ReGeo ISSN: 2177-3246

DA VEGETAÇÃO NATIVA À PAISAGEM AGROPECUÁRIA: QUATRO DÉCADAS DE TRANSFORMAÇÃO NO TRIÂNGULO MINEIRO E NOROESTE PAULISTA EVIDENCIADAS POR IMAGENS LANDSAT

FROM NATIVE VEGETATION TO AN AGRICULTURAL LANDSCAPE: FOUR DECADES OF TRANSFORMATION IN THE TRIÂNGULO MINEIRO AND NORTHWESTERN SÃO PAULO REVEALED BY LANDSAT IMAGERY

DE LA VEGETACIÓN NATIVA AL PAISAJE AGROPECUARIO: CUATRO DÉCADAS DE TRANSFORMACIÓN EN EL TRIÂNGULO MINEIRO Y EL NOROESTE PAULISTA EVIDENCIADAS POR IMÁGENES LANDSAT

https://doi.org/10.56238/revgeov17n10-219

Data de submissão: 30/09/2026 **Data de publicação:** 30/10/2026

Rafael Montini Passafaro
Especialista em Práticas Educacionais Socioambientais
Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
E-mail: rafaelpassafaro@hotmail.com

Luiz Eduardo Rodrigues
Graduação em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
E-mail: luizrodriguesitr@gmail.com

Pablo Aislan Freitas e Silva
Mestrado em Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Estado de Minas Gerais (UEMG)
E-mail: eng.pabloaislan@hotmail.com

Larissa Rosa Rodrigues
Doutorado em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
E-mail: larissa-r-rodrigues@hotmail.com

Luciana Segura de Andrade
Doutorando em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
E-mail: luciana.andrade@uftm.edu.br

RESUMO
A transformação do uso e da cobertura da terra é um dos principais vetores contemporâneos de alteração da biodiversidade, sobretudo quando a conversão de habitats naturais produz perda, isolamento e simplificação da paisagem. Este estudo caracterizou as principais transformações observáveis na paisagem entre Iturama, Minas Gerais, e Ouroeste, São Paulo, entre 1976 e 2016, com base em imagens históricas Landsat. Foram comparadas cenas dos anos de 1976, 1986, 1996, 2006 e 2016, selecionadas no acervo do United States Geological Survey e interpretadas visualmente por composições coloridas. A análise considerou mudanças aparentes na distribuição de vegetação, usos

agropecuários, solo exposto e corpos d'água. A série evidencia duas mudanças estruturais: a alteração da configuração hidrográfica associada à formação do reservatório da UHE Água Vermelha e a consolidação posterior de uma matriz terrestre predominantemente agropecuária. Na porção paulista, a ocupação agropecuária já era mais evidente na primeira data, enquanto a porção mineira apresentou transformação visual mais acentuada ao longo da série. Em 2016, os remanescentes de vegetação natural visualmente identificáveis estavam mais restritos, especialmente nas proximidades dos corpos d'água. Embora o desenho do estudo não permita quantificar perda de habitat ou inferir diretamente mudanças na riqueza de espécies, a trajetória observada é relevante para a avaliação da biodiversidade porque indica simplificação da matriz, redução aparente de remanescentes e potencial perda de conectividade. Assim, a série histórica constitui uma linha de base espacial para orientar análises quantitativas posteriores, identificação de áreas prioritárias para conservação e restauração e planejamento ambiental regional.

Palavras-chave: Análise Multitemporal. Conectividade Ecológica. Ecologia da Paisagem. Geotecnologias. Vegetação Ripária.

ABSTRACT

Land-use and land-cover change is one of the main contemporary drivers of biodiversity change, particularly when natural habitat conversion causes habitat loss, isolation, and landscape simplification. This study characterized the main observable landscape transformations between Iturama, Minas Gerais, and Ouroeste, São Paulo, from 1976 to 2016, using historical Landsat imagery. Scenes from 1976, 1986, 1996, 2006, and 2016 were selected from the United States Geological Survey archive and visually interpreted using color composites. The analysis considered apparent changes in vegetation, agricultural land uses, bare soil, and water bodies. The time series revealed two major structural changes: the alteration of the hydrographic configuration associated with the formation of the Água Vermelha Hydroelectric Power Plant reservoir and the subsequent consolidation of a predominantly agricultural terrestrial matrix. In the São Paulo portion, agricultural land use was already more evident in the earliest date, whereas the Minas Gerais portion showed more pronounced visual transformation throughout the series. By 2016, visually identifiable remnants of natural vegetation were more restricted, especially near water bodies. Although the study design does not allow quantitative estimates of habitat loss or direct inference of changes in species richness, the observed trajectory is relevant to biodiversity assessment because it indicates landscape simplification, apparent reduction of natural remnants, and potential loss of connectivity. The historical series therefore provides a spatial baseline for subsequent quantitative analyses, identification of priority areas for conservation and restoration, and regional environmental planning.

Keywords: Multitemporal Analysis. Ecological Connectivity. Landscape Ecology. Geotechnologies. Riparian Vegetation.

