

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E DA COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA DE LAVRAS (1985 – 2024)

Thiago Gonçalves Santos¹
Max Paulo Rocha Pereira²
Ricardo Alexandrino Garcia³

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar a dinâmica do uso e da cobertura da terra na Região Geográfica Imediata de Lavras/MG, Brasil, entre 1985 e 2024, utilizando dados do Mapbiomas e da matriz de transição. Os resultados evidenciam uma transformação estrutural da paisagem, marcada pela redução das áreas de pastagem e pela expansão da agricultura e dos mosaicos de usos, indicando intensificação e diversificação produtiva no espaço rural. Paralelamente, observa-se o aumento da formação florestal, associado a processos de regeneração e à influência de instrumentos legais, como as Reservas Legais. A análise das transições confirma que as mudanças ocorreram principalmente em áreas previamente ocupadas pela pecuária extensiva. Conclui-se que a região apresenta reorganização produtiva, acompanhada da manutenção da cobertura vegetal, fornecendo subsídios ao planejamento territorial em áreas da Mata Atlântica.

Palavras-chave: Análise espacial. Matriz de transição. Mapbiomas. Regeneração florestal. Planejamento territorial.

SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF LAND USE AND COVER IN THE REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA DE LAVRAS (1985 – 2024)

Abstract: The purpose for this paper is to review the land use and cover dynamics in the Região Geográfica Imediata de Lavras, in the Minas Gerais state, in Brazil, between the years of 1985 and 2024, based on data from Mapbiomas and the transition matrix. Findings point to a major structural landscape transformation, characterized by a decrease in pasture and an increase both in agriculture and in land-use mosaics, indicating an intensification and a diversification of production in rural areas. This is accompanied by an increase in forested areas, which is associated with both natural regeneration and the impact of legal regulations, such as the creation of Reservas Legais (Legal Reserves, in English). An analysis and assessment of the transitions confirmed that the changes occurred especially in areas previously dedicated to large-scale livestock farming. According to our findings, the region is undergoing a productive restructuring, while preserving vegetation cover, and thus serving as a source for land-use planning within the Atlantic Forest.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, Brasil, thiaguim.13@gmail.br, <https://orcid.org/0000-0002-5720-0260>

² Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, Brasil, mqualidadeambiental@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3964-6004>

³ Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, Brasil, alexandrinogarcia@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7144-9866>

Keywords: Spatial analysis. Transition matrix. Mapbiomas. Forest restoration. Territorial planning.

ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DEL USO Y LA COBERTURA DE LA TIERRA EN LA REGIÃO GEOGRÁFICA DE LAVRAS (1985 – 2024)

Resumen: Este artículo tiene como objetivo analizar la dinámica del uso y la cobertura de la tierra en la Região Geográfica Imediata de Lavras, Minas Gerais, Brasil, entre 1985 y 2024, utilizando datos de MapBiomas y la matriz de transición. Los resultados evidencian una transformación estructural del paisaje, marcada por la reducción de las áreas de pastizal y por la expansión de la agricultura y de los mosaicos de usos, lo que indica una intensificación y diversificación productiva en el espacio rural. Paralelamente, se observa un incremento de la formación forestal, asociado a procesos de regeneración y a la influencia de instrumentos legales, como las Reservas Legales. El análisis de las transiciones confirma que los cambios ocurrieron principalmente en áreas previamente ocupadas por la ganadería extensiva. Se concluye que la región presenta una reorganización productiva, acompañada del mantenimiento de la cobertura vegetal, proporcionando subsidios para la planificación territorial en áreas de Mata Atlântica.

Palabras clave: Análisis espacial. Matriz de transición. MapBiomas. Regeneración forestal. Planificación territorial.

Introdução

O estudo das transformações no uso e cobertura da terra (UCT) tem sido reconhecido como uma importante ferramenta para o monitoramento das mudanças na paisagem. Desde o processo de ocupação do território brasileiro, o bioma Mata Atlântica vem sofrendo alterações em sua dinâmica ecológica em decorrência da ação humana (Freitas; Hawbaker; Metzger, 2010; Mello *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2020; Mendes; Costa, 2022). Segundo Rosa (2020), essas transformações estão associadas aos diferentes ciclos econômicos desenvolvidos em sua área de ocorrência, como a exploração do pau-brasil, a mineração aurífera, a expansão agropecuária, o crescimento urbano e, mais recentemente, a monocultura.

Nesse contexto, tem sido ampliado o debate acerca das transformações espaciais na paisagem e da dinâmica das tipologias de UCT ao longo do tempo, nos âmbitos acadêmico, político e socioeconômico (Borges; Rajão, 2016; Souza *et al.*, 2020; Francisco *et al.*, 2023). Na literatura científica, essas análises são amplamente utilizadas como subsídio ao planejamento e à gestão territorial no Brasil e no mundo (Oliveira; Galvêncio, 2011; Júnior; Júnior, 2017; Aryal; Sitaula; Frery, 2023; Beroho *et al.*, 2023; Ullah *et al.*, 2024). Segundo Prenzel (2004), a análise de cenários de UCT,

que considere cenários passados e o presente, constitui um método eficaz na orientação das atividades humanas, além de auxiliar projeções futuras.

De acordo com Silva e Rauber (2024), o uso de geotecnologias é fundamental para a análise das transformações espaciais. As ferramentas de geoprocessamento ampliam as possibilidades analíticas, sobretudo pela maior acessibilidade na obtenção, manipulação e geração de dados geoespaciais (Adnan *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2023; Francisco *et al.*, 2023). O Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias) constitui, dessa forma, uma importante iniciativa de mapeamento anual do UCT no Brasil, que disponibiliza informações sobre as tipologias de todo o território nacional desde 1985 (Francisco *et al.*, 2023; MapBiomias, 2026). Esses dados são amplamente utilizados em pesquisas voltadas à conservação ambiental, ao planejamento e à gestão territorial (Klein *et al.*, 2023; Muchailh *et al.*, 2024).

