metodológico, articula a série anual às matrizes de transição, o que permite distinguir o balanço líquido das classes dos fluxos brutos de conversão e identificar o intervalo em que a mudança se concentrou. No plano da gestão territorial, oferece um diagnóstico espacialmente explícito que localiza a conversão

no setor oeste do município, fora dos limites da unidade de conservação, informação diretamente utilizável no ordenamento territorial municipal e na definição de prioridades de monitoramento.

5 CONCLUSÃO

A análise multitemporal e espacial do uso e cobertura da terra no município de Mucugê, entre 1985 e 2024, evidenciou que a paisagem local permanece majoritariamente composta por formações naturais, porém submetida a um processo contínuo de transformação decorrente da intensificação das atividades antrópicas. A redução da vegetação natural, concomitante à expansão das áreas agrícolas, da pastagem e da ocupação urbana, revela uma tendência de reorganização do território em favor dos usos produtivos, refletindo as mudanças socioeconômicas que marcaram a Chapada Diamantina nas últimas décadas.

A expansão da agricultura, da pastagem e da área urbanizada evidencia a consolidação das atividades produtivas como principal agente de transformação da paisagem, enquanto a redução contínua da cobertura vegetal reforça a necessidade de políticas públicas que conciliam desenvolvimento econômico, conservação da biodiversidade e planejamento territorial sustentável. A quantificação, permanência e conversões entre as classes ao longo do período fornecem subsídios importantes para a gestão ambiental da Chapada Diamantina e para o monitoramento das transformações territoriais em regiões de elevada relevância ecológica. Em resposta aos objetivos propostos, o estudo quantificou a redução de 22.672,58 ha de vegetação natural, equivalente a 9,21 pontos percentuais de participação municipal, e a expansão conjunta de agricultura e pastagem de 23,26% para 31,87% da área do município; identificou permanência de 74,07% e transição de 25,93% no balanço acumulado, com concentração da mudança no intervalo de 2010 a 2015 (13,56%); e localizou a conversão predominantemente no setor oeste, ao longo do eixo de drenagem, enquanto o setor leste, sobreposto ao Parque Nacional da Chapada Diamantina, permaneceu com cobertura natural contínua. Esses resultados devem ser lidos considerando que a análise se apoia em classes de cobertura, não capta a degradação interna do habitat e não adota desenho contrafactual capaz de isolar o efeito da proteção legal. Pesquisas futuras que incorporem a desagregação por fisionomia, estimativas de incerteza das áreas, indicadores de qualidade da vegetação remanescente e a articulação explícita com dados de uso da água poderão aprofundar a compreensão da dinâmica territorial de Mucugê e da Chapada Diamantina.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio do edital CNPq/MCTI

nº 441271/2023-5 –Presente, Passado e Futuro da Biodiversidade do Semiárido: Inventários, Monitoramento, Impactos das Mudanças Climáticas e Implicações para o Uso e Conservação da Flora, Fauna e Fungos. W.J.F.R. foi apoiado por bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq (processo nº 314954/2021-0), Projeto Prospecta 4.0 –CNPq (processo nº 407907/2022-0) e pelo projeto 30202010010121001 –CTBIO –FINEP, associada ao Centro Temático de Bioeconomia do Semiárido (UEFS –CTBio-CIMATEC SERTÃO). Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estudos Interdisciplinares e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução (INCT IN-TREE), financiado pelo CNPq (408930/2024-1), pela CAPES (88887.195651/2025-00) e pela FAPESP. Financiamento adicional foi fornecido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), por meio do programa Bioeconomia, Recursos Hídricos e Sustentabilidade Ambiental na Bahia, no âmbito da Chamada nº 38/2022, Acordo de Cooperação Técnica nº 294/2023 e Termo de Outorga nº PPF0003/2023. Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM/UEFS) pelo apoio institucional, bem como ao SENAI CIMATEC pela contribuição no desenvolvimento científico e tecnológico voltado à inovação aplicada.R.N.V. foi apoiado pelo INCT IN-TREE e agradece a bolsa SET-G 30202010010121001 –CTBIO –FINEP, associada ao Centro Temático de Bioeconomia doSemiárido (UEFS –CTBio-CIMATEC SERTÃO), vinculado a Projetos Especiais.

REFERÊNCIAS

ALDWAIK, S. Z.; PONTIUS JR., R. G. Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. Landscape and Urban Planning, v. 106, n. 1, p. 103-114, 2012. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2012.02.010. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.02.010. Acesso em: 27 ago. 2026.