RESUMEN

La transformación del uso y la cobertura de la tierra constituye uno de los principales factores contemporáneos de cambio de la biodiversidad, especialmente cuando la conversión de hábitats naturales produce pérdida, aislamiento y simplificación del paisaje. Este estudio caracterizó las principales transformaciones observables del paisaje entre Iturama, Minas Gerais, y Ouroeste, São Paulo, entre 1976 y 2016, a partir de imágenes históricas Landsat. Se compararon escenas de 1976, 1986, 1996, 2006 y 2016, seleccionadas del archivo del United States Geological Survey e interpretadas visualmente mediante composiciones en color. El análisis consideró cambios aparentes en la distribución de la vegetación, los usos agropecuarios, el suelo desnudo y los cuerpos de agua. La serie temporal evidenció dos transformaciones estructurales principales: la modificación de la

configuración hidrográfica asociada a la formación del embalse de la UHE Água Vermelha y la posterior consolidación de una matriz terrestre predominantemente agropecuaria. En la porción paulista, el uso agropecuario ya era más evidente en la primera fecha, mientras que la porción de Minas Gerais presentó una transformación visual más marcada a lo largo de la serie. En 2016, los remanentes de vegetación natural visualmente identificables estaban más restringidos, especialmente cerca de los cuerpos de agua. Aunque el diseño del estudio no permite cuantificar la pérdida de hábitat ni inferir directamente cambios en la riqueza de especies, la trayectoria observada es relevante para la evaluación de la biodiversidad porque indica simplificación del paisaje, reducción aparente de remanentes naturales y posible pérdida de conectividad. La serie histórica constituye, por tanto, una línea de base espacial para análisis cuantitativos posteriores, identificación de áreas prioritarias para conservación y restauración y planificación ambiental regional.

Palabras clave: Análisis Multitemporal. Conectividad Ecológica. Ecología del Paisaje. Geotecnologías. Vegetación Ribereña.

1 INTRODUÇÃO

A conversão de ambientes naturais em áreas agrícolas e pastagens é um dos principais vetores contemporâneos de perda de biodiversidade. Estimativas recentes indicam que as mudanças globais de uso da terra são cerca de quatro vezes maiores do que se supunha (Winkler *et al.*, 2021), e mesmo as regiões consideradas prioritárias para a conservação concentram áreas de intensa transformação (Jiang *et al.*, 2021). Por ser apontada como a maior ameaça à natureza, a mudança de uso da terra exige evidências espacialmente explícitas e comparáveis ao longo do tempo (Davison *et al.*, 2021).

Em paisagens agropecuárias, a resposta da biodiversidade depende não apenas da quantidade de habitat remanescente, mas de sua configuração espacial (Le Provost *et al.*, 2021; Lechner *et al.*, 2021). A perda de vegetação nativa reduz o habitat disponível, enquanto a fragmentação altera a distância entre manchas, aumenta a proporção de borda e pode dificultar deslocamentos e fluxos ecológicos (Lechner *et al.*, 2021; Ma *et al.*, 2023). Esses efeitos não são equivalentes entre as espécies, mas a literatura converge quanto à importância da configuração da paisagem para a persistência de populações e comunidades em ambientes antropizados (Davison *et al.*, 2021; Lechner *et al.*, 2021). A intensificação do uso da terra pode reduzir diferentes componentes da diversidade biológica, e a composição da paisagem circundante influencia grupos acima e abaixo do solo de maneira distinta (Le Provost *et al.*, 2021). A expansão agrícola, por sua vez, produz efeitos diretos e indiretos sobre os habitats naturais, inclusive por processos de fragmentação que se estendem para além das áreas efetivamente convertidas (Ma *et al.*, 2023).

Essa relação é especialmente crítica no Cerrado, uma das savanas de maior diversidade biológica do planeta e, simultaneamente, uma das regiões brasileiras submetidas a forte conversão para agricultura e pecuária. A transformação da cobertura nativa tem aumentado a fragmentação e reduzido a conectividade entre remanescentes, impondo desafios para a conservação em uma paisagem produtiva (Pompeu *et al.*, 2024). Estudos baseados em séries Landsat têm documentado a conversão da vegetação nativa do bioma e a expansão dos usos agropecuários nas últimas décadas (Alencar *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2020), e as estratégias de conservação e restauração precisam considerar conjuntamente a proteção dos remanescentes, a conectividade e a localização das áreas passíveis de recuperação (Schüler; Bustamante, 2022).

Nesse contexto, as séries históricas de sensoriamento remoto são instrumentos centrais para reconstruir a trajetória espacial das paisagens. O arquivo Landsat, com registros que remontam à década de 1970, permite observar mudanças ao longo de várias décadas e estabelecer linhas de base anteriores à disponibilidade de produtos temáticos contemporâneos (Crawford *et al.*, 2023), embora as comparações multitemporais devam considerar diferenças entre sensores, resolução espacial,

condições atmosféricas, sazonalidade e processamento (Young *et al.*, 2017). As pesquisas de Santos *et al.* (2026) e Tavares *et al.* (2026) ilustram o potencial dessa abordagem: mapeamentos multitemporais e geotecnologias têm sido empregados para quantificar mudanças no uso e na cobertura da terra e na estrutura da paisagem em áreas de proteção ambiental e em ecorregiões, além de servirem para identificar usos do solo em áreas ambientalmente sensíveis, subsidiando ações de recuperação e gestão territorial (Campos *et al.*, 2025), e para reconhecer a dinâmica de fronteiras agrícolas e os padrões de uso e ocupação do solo (Ximenes *et al.*, 2025).