Neste estudo, os dados do MapBiomias foram utilizados para analisar o UCT na Região Geográfica Imediata de Lavras/MG (RGIL). Essa unidade regional, definida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), organiza-se a partir de centros urbanos que exercem influência econômica, social e política sobre os municípios do entorno (IBGE, 2017; Souza, 2023). A escolha da RGIL justifica-se pelos condicionantes ambientais como sua inserção no bioma Mata Atlântica, que tem sua proteção regulamentada pela Lei n.º 11.428/2006; pela presença de importantes recursos hídricos do estado de Minas Gerais, vinculados às Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) Alto Rio Grande (GD1), Rio das Mortes e Jacaré (GD2) e Entorno do Reservatório de Furnas (GD3); além de fatores antrópicos como a intensificação das atividades agrícolas e o crescimento populacional observado nas últimas décadas.

Assim, busca-se responder às seguintes questões: quais tipologias de UCT foram mais representativas na RGIL entre 1985 e 2024? Quais foram as principais transições ocorridas nesse período? Parte-se da hipótese de que as atividades antrópicas promoveram mudanças entre as tipologias, porém, em razão da legislação ambiental vigente, sem comprometer a preservação da cobertura florestal. Este artigo tem como objetivo analisar a dinâmica das tipologias de UCT na RGIL, considerando as transições observadas ao longo do cenário temporal de 1985 a 2024.

Metodologia

Localização da área de estudo

A RGIL está localizada na porção centro-sul do estado de Minas Gerais, Brasil (Figura 1). Sua extensão é de 5.268,51 km² e abrange os municípios de Lavras, Itumirim, Ingaí, Nepomuceno, Perdões, Ribeirão Vermelho, Ijaci, Cana Verde, Ibituruna, Santo Antônio do Amparo, Bom Sucesso, Itutinga, Luminárias e Carrancas.

Figura 1 - Localização da Região Geográfica Imediata de Lavras/MG.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No que se refere aos aspectos demográficos, a RGIL apresentou crescimento populacional de 75.302 habitantes, segundo dados dos censos do IBGE entre 1980 e 2022, sendo Lavras, Nepomuceno e Perdões os municípios com maior representatividade populacional. As principais atividades econômicas correspondem aos setores de serviços, mineração e agropecuária, sendo potencializadas pela localização estratégica do ponto de vista logístico, devido à presença de presença de rodovias federais como a BR-381 e a BR-265, que conectam a região às principais capitais do Sudeste brasileiro (Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro).

Materiais

Este artigo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e descritiva, com o objetivo de analisar, de modo sistemático, as transições das tipologias de UCT observadas na RGIL (Arraz; Marques; Ribeiro, 2022). Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre aspectos relevantes da região, como fatores econômicos, ambientais e populacionais, com foco na compreensão e no auxílio à análise dos dados obtidos pelo MapBiomias (Borges; Oliveira, 2021; Arraz; Marques; Ribeiro, 2022; Fontana, 2022; Sampaio; Oliveira; Souza, 2024; Santos; Bohrer; Nascimento, 2024).

Os materiais cartográficos utilizados incluem: a) limites da RGIL e dos municípios inseridos na área, elaborados pelo IBGE, na escala de 1:100.000; b) base de UCT elaborada pelo MapBiomias, referente à Coleção 10, com resolução espacial de 30 metros; e c) dados de Reservas Legais, elaborados pelo Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), referentes ao ano de 2024, utilizados como dados secundários.

O recorte temporal adotado compreende os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024, e os dados foram coletados diretamente da plataforma do Google Earth Engine em 2 de fevereiro de 2026. Foram utilizados os softwares ArcGIS 10.5 (módulos ArcMap, ArcCatalog e ArcToolbox) e suas extensões para a manipulação dos dados, tabulação das informações e elaboração do mapeamento temático.

Métodos

As tipologias de UCT presentes na RGIL foram organizadas e classificadas em: a) Agricultura; b) Área urbana; c) Corpos hídricos; d) Formação campestre; e) Formação florestal; f) Mineração; g) Mosaico de usos; h) Outras áreas não vegetadas; i) Pastagem; e j) Silvicultura (MapBiomias, 2026). Os dados foram recortados para os limites da área de estudo e trabalhados em formato matricial, com resolução espacial padronizada de 30 × 30 metros, sendo espacializados por meio de mapas temáticos referentes aos períodos analisados.

A análise dos dados foi realizada por meio de tabulação cruzada entre o cenário mais antigo (1985) e o mais recente (2024). Esse procedimento, conforme apresentado por Pontius, Shusas e McEachern (2004) e Oliveira et al. (2024), permite realizar análises a partir da obtenção de taxas de conversão no passado, utilizadas

como parâmetro interpretativo para estimar cenários atuais e/ou futuros. De acordo com a Tabela 1, as classes C_{ij} representam a transição efetiva do tempo 1 (i) para uma nova tipologia no tempo 2 (j), de modo que as diagonais refletem o estado de permanência. Os totais de cada tipologia no momento inicial e final são expressos por $_{1+}$ e $_{+1}$, respectivamente. Essa notação possibilita calcular as áreas de ganho e perda, representadas pela diferença entre o total final das tipologias no tempo 2 e o total no tempo 1, descontado o valor de persistência observado no cenário analisado. O somatório final (A_t) corresponde à área total analisada.

Tabela 1 - Matriz geral de tabulação cruzada aplicada à transição entre tipologias de uso e cobertura da terra.