ALMEIDA, F. S. *et al.* O uso da terra nas unidades de conservação inseridas na proposta do Geoparque Serra do Sincorá (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). Cadernos Cajuína, v. 10, n. 4, 2025. DOI: 10.52641/cadcajv10i4.1228. Disponível em: https://doi.org/10.52641/cadcajv10i4.1228. Acesso em: 29 jul. 2026.

ALMEIDA-ROCHA, J. M. de; PERES, C. A. Nominally protected buffer zones around tropical protected areas are as highly degraded as the wider unprotected countryside. Biological Conservation, v. 256, art. 109068, 2021. DOI: 10.1016/j.biocon.2021.109068. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109068. Acesso em: 27 ago. 2026.

ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E. M.; MATSUMOTO, M.; FONSECA, C. R. Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. Journal of Applied Ecology, v. 57, n. 10, p. 2064-2074, 2020. DOI: 10.1111/1365-2664.13686. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1365-2664.13686. Acesso em: 27 ago. 2026.

ARAÚJO, L. K. S. Distribuição espacial das queimadas no semiárido: análise dos focos de calor em Mucugê (BA), entre 2000 e 2022. 2024. Dissertação (Mestrado em Estudos Territoriais) - Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2024.

BARBOSA, W. C. S.; VALLADARES, G. S. Análise da paisagem e do uso e cobertura das terras no Nordeste brasileiro, litoral semiárido. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 32, p. 674-686, 2020. DOI: 10.14393/SN-v32-2020-48038. Disponível em: https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-48038. Acesso em: 29 jul. 2026.

BORGES, E. F.; SILVA, A. B. Técnicas de segmentação de imagens e classificação por região: mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo, Mucugê-BA. Mercator, v. 8, n. 16, 2009. DOI: 10.4215/RM2009.0816.0015. Disponível em: https://doi.org/10.4215/RM2009.0816.0015. Acesso em: 7 jul. 2026.

BRANCO, T. L.; ALMEIDA, C. M.; FRANCISCO, C. N. Modelagem dinâmica espacial das mudanças de uso e cobertura da terra na região hidrográfica da Baía da Ilha Grande-RJ: um enfoque sobre comunidades tradicionais e unidades de conservação. Revista Brasileira de Cartografia, Uberlândia, v. 74, n. 1, p. 137-158, 2022. DOI: 10.14393/rbcv74n1-59436. Disponível em: https://doi.org/10.14393/rbcv74n1-59436. Acesso em: 29 jul. 2026.

COELHO, V. H. R. *et al.* Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 64-72, 2014. DOI: 10.1590/S1415-43662014000100009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100009. Acesso em: 29 jul. 2026.

COLLI-SILVA, M.; VASCONCELOS, T. N. C.; PIRANI, J. R. Outstanding plant endemism levels strongly support the recognition of campo rupestre provinces in mountaintops of eastern South America. Journal of Biogeography, v. 46, n. 8, p. 1723-1733, 2019. DOI: 10.1111/jbi.13585. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jbi.13585. Acesso em: 27 ago. 2026.

CUNHA, G. C. S.; SOUZA, S. O. Evolução espaço-temporal do uso e ocupação da terra no município de Santaluz-BA, Brasil (2001-2021). Geotemas, Pau dos Ferros, v. 14, n. 1, p. 1-23, 2024. DOI: 10.33237/2236-255.2024.4232. Disponível em: https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/4232. Acesso em: 7 jul. 2026.

DONCHYTS, G.; BAART, F.; WINSEMIUS, H.; GORELICK, N.; KWADIJK, J.; VAN DE GIESEN, N. Earth's surface water change over the past 30 years. Nature Climate Change, v. 6, n. 9, p. 810-813, 2016. DOI: 10.1038/nclimate3111. Disponível em: https://doi.org/10.1038/nclimate3111. Acesso em: 27 ago. 2026.

FERNANDES, G. W. *et al.* Biodiversity and ecosystem services in the Campo Rupestre: a road map for the sustainability of the hottest Brazilian biodiversity hotspot. Perspectives in Ecology and Conservation, v. 18, n. 4, p. 213-222, 2020. DOI: 10.1016/j.pecon.2020.10.004. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.10.004. Acesso em: 27 ago. 2026.