A área analisada situa-se entre o Triângulo Mineiro e o Noroeste Paulista, mais precisamente entre Iturama, Minas Gerais, e Ouroeste, São Paulo, em um trecho associado ao rio Grande e ao reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Água Vermelha, cuja operação teve início em 1979 (IBAMA, 2022). A formação de grandes barramentos modifica a configuração dos sistemas fluviais e pode interromper a conectividade longitudinal dos rios, com implicações para processos ecológicos e para a biodiversidade aquática e ripária (Grill *et al.*, 2019; Wu *et al.*, 2019). Nessa região, portanto, a reorganização hidrográfica se soma à consolidação de usos agropecuários, que simplifica a matriz terrestre e potencialmente isola os remanescentes naturais. Disso decorre o problema que orienta este estudo: como a paisagem entre Iturama (MG) e Ouroeste (SP) se reorganizou ao longo de quatro décadas e o que essa trajetória indica sobre a situação atual dos habitats naturais remanescentes?

Como resposta provisória, parte-se da hipótese de que a paisagem passou por uma transformação em duas etapas: uma reorganização hidrográfica abrupta, associada à formação do reservatório, seguida pela consolidação gradual de uma matriz terrestre agropecuária, com trajetórias distintas entre as porções mineira e paulista e com a vegetação natural progressivamente restrita a manchas mais pontuais. Para testar essa hipótese, o objetivo geral foi caracterizar, por interpretação visual de imagens Landsat de 1976, 1986, 1996, 2006 e 2016, as principais transformações observáveis na cobertura e no uso da terra entre Iturama (MG) e Ouroeste (SP), com ênfase na formação do reservatório da UHE Água Vermelha e na consolidação da matriz agropecuária. Especificamente, buscou-se (i) identificar, em cada data, a distribuição aparente de vegetação, usos agropecuários, solo exposto e corpos d'água; (ii) comparar a trajetória das porções mineira e paulista; e (iii) discutir em que medida a trajetória espacial observada constitui informação relevante para a avaliação da biodiversidade e para o planejamento da conservação.

O estudo justifica-se por oferecer uma referência histórica espacial para uma região de Cerrado em que a condição atual da paisagem resulta de processos acumulados ao longo de décadas. Mapas históricos de uso e cobertura da terra não constituem, por si sós, inventários de biodiversidade, mas fornecem a dimensão espacial necessária para interpretar a exposição dos habitats naturais às pressões

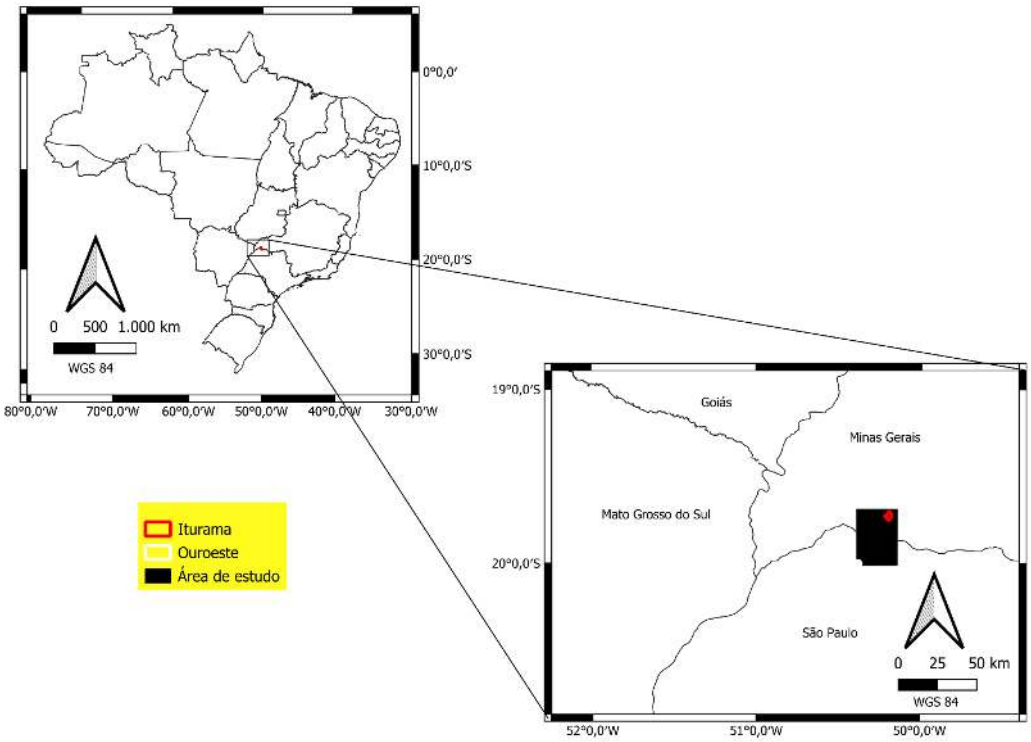
antrópicas. Ao reconstruir essa trajetória, a série permite reconhecer áreas que mantiveram continuidade de cobertura, setores submetidos a maior reorganização e espaços com potencial para restauração e reconexão, orientando análises quantitativas posteriores, a definição de áreas prioritárias e o planejamento ambiental regional. Por se tratar de uma interpretação visual, sem classificação temática, quantificação de áreas e validação de acurácia, os resultados são tratados como evidências qualitativas e como linha de base, e não como estimativas de taxas de conversão.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende um recorte territorial localizado entre os municípios de Iturama, no estado de Minas Gerais, e Ouroeste, no estado de São Paulo, associado ao rio Grande e ao reservatório da UHE Água Vermelha (Figura 1). A operação da usina teve início em 1979, de modo que a série selecionada contempla uma imagem anterior à formação do reservatório e quatro imagens posteriores, permitindo reconhecer a mudança estrutural da configuração hidrográfica (IBAMA, 2022).