Tempo 1	Tempo 2				Total tempo 1	Perda
	Classe 1 (j)	Classe 2 (j+1)	Classe 3 (j+3)	Classe 4 (j+3)		
Classe 1 (i)	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	$\sum_{j=1}^n C_{1+}$	$\sum_{j=1}^n C_{1-}$ $- C_{11}$
Classe 2 (i+1)	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	$\sum_{j=1}^n C_{2+}$	$\sum_{j=1}^n C_{2-}$ $- C_{22}$
Classe 3 (i+2)	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	$\sum_{j=1}^n C_{3+}$	$\sum_{j=1}^n C_{3-}$ $- C_{33}$
Classe 4 (i+3)	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	$\sum_{j=1}^n C_{4+}$	$\sum_{j=1}^n C_{4-}$ $- C_{44}$
Total tempo 2	$\sum_{i=1}^n C_{+1}$	$\sum_{i=1}^n C_{+2}$	$\sum_{i=1}^n C_{+3}$	$\sum_{i=1}^n C_{+4}$	$\sum_{j=1}^n C_{ij} = A_t$	
Ganho	$\sum_{i=1}^n C_{+1}$ $- C_{11}$	$\sum_{i=1}^n C_{+2} - C_{22}$	$\sum_{i=1}^n C_{+3} - C_{33}$	$\sum_{i=1}^n C_{+4} - C_{44}$		

Fonte: Adaptado de Pontius, Shusas e McEachern (2004).

O produto obtido pela matriz de transição é dado pelo número de pixels, que foi espacializado a fim de representar as mudanças entre 1984 e 2024. Assim, foi necessária a conversão para km^2 , dada pela razão entre o número de pixels (N) e a resolução espacial (R^2) (Equação 1). Posteriormente, os dados de área foram padronizados em porcentagem, correspondente à razão entre o somatório da tipologia específica (C_{ij}) e a área total (A_t) (Equação 2). A troca (S_j) corresponde à transferência de uma mesma tipologia, considerando o dobro da menor porcentagem entre perda ou ganho de uma determinada classe (Equação 3). Por fim, a variação líquida corresponde à diferença entre os valores de ganho e de perda.

$$\text{Área}_{(\text{km}^2)} = N * R^2 / 1000000 \quad (1)$$

$$\%C_{i,t} = \sum_{i=1}^n C_{ij} / A_t \quad (2)$$

$$S_j = 2 * \min (\sum_{i=1}^n C_{+1} - C_{jj}, \sum_{j=1}^n C_1 - C_{11}) \quad (3)$$

Do ponto de vista estatístico, foi realizado o teste qui-quadrado, que consiste na avaliação do grau de associação entre uma tipologia e um dado secundário. Neste estudo, esse teste foi aplicado às novas formações florestais em relação às áreas de Reserva Legal. A seguir, apresentam-se os resultados.

Resultados

Panorama geral da dinâmica de uso e cobertura da terra (1985 e 2024)

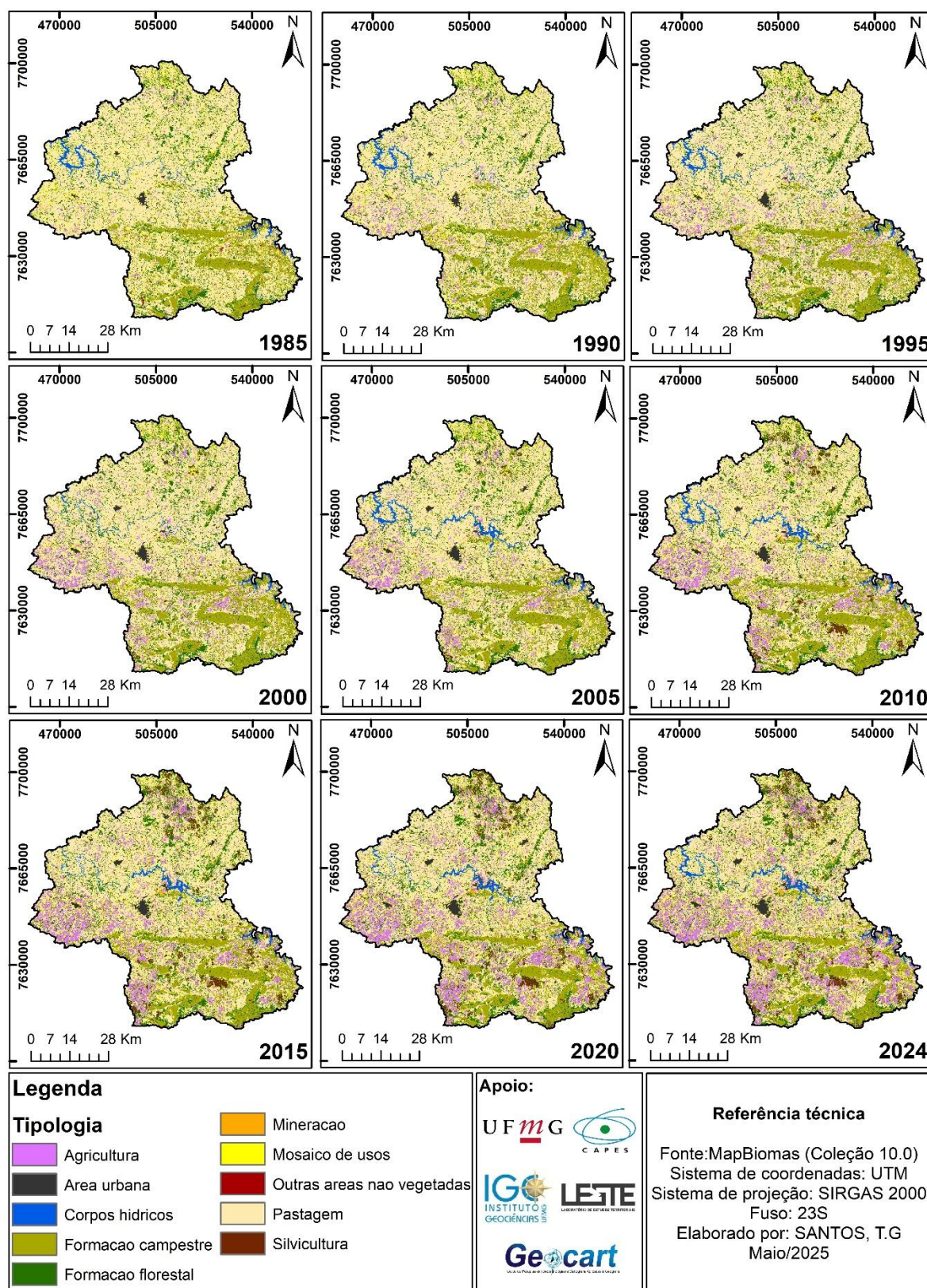
Considerando os cenários de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024, a análise temporal do uso e cobertura da terra na RGIL revelou mudanças relevantes na organização da paisagem regional (