GELDMANN, J.; MANICA, A.; BURGESS, N. D.; COAD, L.; BALMFORD, A. A global-level assessment of the effectiveness of protected areas at resisting anthropogenic pressures. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 116, n. 46, p. 23209-23215, 2019. DOI: 10.1073/pnas.1908221116. Disponível em: https://doi.org/10.1073/pnas.1908221116. Acesso em: 27 ago. 2026.

GONÇALVES-SOUZA, D.; VILELA, B.; PHALAN, B.; DOBROVOLSKI, R. The role of protected areas in maintaining natural vegetation in Brazil. Science Advances, v. 7, n. 38, art. eabh2932, 2021. DOI: 10.1126/sciadv.abh2932. Disponível em: https://doi.org/10.1126/sciadv.abh2932. Acesso em: 27 ago. 2026.

GRAMACHO, A. P. C.; SPÍNOLA, C. A. "O rico é da direita para cima": múltiplos olhares sobre a presença dos pivôs centrais e a gestão das águas no Polo Agrícola de Mucugê-Ibicoara, Bahia. Revista de Desenvolvimento Econômico, Salvador, ano 25, Dossiê Especial, p. 372-401, 2023. DOI: 10.36810/rde.v2isaru20.8796.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2022: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Malhas territoriais: malha municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html. Acesso em: 8 jul. 2026.

LOPES, P. H. L. *et al.* Grupo de trabalho para o planejamento e a execução da transferência da operação e manutenção dos barramentos. Salvador: Secretaria do Meio Ambiente, 2008. 72 p.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas: mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil, Coleção 10 (1985-2024). São Paulo: MapBiomas, 2025. Disponível em: https://plataforma.brasil.mapbiomas.org. Acesso em: 7 jul. 2026.

MATOS, A. P.; HUNTER, M. O.; PONTIUS JR., R. G.; BAUMANN, L. R.; PARENTE, L. L.; FERREIRA, L. G. Accounting for alternation in temporal quality analysis in MapBiomas Brazil. International Journal of Digital Earth, v. 18, n. 1, art. 2528604, 2025. DOI: 10.1080/17538947.2025.2528604. Disponível em: https://doi.org/10.1080/17538947.2025.2528604. Acesso em: 27 ago. 2026.

NOLASCO, M. C. *et al.* Patrimônio garimpeiro: memória do diamante. In: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Proposta do Geoparque Serra do Sincorá (BA). Salvador: CPRM, 2017. Anexo II.

OLOFSSON, P.; FOODY, G. M.; HEROLD, M.; STEHMAN, S. V.; WOODCOCK, C. E.; WULDER, M. A. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. Remote Sensing of Environment, v. 148, p. 42-57, 2014. DOI: 10.1016/j.rse.2014.02.015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015. Acesso em: 27 ago. 2026.

PAULA, D. S.; ESCADA, M. I. S.; ORTIZ, J. O. Multitemporal analysis of land use and land cover in the Amazon: the expansion of large-scale agriculture in the Curuá-Una River Basin. Revista Brasileira de Cartografia, v. 74, n. 2, 2022. DOI: 10.14393/rbcv74n2-63206. Disponível em: https://doi.org/10.14393/rbcv74n2-63206. Acesso em: 7 jul. 2026.

PEKEL, J.-F.; COTTAM, A.; GORELICK, N.; BELWARD, A. S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature, v. 540, n. 7633, p. 418-422, 2016. DOI: 10.1038/nature20584. Disponível em: https://doi.org/10.1038/nature20584. Acesso em: 27 ago. 2026.

PEREIRA, R. G. F. A.; ROCHA, A. J. D.; PEDREIRA, A. J. Geoparque Serra do Sincorá (Bahia): proposta e geossítios representativos. Salvador: Serviço Geológico do Brasil, 2017. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/18373. Acesso em: 9 out. 2025.

PONTIUS JR., R. G. Metrics that make a difference: how to analyze change and error. Cham: Springer, 2022. (Advances in Geographic Information Science). DOI: 10.1007/978-3-030-70765-1.

PONTIUS JR., R. G.; FONSECA, A. V. A GIS method to summarize changes among classes during a time series with an application to land cover in Western Bahia, Brazil. Transactions in GIS, v. 29, n. 7, art. e70136, 2025. DOI: 10.1111/tgis.70136. Disponível em: https://doi.org/10.1111/tgis.70136. Acesso em: 27 ago. 2026.