Figura 1. Localização da área de estudo entre Iturama (MG) e Ouroeste (SP).



Fonte: Elaborado pelos autores

2.2 AQUISIÇÃO E SELEÇÃO DAS IMAGENS

Foram analisadas imagens da série Landsat referentes aos anos de 1976, 1986, 1996, 2006 e 2016, obtidas na plataforma EarthExplorer/USGS, correspondentes, respectivamente, aos sensores MSS do Landsat 2, MSS do Landsat 5, TM do Landsat 5, ETM+ do Landsat 7 e OLI/TIRS do Landsat 8 (U.S. Geological Survey, 2023). As cenas foram selecionadas considerando a disponibilidade para a área de estudo e a menor presença de cobertura de nuvens, permitindo a comparação visual das principais transformações no uso e cobertura da terra ao longo do período analisado.

2.3 PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO VISUAL

As cenas foram recortadas para a área de interesse e organizadas em sequência temporal para comparação. As composições coloridas foram selecionadas de modo a favorecer a diferenciação visual da vegetação e das demais classes de cobertura, considerando as características espectrais de cada sensor. Esse procedimento facilitou a interpretação visual de padrões espaciais associados à vegetação, aos usos agropecuários, ao solo exposto e aos corpos d'água, sem pressupor equivalência espectral entre os diferentes sensores.

A análise foi conduzida de forma comparativa e visual, considerando a distribuição e a configuração aparente das principais classes de cobertura em cada data. Foram observadas mudanças na extensão e no arranjo espacial de áreas com maior densidade aparente de vegetação, usos agropecuários, solo exposto e corpos d'água, com atenção especial às alterações ocorridas entre as porções mineira e paulista e ao entorno do reservatório da UHE Água Vermelha.

Para a discussão sobre biodiversidade, a configuração observada da paisagem foi interpretada em termos de disponibilidade aparente de habitat, continuidade espacial, conectividade e relação entre remanescentes e matriz agropecuária. A trajetória temporal foi considerada especialmente relevante por permitir reconhecer mudanças estruturais acumuladas e seus possíveis efeitos sobre processos ecológicos, como deslocamento, dispersão e manutenção de populações, sem atribuir diretamente à paisagem mudanças específicas na composição de espécies.

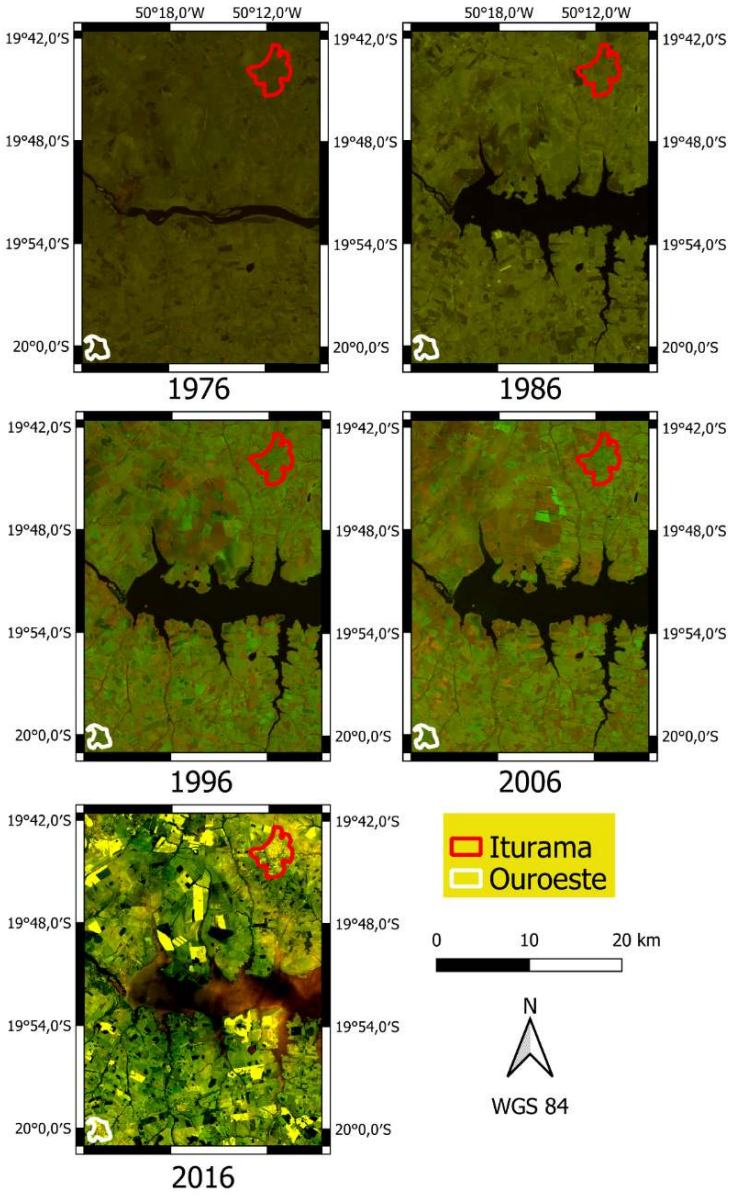
A interpretação visual apresenta limitações importantes. Sem classificação temática, quantificação de áreas e validação de acurácia, a análise permite reconhecer padrões gerais, mas não estimar com precisão taxas de conversão, composição florística ou identidade de culturas. Por isso, os resultados deste estudo são tratados como evidências qualitativas de transformação da paisagem e como linha de base para análises quantitativas futuras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 TRANSFORMAÇÕES ENTRE 1976 E 1986