Figura 2). As áreas de pastagem permaneceram como a tipologia predominante ao longo de todo o período, embora tenham apresentado redução de 20,97%, passando de 59,83% em 1985 para 38,86% em 2024. Em contrapartida, as áreas agrícolas registraram crescimento expressivo entre 1985 e 2024, passando de 1,73% para 16,00%. Destaca-se, ainda, a ampliação dos mosaicos de usos a partir de 1995 e a

expansão da silvicultura entre 1985 e 2015, seguida de leve redução entre 2020 e 2024 (

Tabela 2 e Tabela 3).

Figura 2 - Uso e cobertura da terra na Região Geográfica Imediata de Lavras/MG (1985 - 2024).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2 - Distribuição percentual das tipologias de uso e cobertura da terra na Região Geográfica Imediata de Lavras/MG (1985 - 2024).

Tipologia	Área (%)								
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2024
Agricultura	1,73	3,94	5,25	7,71	7,82	9,89	11,42	14,34	16,00
Área urbana	0,46	0,53	0,74	0,83	0,89	0,96	1,07	1,16	1,20
Corpos hídricos	2,15	2,16	2,06	1,51	2,45	2,41	1,87	1,90	2,23
Formação campestre	12,31	14,26	13,71	14,07	13,41	12,66	11,61	10,30	9,40
Formação florestal	13,26	12,91	13,40	13,58	13,73	13,87	14,78	14,82	15,29
Mineração	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05	0,06	0,06	0,08
Mosaico de usos	9,71	7,91	5,63	8,21	9,78	10,54	12,94	13,10	14,16
Outras áreas não vegetadas	0,51	0,18	0,13	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,14
Pastagem	59,83	58,06	58,84	53,70	51,46	47,93	43,47	41,55	38,86
Silvicultura	0,03	0,04	0,25	0,28	0,33	1,60	2,70	2,68	2,65

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Variação percentual de área (perda/ganho) entre as tipologias de uso e cobertura da terra Região Geográfica Imediata de Lavras/MG (1985 - 2024).

Região Geográfica Imediata do Litoral (1985 - 2021).									
Tipologia	Área (%)								Período total
	Períodos de análises								
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	
	a	a	a	a	a	a	a	a	
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2024	
Agricultura	2,21	1,31	2,45	0,11	2,07	1,53	2,92	1,66	14,27
Área urbana	0,07	0,21	0,10	0,06	0,07	0,11	0,08	0,05	0,75
Corpos hídricos	0,01	-0,10	-0,55	0,93	-0,04	-0,54	0,03	0,32	0,07
Formação campestre	1,95	-0,55	0,36	-0,66	-0,75	-1,05	-1,31	-0,90	-2,91
Formação florestal	-0,35	0,49	0,18	0,15	0,14	0,91	0,04	0,47	2,03
Mineração	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,07
Mosaico de usos	-1,79	-2,29	2,58	1,57	0,76	2,40	0,16	1,06	4,45
Outras áreas não vegetadas	-0,33	-0,06	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,04	-0,38
Pastagem	-1,77	0,78	-5,14	-2,24	-3,53	-4,46	-1,92	-2,69	-20,97
Silvicultura	0,02	0,20	0,03	0,05	1,27	1,10	-0,02	-0,03	2,62

Fonte: Elaborado pelos autores.

As áreas de formação florestal representam uma tipologia de relevante interesse ambiental e de conservação na RGIL. Após leve redução entre 1985 e 1990, essa classe apresentou crescimento a partir de 1995, alcançando 15,29% do território em 2024. Em contraste, as formações campestres apresentaram variações ao longo do período, com tendência de redução a partir de 2000.

As áreas urbanas apresentaram crescimento gradual entre 1985 (0,46%) e 2024 (1,20%). Por sua vez, tipologias como mineração, corpos hídricos e outras áreas não vegetadas registraram variações pouco expressivas ao longo do período analisado. A partir desses resultados, apresentam-se, a seguir, as análises da distribuição espacial das transformações territoriais na paisagem regional.