POUSA, R.; COSTA, M. H.; PIMENTA, F. M.; FONTES, V. C.; BRITO, V. F. A. de; CASTRO, M. Climate change and intense irrigation growth in Western Bahia, Brazil: the urgent need for hydroclimatic monitoring. Water, v. 11, n. 5, art. 933, 2019. DOI: 10.3390/w11050933. Disponível em: https://doi.org/10.3390/w11050933. Acesso em: 27 ago. 2026.

ROCHA, W. J. S. F. *et al.* Towards uncovering three decades of LULC in the Brazilian drylands: Caatinga biome dynamics (1985-2019). Land, v. 13, n. 8, art. 1250, 2024. DOI: 10.3390/land13081250. Disponível em: https://doi.org/10.3390/land13081250. Acesso em: 27 ago. 2026.

ROSA, R. Introdução ao sensoriamento remoto. 6. ed. Goiânia: Editora UFG, 2005.

SANTOS, A. B.; COSTA, M. H.; MANTOVANI, E. C.; BONINSENHA, I.; CASTRO, M. A remote sensing diagnosis of water use and water stress in a region with intense irrigation growth in Brazil. Remote Sensing, v. 12, n. 22, art. 3725, 2020. DOI: 10.3390/rs12223725. Disponível em: https://doi.org/10.3390/rs12223725. Acesso em: 27 ago. 2026.

SANTOS, S. M. B. dos; BENTO-GONÇALVES, A.; FRANCA-ROCHA, W.; BAPTISTA, G. Assessment of burned forest area severity and postfire regrowth in Chapada Diamantina National Park (Bahia, Brazil) using dNBR and RdNBR spectral indices. Geosciences, v. 10, n. 3, art. 106, 2020. DOI: 10.3390/geosciences10030106. Disponível em: https://doi.org/10.3390/geosciences10030106. Acesso em: 27 ago. 2026.

SARAIVA, M.; PROTAS, É.; SALGADO, M.; SOUZA JR., C. Automatic mapping of center pivot irrigation systems from satellite images using deep learning. Remote Sensing, v. 12, n. 3, art. 558, 2020. DOI: 10.3390/rs12030558. Disponível em: https://doi.org/10.3390/rs12030558. Acesso em: 27 ago. 2026.

SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. Geoparques do Brasil: propostas. Brasília, DF: CPRM, 2012.

SILVA, A. D.; CRUZ, O. J.; OLIVEIRA, M. R. A importância do município de Mucugê no cenário da Chapada Diamantina-BA. Anais da Semana de Letras Língua Portuguesa e Literaturas, v. 1, n. 1, 2025. Disponível em: https://revistas.uneb.br/sllpl/article/view/24272. Acesso em: 7 jul. 2026.

SILVA, I. F. S.; LIMA, S. S.; BERNARDES, E. S. Geoconservação e ordenamento territorial na Chapada Diamantina (BA): desafios contemporâneos. Revista Geonorte, v. 12, n. 45, p. 1-25, 2021.

SILVEIRA, F. A. O. *et al.* Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. Plant and Soil, v. 403, n. 1-2, p. 129-152, 2016. DOI: 10.1007/s11104-015-2637-8. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11104-015-2637-8. Acesso em: 27 ago. 2026.

SILVEIRA, G. S. P.; SANTOS, M. C.; LIMA, E. M. Ecoturismo e questões ambientais no município de Mucugê, Chapada Diamantina - BA. Contribuciones a las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v. 16, n. 9, p. 16558-16571, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.9-165.

SOUZA JR., C. M. *et al.* Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. Remote Sensing, v. 12, n. 17, art. 2735, 2020. DOI: 10.3390/rs12172735. Disponível em: https://doi.org/10.3390/rs12172735. Acesso em: 7 jul. 2026.

WICKHAM, H. ggplot2: elegant graphics for data analysis. 2. ed. Cham: Springer, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-24277-4.

WICKHAM, H. *et al.* Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software, v. 4, n. 43, art. 1686, 2019. DOI: 10.21105/joss.01686. Disponível em: https://doi.org/10.21105/joss.01686. Acesso em: 26 set. 2026.

ZHANG, S.; FOERSTER, S.; MEDEIROS, P.; DE ARAÚJO, J. C.; DUAN, Z.; BRONSTERT, A.; WASKE, B. Mapping regional surface water volume variation in reservoirs in northeastern Brazil during 2009-2017 using high-resolution satellite images. Science of the Total Environment, v. 789, art. 147711, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147711. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147711. Acesso em: 27 ago. 2026.