A comparação das imagens de 1976 e 1986 (Figura 2) evidencia a mudança estrutural mais abrupta da série: a presença, na segunda cena, do grande corpo d'água correspondente ao reservatório da UHE Água Vermelha. A paisagem terrestre observada em 1976 foi parcialmente reorganizada pela formação do reservatório, modificando a configuração das margens, a distribuição dos usos adjacentes e a relação espacial entre ambientes terrestres e aquáticos. Essa alteração é coerente com o histórico do empreendimento, cuja operação teve início em 1979 (IBAMA, 2022).

Figura 2. Série temporal de imagens Landsat da área de estudo entre Iturama (MG) e Ouroeste (SP), em 1976, 1986, 1996, 2006 e 2016.



Fonte: elaborada pelos autores, a partir de imagens do United States Geological Survey (USGS/EarthExplorer).

3.2 TRANSFORMAÇÕES ENTRE 1986 E 1996

Entre 1986 e 1996, a comparação visual (Figura 2) indica continuidade da consolidação de usos antrópicos, com predominância crescente de áreas agropecuárias no entorno do reservatório. Na cena de 1996, áreas de solo exposto tornam-se mais distinguíveis em meio ao mosaico de parcelas agrícolas e pastagens, evidenciando a intensificação da ocupação terrestre. A transformação deixa de ser marcada principalmente pela reorganização hidrográfica e passa a expressar, de forma mais evidente, a consolidação de uma matriz terrestre produtiva.

A diferença entre as porções paulista e mineira também se torna mais evidente. No setor paulista, os usos agropecuários já apresentavam forte predominância na primeira data, enquanto o setor mineiro conservava maior presença relativa de áreas visualmente interpretadas como vegetação natural. Essa diferença caracteriza trajetórias espaciais distintas de transformação da paisagem e reforça a importância de considerar a dimensão histórica ao avaliar a distribuição atual dos remanescentes.

Para a biodiversidade, o aspecto mais relevante dessa etapa é a mudança progressiva da relação entre habitat e matriz. À medida que os usos agropecuários passam a dominar o espaço terrestre, os remanescentes naturais tornam-se elementos mais isolados dentro da paisagem produtiva. Uma matriz agropecuária não é biologicamente homogênea, mas sua estrutura e intensidade de uso podem aumentar a resistência ao deslocamento e reduzir a continuidade funcional entre remanescentes, com efeitos que variam entre grupos taxonômicos (Le Provost *et al.*, 2021; Lechner *et al.*, 2021).

3.3 TRANSFORMAÇÕES ENTRE 1996 E 2006

Entre 1996 e 2006, a comparação visual (Figura 2) indica a consolidação da predominância dos usos agropecuários e a redução das manchas de vegetação natural identificáveis no recorte terrestre. As áreas de solo exposto aparecem com maior destaque na cena de 2006, distribuídas em um mosaico de parcelas agrícolas e pastagens. A expansão e a permanência de usos produtivos configuram uma paisagem cada vez mais marcada pela matriz agropecuária, em consonância com processos amplos de transformação do Cerrado (Alencar *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2020).

A relevância para a biodiversidade está na combinação entre redução do habitat e reorganização espacial dos remanescentes. No Cerrado, a conversão da vegetação nativa pode ser acompanhada por aumento do número de fragmentos e redução da continuidade entre áreas naturais, ampliando a importância de cada remanescente para a manutenção dos fluxos ecológicos (Pompeu *et al.*, 2024). Em uma perspectiva de quatro décadas, a permanência de manchas de vegetação não deve ser analisada

apenas por sua presença, mas também por sua posição na paisagem, sua proximidade com outros remanescentes e sua relação com corredores e zonas ripárias.

Esse resultado reforça a necessidade de interpretar a matriz agropecuária de forma funcional. A biodiversidade de uma paisagem depende da interação entre remanescentes, bordas, corredores, usos produtivos e demais elementos espaciais, e não apenas da quantidade aparente de áreas naturais. A transformação observada entre 1996 e 2006 indica, portanto, uma mudança no contexto ecológico em que os remanescentes estão inseridos, tornando a conectividade e a qualidade dos ambientes de transição componentes centrais para a conservação.

3.4 TRANSFORMAÇÕES ENTRE 2006 E 2016

Na imagem de 2016 (Figura 2), a paisagem terrestre apresenta forte predominância visual de usos antrópicos, com parcelas agrícolas, pastagens e áreas de solo exposto. Os remanescentes de vegetação natural visualmente identificáveis aparecem mais restritos do que nas primeiras cenas, especialmente nas proximidades dos corpos d'água. O padrão final da série evidencia uma paisagem em que a vegetação natural passa a ocupar posição mais pontual e estratégica dentro de uma matriz predominantemente agropecuária.