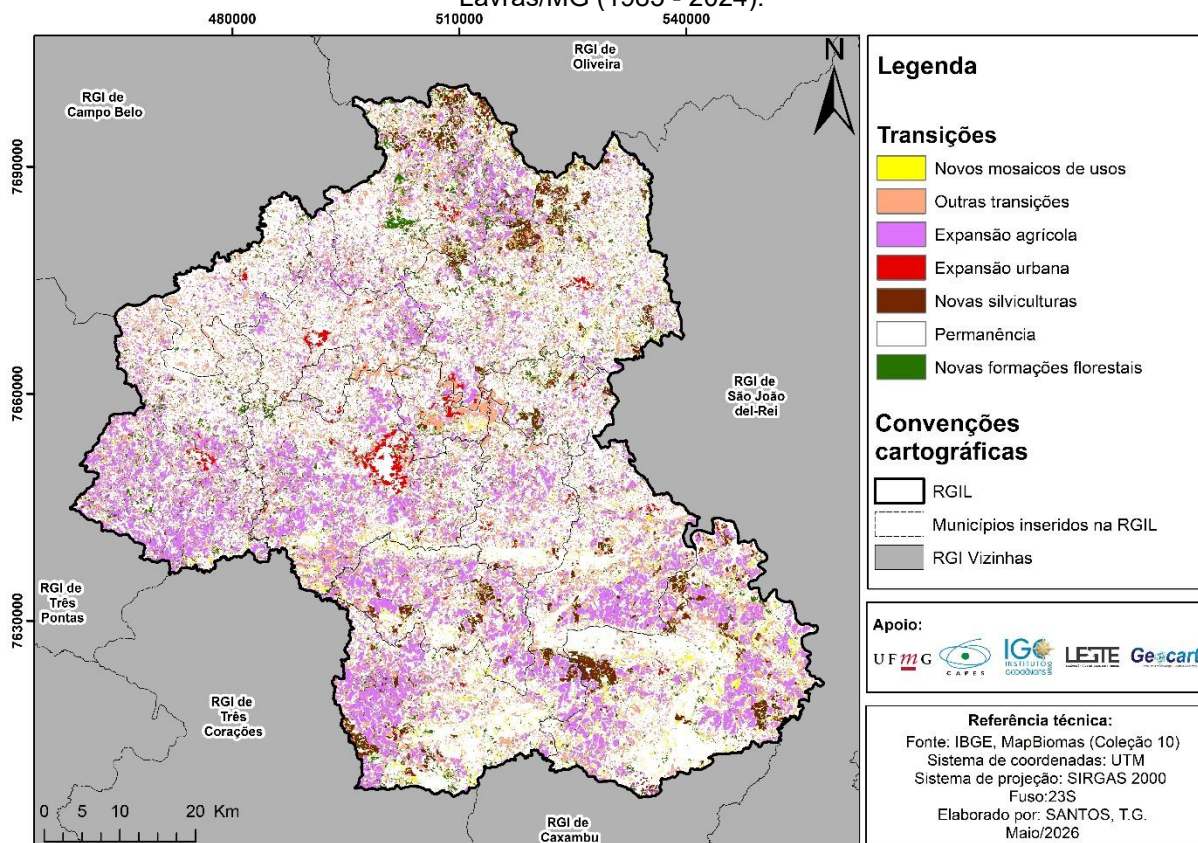
Distribuição espacial das transformações territoriais

A distribuição espacial das tipologias na RGIL evidencia transformações heterogêneas associadas às condições ambientais e produtivas ao longo do período analisado. Destacam-se a redução das áreas de pastagem e a expansão das atividades agrícolas como os principais processos de reorganização das estratégias produtivas no espaço rural.

De acordo com Rademann, Trentin e Robaina (2019), no Brasil, esse processo está associado à crescente mecanização e à substituição por culturas mais rentáveis, como soja, café, milho e trigo, presentes na RGIL (Bregagnoli; Ribeiro Neto, 2017; IBGE, 2017). Nesse contexto, Zalles *et al.* (2018) observam que, desde os anos 2000, cerca de 79% da expansão agrícola no país ocorreu em áreas anteriormente ocupadas por pastagens. Outros fatores também podem estar associados a essa mudança, como a logística de transporte e o escoamento da produção para grandes centros de consumo e de exportação (Alves; Martins; Scopel, 2020). Na RGIL, as rodovias federais BR-381 e BR-265 desempenham papel relevante ao garantir acessibilidade às principais capitais do Sudeste, favorecendo a dinâmica produtiva regional.

Nesse sentido, a expansão agrícola tende a ocorrer preferencialmente em áreas anteriormente ocupadas por pastagens, caracterizando um processo de substituição funcional do uso da terra (Zalles *et al.*, 2018). Na RGIL, esse processo constitui um fator-chave, pois contribui para o aumento do potencial produtivo regional, sobretudo nas porções central, oeste e sul (Figura 3).

Figura 3 - Transições das tipologias de uso e cobertura da terra na Região Geográfica Imediata de Lavras/MG (1985 - 2024).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Por outro lado, a ampliação dos mosaicos de usos indica a presença de paisagens mais heterogêneas, o que impõe desafios ao modelo na distinção entre classes, por exemplo entre pastagem e agricultura. Essa tipologia apresenta distribuição relativamente homogênea na área, com maior concentração na porção sudeste da RGIL. Seu aumento também está relacionado à expansão agrícola e urbana, que promove a fragmentação das classes de UCT, intercalando remanescentes florestais, áreas produtivas e núcleos antropizados (Smiraglia *et al.*, 2015; Denga *et al.*, 2025).

A urbanização na RGIL apresentou crescimento gradual entre 1985 e 2024, ainda que com baixa representatividade territorial. No entanto, os dados indicam que a expansão urbana ocorreu em ritmo superior ao crescimento populacional, sobretudo entre 1991-2000 (crescimento urbano igual a 0,52% frente a crescimento populacional de 0,11%) e 2010-2022 (0,23% e 0,07%, respectivamente). Esse padrão evidencia um processo de ampliação territorial do espaço urbano mais acelerado do que a

dinâmica demográfica, refletindo mudanças na organização espacial e nas dinâmicas territoriais regionais.

Por fim, a expansão das formações florestais constitui outro aspecto relevante observado na RGIL ao longo dos cenários analisados, com distribuição em todo o território, especialmente na porção norte. Ressalta-se que, na área de estudo, a ausência de Unidades de Conservação registradas em bases públicas, como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), indica que essa regeneração ocorre independentemente de categorias de proteção integral ou de uso sustentável formalmente instituídas. Esse padrão pode estar associado aos processos de regeneração natural e à manutenção de remanescentes em áreas menos favoráveis às atividades agropecuárias, como as Áreas de Preservação Permanente (APP). No estado de Minas Gerais, outro fator que pode ter influenciado esse processo refere-se à Lei nº 20.922/2013, que institui a Política Florestal e de Proteção à Biodiversidade, estabelece a compensação florestal e prevê a criação de Unidades de Conservação de proteção integral (Minas Gerais, 2013). De forma complementar, a obrigatoriedade das Reservas Legais, prevista no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), também pode ter contribuído para a manutenção e ampliação da cobertura florestal no período analisado (Brasil, 2008; Brasil, 2012)

As áreas de silvicultura apresentaram crescimento pouco expressivo no contexto regional, concentrando-se principalmente nos municípios de Carrancas (sudeste) e Santo Antônio do Amparo (norte), com o cultivo de *Eucalyptus*. Essa expansão está associada a políticas econômicas, incentivos fiscais e à demanda das indústrias de celulose e de siderurgia (Bacha, 1991; Mendes; Costa, 2022). Para compreender melhor a organização espacial das tipologias destacadas, serão analisadas as transições estruturais, considerando as principais mudanças ocorridas entre 1985 e 2024.

Dinâmica das transições e métricas de mudanças no uso e cobertura da terra

A matriz de transição (Tabela 4) permite compreender os processos responsáveis pelas transformações do uso e cobertura da terra na RGIL entre 1985 e 2024. Observa-se que algumas tipologias apresentaram elevada persistência ao longo do período, indicando relativa estabilidade na paisagem regional, especialmente nas classes de pastagem e formações florestais.

Tabela 4 - Matriz de transição das classes de uso e cobertura da terra na Região Geográfica Imediata de Lavras/MG (1985 e 2024).

Cenário temporal – Ano 2024													
Cenário temporal – Ano 1985 Área (%)	Tipologia	Área (%)										Total (1985)	Perda
	A	1,03	0,01	0,00	0,02	0,09	0,00	0,16	0,00	0,39	0,02	1,73	0,70
	B	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00
	C	0,01	0,00	1,70	0,03	0,08	0,00	0,16	0,00	0,17	0,00	2,15	0,45
	D	1,27	0,03	0,02	7,92	0,02	0,02	1,06	0,05	1,48	0,44	12,31	4,40
	E	0,27	0,01	0,05	0,02	10,95	0,01	0,99	0,00	0,88	0,09	13,26	2,31
	F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	G	1,21	0,17	0,08	0,27	1,82	0,02	3,34	0,02	2,58	0,22	9,71	6,37
	H	0,17	0,01	0,00	0,11	0,00	0,01	0,07	0,02	0,10	0,02	0,51	0,50
	I	12,04	0,50	0,37	1,03	2,32	0,02	8,39	0,04	33,27	1,84	59,83	26,57
	J	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01
	Total (2024)	16,00	1,20	2,23	9,40	15,29	0,08	14,16	0,14	38,86	2,65	100	
Ganho	14,97	0,75	0,52	1,48	4,34	0,07	10,83	0,12	5,59	2,64			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda: A, Agricultura; B, Área urbana; C, Corpos hídricos; D, Formação Campestre; E, Formação florestal; F, Mineração; G, Mosaico de usos; H, Outras áreas não vegetadas; I, Pastagem e J, Silvicultura.

Nota-se que o principal fluxo de transição corresponde à conversão de áreas de pastagem em agricultura, confirmando a tendência de substituição progressiva da pecuária por atividades agrícolas mais intensivas e rentáveis (Zalles *et al.*, 2018; Rademann; Trentin; Robaina, 2019). Além dessa conversão, observam-se, ainda, as transformações de áreas de pastagem em mosaicos de uso, evidenciando a diversificação produtiva e a fragmentação dos remanescentes florestais (Smiraglia *et al.*, 2015; Denga *et al.*, 2025).

A análise das métricas de mudança reforça os padrões observados na matriz de transição. Em termos de ganho, as maiores variações ocorreram nas tipologias de agricultura, formações florestais, pastagem e silvicultura. Apesar disso, as áreas de pastagem registraram o maior percentual de perda entre 1985 e 2024 (Tabela 5).

Tabela 5 - Métricas de transição de uso e cobertura da terra na Região Geográfica Imediata de Lavras/MG.

Tipologia	Persistência (%)	Ganho (%)	Perda (%)	Troca (%)	Mudança líquida (%)
Agricultura	1,03	14,97	0,70	1,40	14,27
Área urbana	0,46	0,75	0,00	0,00	0,75
Corpos hídricos	1,70	0,52	0,45	0,90	0,07
Formação campestre	7,92	1,48	4,40	2,96	-2,92
Formação florestal	10,95	4,34	2,31	4,61	2,03
Mineração	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07
Mosaico de usos	3,34	10,83	6,37	12,74	4,46
Outras áreas não vegetadas	0,02	0,12	0,50	0,23	-0,38
Pastagem	33,27	5,59	26,57	11,18	-20,98
Silvicultura	0,01	2,64	0,01	0,03	2,62
Total	58,70	41,30	41,30	34,06	48,54

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os valores indicam processos de reorganização espacial nos quais determinadas tipologias são substituídas por outras ao longo do território. Esse padrão reflete a redistribuição das atividades produtivas e a reorganização das formas de uso da terra. Na RGIL, os mosaicos de usos, as áreas de pastagem e as formações florestais apresentaram maior representatividade.

As mudanças líquidas representam o saldo final das transformações. Na RGIL, os maiores valores positivos ocorreram nas tipologias de agricultura, mosaico de usos e formações florestais, enquanto as áreas de pastagem e as formações campestres registraram mudanças líquidas negativas. Esses resultados reforçam as transformações discutidas anteriormente, destacando o potencial agrícola e florestal da região.