A associação entre remanescentes próximos aos corpos d'água e sua relevância ambiental merece atenção. A vegetação ripária pode desempenhar funções de proteção de margens, manutenção de habitats e conectividade da paisagem, constituindo elementos importantes para a conservação em áreas submetidas à intensa ocupação produtiva. Essa atenção às áreas de proteção é coerente com estudos que empregam o mapeamento do uso do solo em APP para identificar conflitos e orientar a recuperação de áreas ambientalmente sensíveis (Campos *et al.*, 2025).

A trajetória observada entre 2006 e 2016 consolida o padrão construído nas décadas anteriores: a paisagem passa a apresentar forte dominância da matriz agropecuária, enquanto os remanescentes naturais assumem papel proporcionalmente mais importante para a manutenção da estrutura ecológica regional. Séries multitemporais e geotecnologias têm sido empregadas em outros contextos brasileiros para reconhecer a dinâmica de fronteiras agrícolas e quantificar mudanças na estrutura da paisagem (Ximenes *et al.*, 2025; Santos *et al.*, 2026; Tavares *et al.*, 2026). Esses trabalhos reforçam a relevância de reconstruções históricas para compreender a condição ambiental contemporânea.

Para a biodiversidade, o principal significado dessa etapa está no legado acumulado das transformações anteriores. Remanescentes menores e mais inseridos em áreas produtivas podem apresentar maior exposição a efeitos de borda e menor funcionalidade como elementos de conexão, enquanto áreas ripárias e outros fragmentos estrategicamente posicionados podem adquirir

importância desproporcional para o deslocamento e a persistência de organismos. Assim, a paisagem de 2016 não representa apenas um cenário final da série, mas o resultado espacial de quatro décadas de reorganização dos habitats e de sua matriz circundante.

3.5 SÍNTESE DAS MUDANÇAS E IMPLICAÇÕES PARA A AVALIAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Consideradas em conjunto, as cinco datas revelam uma trajetória de transformação em duas etapas complementares. Primeiro, a formação do reservatório da UHE Água Vermelha alterou profundamente a configuração hidrográfica e a relação entre ambientes terrestres e aquáticos; posteriormente, a paisagem terrestre se consolidou como predominantemente agropecuária, acompanhada por redução visual dos remanescentes naturais. O resultado mais importante da série é, portanto, a evidência de uma mudança estrutural persistente, e não apenas de oscilações pontuais de cobertura, compatível com o padrão mais amplo de transformação de paisagens brasileiras associado à expansão agropecuária (Winkler *et al.*, 2021; Pompeu *et al.*, 2024).

A principal contribuição do estudo para a avaliação da biodiversidade está na reconstrução da história espacial do habitat ao longo de quatro décadas. Conhecer a configuração anterior da paisagem permite compreender que os remanescentes atualmente observados são parte de uma trajetória de reorganização territorial que alterou sua área relativa, seu isolamento e sua relação com a matriz. Essa perspectiva temporal é fundamental porque os efeitos sobre a biodiversidade podem decorrer tanto da redução direta do habitat quanto das mudanças graduais em conectividade, dispersão e acesso a recursos, processos que se acumulam ao longo do tempo (Lechner *et al.*, 2021; Ma *et al.*, 2023).

A sequência temporal também evidencia que a conservação da biodiversidade nessa região não pode ser baseada apenas na proteção de fragmentos isolados. Em uma paisagem produtiva, remanescentes, corredores ripários, pequenos fragmentos, bordas e elementos arbóreos dispersos podem funcionar de maneira complementar, contribuindo para reduzir o isolamento e manter fluxos ecológicos. A conservação deve, portanto, considerar simultaneamente a quantidade de habitat, sua distribuição espacial e a permeabilidade da matriz, associando proteção de remanescentes à restauração estrategicamente localizada (Schüler; Bustamante, 2022; Lechner *et al.*, 2021).

A trajetória observada também tem implicações para a definição de prioridades de conservação. Áreas que permaneceram vegetadas ao longo da série podem representar núcleos de maior continuidade temporal, enquanto remanescentes posicionados próximos ao reservatório e aos demais corpos d'água podem assumir importância para a conectividade entre ambientes terrestres e aquáticos. Da mesma forma, setores em que a matriz agropecuária se tornou dominante podem ser avaliados

quanto à necessidade de restauração e reconexão de habitats. A leitura histórica permite, assim, transformar a paisagem atual em um problema espacial de conservação, no qual localização e trajetória são tão relevantes quanto a presença isolada de cobertura natural.

A integração dessa série histórica com métricas de ecologia da paisagem, produtos de uso e cobertura da terra e inventários de fauna e flora constitui um caminho para aprofundar a avaliação da biodiversidade. Essa integração permitiria testar como diferentes grupos biológicos respondem à configuração dos remanescentes, identificar corredores potenciais e reconhecer áreas cuja restauração poderia produzir ganhos de conectividade. No Cerrado, onde a conversão da vegetação nativa ocorre em uma região de elevada diversidade biológica, esse tipo de abordagem é particularmente relevante para articular conservação, restauração e produção agropecuária (Schüler; Bustamante, 2022; Pompeu *et al.*, 2024).

4 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo caracterizar, por meio da interpretação visual de imagens Landsat de 1976 a 2016, as principais transformações da paisagem entre Iturama (MG) e Ouroeste (SP). A série multitemporal confirmou uma reorganização em duas etapas: a formação do reservatório da UHE Água Vermelha, que alterou a configuração hidrográfica, e a posterior consolidação de uma matriz terrestre predominantemente agropecuária.