Regeneração florestal e influência das reservas legais no cenário regional

A expansão das formações florestais na RGIL constitui um aspecto relevante do ponto de vista ambiental. Essa tipologia apresentou crescimento moderado, passando de 13,26% (698,50 km²) em 1985 para 15,29% (805,50 km²) em 2024, com aumento médio de 0,25% (12,41 km²) entre os cenários analisados. Esse padrão indica processos de regeneração da vegetação nativa em diferentes porções do território, mesmo diante da intensificação das atividades agrícolas.

Esse padrão pode estar atrelado a diferentes fatores territoriais e ambientais, como a regeneração natural de áreas agrícolas e a permanência de remanescentes florestais em áreas de menor aptidão às atividades produtivas. Além desses fatores, os resultados indicam que a presença e o cumprimento das determinações dos instrumentos legais de proteção ambiental exercem influência sobre a manutenção dessa tipologia na RGIL. O grau de associação obtido pelo teste qui-quadrado indica significância entre a presença de Reservas Legais e a ocorrência de novas formações florestais ($\chi^2 = 502$; $p < 0,001$). Para as áreas sem Reserva Legal apresentam-se 8,80% de novas formações florestais, enquanto nas áreas com Reserva Legal esse valor alcança 48,10%, indicando assim que a presença de Reservas Legais está associada à maior ocorrência de novas formações florestais na RGIL.

Nesse contexto, a legislação ambiental exerce papel importante ao estabelecer diretrizes para a proteção e a compensação de áreas florestais, contribuindo para a manutenção e a recuperação da cobertura vegetal no território.

Considerações finais

Este artigo apresenta uma análise da transição dos cenários de UCT na RGIL entre 1985 e 2024. De modo geral, a dinâmica entre as tipologias analisadas evidenciou transformações estruturais na organização da paisagem regional, atribuídas principalmente à reestruturação do sistema agropecuário, à diversificação produtiva e à recomposição parcial da cobertura florestal.

Os resultados indicaram que a redução das áreas de pastagem e a expansão das áreas agrícolas correspondem ao principal processo de transformação territorial, refletindo a substituição progressiva da pecuária por sistemas produtivos integrados à produção regional. Paralelamente, a expansão das áreas de mosaico de usos evidencia a diversificação produtiva no espaço rural, além de indicar a possibilidade de formação de novas áreas florestais.

No contexto ambiental, a expansão das formações florestais indica a ocorrência de processos de regeneração vegetal, associados tanto a fatores naturais quanto à influência de instrumentos legais de proteção ambiental. A associação significativa entre a ocorrência de novas formações florestais e a presença de áreas de Reserva Legal reforça o papel da legislação na manutenção e na recuperação da cobertura vegetal na RGIL.

Assim, os resultados confirmam a hipótese de que as transformações antrópicas ao longo do período analisado acarretaram mudanças relevantes nas tipologias de UCT. Tratando-se das áreas de formação florestal, observa-se o aumento líquido de 2,03% da área, entretanto, esta tipologia também sofreu reduções ao longo do período, demonstrando que, as transições de UCT são mais complexas do que uma relação de perda e ganho, envolvendo outros processos como substituição, recomposições e redistribuição espacial ao longo dos cenários analisados. No caso da RGIL, a transição das tipologias de formação florestal pode indicar uma reorganização produtiva regional associada a mecanismos de conservação ambiental.

Por fim, a compreensão das transições de UCT constitui um importante subsídio para o planejamento e a gestão territorial regional, especialmente em áreas inseridas no bioma Mata Atlântica. Nesse sentido, recomenda-se a incorporação de análises espaciais em escalas cartográficas mais detalhadas, bem como a inclusão de outras variáveis explicativas, como fatores socioeconômicos e ambientais, a fim de aprofundar a compreensão dos processos que condicionam tais transformações.

Os autores reconhecem as limitações cartográficas dos dados utilizados. Os produtos elaborados pelo MapBiomass e disponibilizados em resolução espacial de 30 metros, apresentam um desafio metodológico na diferenciação das tipologias de pastagem, agricultura e mosaico de usos, principalmente em áreas rurais. Sendo assim, é importante ressaltar que, apesar desses fatores, esses dados constituem-se uma fonte de informações gratuitas, úteis e confiáveis para análises espaciais em escalas geográficas amplas ao longo do tempo.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (PPGG-IGC-UFMG) e ao Laboratório de Estudos Territoriais (LESTE) pelo suporte logístico. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, por financiar a pesquisa de doutorado, processo número 88887.884160/2023-00.

REFERÊNCIAS

ADNAN, M.S.G *et al.* The effects of changing land use and flood hazard on poverty in coastal Bangladesh. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 99, p. 1-12, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104868>. Acesso em: 03 jul. 2024.

ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; SCOPEL, I. Análise da evolução temporal do uso e cobertura da terra na bacia do Ribeirão da Laje, no sudoeste de Goiás, de 1987 a 2017. **Caminhos de Geografia**, [S.L.], v. 21, n. 74, p. 01-20, 27 abr. 2020. PPUFU - Portal de Periódicos da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg217442492>. Acesso em: 03 mar. 2026.

ARRAZ, R. M.; MARQUES, E. E.; RIBEIRO, L. S. Análise da dinâmica temporal do uso e ocupação do solo no município de Conceição do Araguaia-PA (1985-2020). **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 11, n. 8, p. 1-12, 23 jun. 2022. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.31026>. Acesso em: 03 jul. 2024.

ARYAL, J.; SITAULA, C.; FRERY, A. C. Land use and land cover (LULC) performance modeling using machine learning algorithms: a case study of the city of Melbourne, Australia. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-12, 19 ago. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-023-40564-0>.

BACHA, C. J. C. A expansão da silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, 45 (1) p. 145-168. Jan/mar. 1991. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/509/7641> Acesso em: 09 set. 2024.