Os resultados mostram trajetórias distintas: a porção paulista já apresentava maior domínio agropecuário no início da série, enquanto a porção mineira sofreu transformação mais acentuada ao longo das décadas. Em 2016, os remanescentes naturais estavam visualmente mais restritos, sobretudo próximos aos corpos d'água, indicando simplificação da paisagem e possível redução da conectividade entre habitats.

A principal contribuição do estudo é oferecer uma linha de base histórica para compreender como a reorganização hidrográfica e a expansão agropecuária condicionaram a configuração atual dos habitats. Em termos práticos, essa perspectiva subsidia a identificação de remanescentes persistentes, corredores ripários e áreas prioritárias para conservação, restauração e reconexão da paisagem, integrando proteção da biodiversidade e planejamento ambiental regional.

Embora a abordagem visual não permita quantificar as áreas convertidas nem medir diretamente seus efeitos sobre a biodiversidade, ela revela padrões estruturais consistentes e orienta investigações futuras com classificação temática, métricas de fragmentação e dados de fauna e flora. Assim, os achados reforçam a relevância da análise multitemporal para a ecologia da paisagem e para decisões de conservação em regiões produtivas do Cerrado.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A.; SHIMBO, J. Z.; LENTI, F.; MARQUES, C. B.; ZIMBRES, B.; ROSA, M. R.; ARRUDA, V. L. S.; CASTRO, I.; RIBEIRO, J. P. F. M.; VARELA, V.; ALENCAR, I. C.; PIONTEKOWSKI, V. J.; RIBEIRO, V.; BUSTAMANTE, M. M. C.; SANO, E. E.; BARROSO, M. Mapping three decades of changes in the Brazilian savanna native vegetation using Landsat data processed in the Google Earth Engine platform. Remote Sensing, [S. l.], v. 12, n. 6, 924, 2020. DOI: 10.3390/rs12060924.

CAMPOS, R. F. F.; REICHARDT, L. G.; BLAUTH, R.; LIMA, C. F.; MATÉ, C.; HULSE, L.; SIEGLOCH, A. E. Análise do uso do solo na Área de Preservação Permanente (APP) do perímetro urbano do município de Videira, Santa Catarina, Brasil. Revista de Geopolítica, [S. l.], v. 16, n. 5, e1014, 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n5-182.

CRAWFORD, C. J.; ROY, D. P.; ARAB, S.; BARNES, C.; VERMOTE, E.; HULLEY, G.; GERACE, A.; CHOATE, M. J.; ENGEBRETSON, C.; MICIJEVIC, E.; SCHMIDT, G. L.; ANDERSON, C.; ANDERSON, M.; BOUCHARD, M.; COOK, B. D.; DITTMEIER, R.; HOWARD, D.; JENKERSON, C.; KIM, M.; KLEYIANS, T.; MAIERSPERGER, T.; MUELLER, C.; NEIGH, C.; OWEN, L.; PAGE, B.; PAHLEVAN, N.; RENGARAJAN, R.; ROGER, J.-C.; SAYLER, K. L.; SCARAMUZZA, P. L.; SKAKUN, S.; YAN, L.; ZHANG, H. K.; ZHU, Z.; ZAHN, S. G. The 50-year Landsat Collection 2 archive. Science of Remote Sensing, [S. l.], v. 8, 100103, 2023. DOI: 10.1016/j.srs.2023.100103.

DAVISON, C. W.; RAHBEK, C.; MORUETA-HOLME, N. Land-use change and biodiversity: challenges for assembling evidence on the greatest threat to nature. Global Change Biology, [S. l.], v. 27, p. 5414–5429, 2021. DOI: 10.1111/gcb.15846.

GRILL, G.; LEHNER, B.; THIEME, M.; GEENEN, B.; TICKNER, D.; ANTONELLI, F.; BABU, S.; BORRELLI, P.; CHENG, L.; CROCHETIERE, H.; EHALT MACEDO, H.; FILGUEIRAS, R.; GOICHOT, M.; HIGGINS, J.; HOGAN, Z.; LIP, B.; MCCLAIN, M. E.; MENG, J.; MULLIGAN, M.; NILSSON, C.; OLDEN, J. D.; OPPERMAN, J. J.; PETRY, P.; REIDY LIERMANN, C.; SÁENZ, L.; SALINAS-RODRÍGUEZ, S.; SCHELLE, P.; SCHMITT, R. J. P.; SNIDER, J.; TAN, F.; TOCKNER, K.; VALDUJO, P. H.; VAN SOESBERGEN, A.; ZARFL, C. Mapping the world's free-flowing rivers. Nature, [S. l.], v. 569, p. 215–221, 2019. DOI: 10.1038/s41586-019-1111-9.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Consulta pública: Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial da Usina Hidrelétrica de Água Vermelha. Brasília, DF, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/acesso-a-informacao/editais-e-convites/consultas-publicas/consulta-publica-plano-ambiental-de-conservacao-e-uso-do-entorno-do-reservatorio-artificial-da-usina-hidreletrica-de-agua-vermelha. Acesso em: 29 nov. 2024.

KONG, X.; ZHOU, Z.; JIAO, L. Hotspots of land-use change in global biodiversity hotspots. Resources, Conservation and Recycling, [S. l.], v. 174, 105770, 2021. DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105770.

LE PROVOST, G.; THIELE, J.; WESTPHAL, C.; PENONE, C.; ALLAN, E.; NEYRET, M.; VAN DER PLAS, F.; AYASSE, M.; BARDGETT, R. D.; BIRKHOFER, K.; BOCH, S.; BONKOWSKI, M.; BUSCOT, F.; FELDHAAR, H.; GAULTON, R.; GOLDMANN, K.; GOSSNER, M.; KLAUS, V. H.; KLEINEBECKER, T.; KRAUSS, J.; RENNER, S.; SCHERREIKS, P.; SIKORSKI, J.; BAULECHNER, D.; BLÜTHGEN, N.; BOLLIGER, R.; BORSCHIG, C.; BUSCH, V.; CHISTÈ, M.; FIORE-DONNO, A. M.; FISCHER, M.; ARNDT, H.; HÖLZEL, N.; JOHN, K.; JUNG, K.; LANGE, M.; MARZINI, C.; OVERMANN, J.; PAŠALIĆ, E.; PEROVIĆ, D. J.; PRATI, D.; SCHÄFER, D.; SCHÖNING, I.; SCHRUMPF, M.; SONNEMANN, I.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHAPKA, M.; TÜRKE, M.; VOGT, J.; WEHNER, K.; WEINER, C.; WEISSER, W.; WELLS, K.; WERNER, M.; WOLTERS, V.; WUBET, T.; WURST, S.; ZAITSEV, A. S.; MANNING, P. Contrasting responses of above- and belowground diversity to multiple components of land-use intensity. Nature Communications, [S. l.], v. 12, 3918, 2021. DOI: 10.1038/s41467-021-23931-1.

TIANG, D. C. F.; MORRIS, A.; BELL, M.; GIBBINS, C. N.; AZHAR, B.; LECHNER, A. M. Ecological connectivity in fragmented agricultural landscapes and the importance of scattered trees and small patches. Ecological Processes, [S. l.], v. 10, 21, 2021. DOI: 10.1186/s13717-021-00284-7.

MA, S.; WANG, L.; JIANG, J.; ZHAO, Y. Direct and indirect effects of agricultural expansion and landscape fragmentation processes on natural habitats. Agriculture, Ecosystems & Environment, [S. l.], v. 353, 108555, 2023. DOI: 10.1016/j.agee.2023.108555.

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, 167581, 2024. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.167581.

SANTOS, L. A. N.; VASCONCELOS, R. N.; LOBÃO, J. S. B.; SANTANA, M. M. M.; SOUZA, D. T. M.; ROCHA, W. J. S. F.; SANTANA, C. O.; CARNEIRO, L. M. Dinâmica da estrutura espacial da APA do Lago de Pedra do Cavalo: quantificação das mudanças no uso e cobertura da terra entre 1985 e 2019. Revista de Geopolítica, [S. l.], v. 17, n. 4, e2214, 2026. DOI: 10.56238/revgeov17n4-136.

SCHÜLER, J.; BUSTAMANTE, M. M. C. Spatial planning for restoration in Cerrado: balancing the trade-offs between conservation and agriculture. Journal of Applied Ecology, [S. l.], v. 59, p. 2616–2626, 2022. DOI: 10.1111/1365-2664.14262.

SOUZA, C. M. Jr.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W.; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIEIRA, J. L.; FERREIRA NETO, L. C.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. Remote Sensing, [S. l.], v. 12, n. 17, 2735, 2020. DOI: 10.3390/rs12172735.

TAVARES, A. C.; VASCONCELOS, R. N.; LOBÃO, J. S. B.; SANTANA, M. M. M.; SOUZA, D. T. M.; ROCHA, W. J. S. F.; SANTANA, C. O.; CARNEIRO, L. M. Dinâmica dos padrões estruturais nas ecorregiões da Caatinga: mudanças na estrutura da paisagem (1985–2018). Revista de Geopolítica, [S. l.], v. 17, n. 4, e2215, 2026. DOI: 10.56238/revgeov17n4-137.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. Landsat Collection 2 surface reflectance. Reston, VA, 2023. Disponível em: https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-collection-2-surface-reflectance. Acesso em: 7 out. 2026.

WINKLER, K.; FUCHS, R.; ROUNSEVELL, M. D. A.; HEROLD, M. Global land use changes are four times greater than previously estimated. Nature Communications, [S. l.], v. 12, 2501, 2021. DOI: 10.1038/s41467-021-22702-2.

WU, H.; CHEN, J.; XU, J.; ZENG, G.; SANG, L.; LIU, Q.; YIN, Z.; DAI, J.; YIN, D.; LIANG, J.; YE, S. Effects of dam construction on biodiversity: a review. Journal of Cleaner Production, [S. l.], v. 221, p. 480–489, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.001.

XIMENES, C. C.; PALHARES, J. M.; SOARES, D. Z.; MACHADO, S. M. T.; MONTALVÃO, M. L.; OLIVEIRA, Y. L. Dinâmica da fronteira agrícola em Rondônia: padrões de uso e ocupação do solo no município de Rio Crespo. Revista de Geopolítica, [S. l.], v. 16, n. 4, e650, 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n4-016.

YOUNG, N. E.; ANDERSON, R. S.; CHIGNELL, S. M.; VORSTER, A. G.; LAWRENCE, R.; EVANGELISTA, P. H. A survival guide to Landsat preprocessing. Ecology, [S. l.], v. 98, n. 4, p. 920–932, 2017. DOI: 10.1002/ecy.1730.