- BEROHO, M. *et al.* Future Scenarios of Land Use/Land Cover (LULC) Based on a CA-Markov Simulation Model: case of a mediterranean watershed in morocco. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 1162, 20 fev. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs15041162>. Acesso em: 22 out. 2024.
- BORGES, G. F.; RAJÃO, R. G. L. Projeto Radam: (re)descobrimo o projeto de sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento da Amazônia. **Revista Fsa**, [S.L.], v. 13, n. 6, p. 3-17, 1 nov. 2016. Revista FSA. <http://dx.doi.org/10.12819/2016.13.6.1>. Acesso em: 02 out. 2024.
- BORGES, V. S.; OLIVEIRA, W. N. Análise Multitemporal Do Uso E Cobertura Do Solo Da Bacia Hidrográfica Do Rio Meia Ponte. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil (Reec): Desenvolvimento, tecnologia e ambiente**, Goiânia, v. 17, n. 1, p. 79-93, dez. 2021. <https://doi.org/10.5216/reec.V17i1.68192>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- BRASIL. **Decreto nº 6.514**, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Brasília, 22 jul. 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 21 out. 2024.
- BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 25 mai. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 21 out. 2024.
- BREGAGNOLI, M.; RIBEIRO NETO, J. F (org.). **Café nas montanhas**: caracterização da cafeicultura na área de atuação da cooperativa regional de cafeicultores em Guaxupé. Pouso Alegre: Instituto Federal do Sul de Minas, 2017. 172 p.
- CHEN, J. *et al.* Assessing Land-Use Conflict Potential and Its Correlation with LULC Based on the Perspective of Multi-Functionality and Landscape Complexity: the case of chengdu, china. **Land**, [S.I.], v. 742, n. 12, p. 1-15, 25 mar. 2023. <https://doi.org/10.3390/land12040742>. Acesso em: 03 jul. 2024
- DENGA, R. V. *et al.* Spatiotemporal Patterns of Agriculture Expansion Intensity and Land-Use/Cover Changes in the Mixed Urban-Rural Upper Kafue River Basin of Zambia (1989–2019). **Agriculture**, [S.L.], v. 15, n. 10, p. 1047, 12 maio 2025. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture15101047>. Acesso em: 03 mar. 2026.
- FONTANA, A. G. **Mapeamento temporal e predição da área da mancha urbana da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS, utilizando geotecnologias e sensores remotos**. 2022. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2022.
- FRANCISCO, P. R. M *et al.* Dinâmica temporal da cobertura e uso das terras do estado da Paraíba utilizando Mapbiomas©. **Revista Geama: Ciências Ambientais e Biotecnologia**, Recife, v. 9, n. 3, p. 57-66, nov. 2023. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/5442>. Acesso em: 24 jun. 2024.

FREITAS, S. R.; HAWBAKER, T. J.; METZGER, J. P. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology And Management**, [S.L.], v. 259, n. 3, p. 410-417, jan. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.10.036>. Acesso em: 11 ago. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017 - Resultados definitivos**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 mai. 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2017. 82 p.

JÚNIOR, A. C. R. A.; JÚNIOR, S. S. T. Uso e cobertura do solo para o planejamento urbano, Boa Vista, Roraima, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 36-55, abr. 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3371/337150414004.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2024.

KLEIN, W. L. *et al.* Características ambientais da microbacia hidrográfica do rio São Luiz para subsidiar o planejamento sustentável da piscicultura. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S.L.], v. 15, n. 10, p. 10139-10158, 4 out. 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.55905/cuadv15n10-009>. Acesso em: 04 jul. 2024

MAPBIOMAS. - **Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo**. 2026. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 03 fev. 2026.

MELLO, K de *et al.* Multiscale land use impacts on water quality: assessment, planning, and future perspectives in brazil. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 270, p. 110879, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879>.

MENDES, I. A. S.; COSTA, A. M. Mudança Temporal No Uso E Cobertura Da Terra Na Bacia Do Alto Rio Das Velhas. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.L.], v. 55, p. 154, 16 nov. 2022. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v55i0.82190>. Acesso em: 04 jul. 2024.

MINAS GERAIS (Estado). **Lei nº 20.922**, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no estado. Belo Horizonte, MG, 16 out. 2013. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/20922/2013/?cons=1>. Acesso em: 21 out. 2024.

MUCHAILH, M. C. *et al.* Aprimoramento do mapeamento de áreas estratégicas para a conservação e restauração da biodiversidade no estado do Paraná. **Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 1-21, 8 abr. 2024. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv7n2-009>. Acesso em: 04 jul. 2024.

OLIVEIRA, L. D *et al.* TRANSIÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA EM DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA SAVANA BRASILEIRA. **Brazilian Geographical Journal**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 4-27, 30 dez. 2024. PPUFU - Portal de Periódicos da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/bgj-v15n2-a2024-73543>.

OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. Uso e cobertura do solo em áreas semiáridas do nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v. 28, n. 1, p. 120-133, jun. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/download/228940/23350>. Acesso em: 03 jul. 2024.

PONTIUS, R. G.; SHUSAS, E.; MCEACHERN, M. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.L.], v. 101, n. 2-3, p. 251-268, fev. 2004. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>. Acesso em: 03 jul. 2026.

RENZEL, B. Remote sensing-based quantification of land-cover and land-use change for planning. **Progress In Planning**, [S.L.], v. 61, n. 4, p. 281-299, maio 2004. Elsevier BV.

[http://dx.doi.org/10.1016/s0305-9006\(03\)00065-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0305-9006(03)00065-5). Acesso em: 05 jul. 2025.

RADEMANN, L. K.; TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. Série histórica do uso e ocupação da terra no município de Cacequi – RS de 1986 a 2016. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v. 9, n. 1, p. 35-49, [s.i.], 2019. Disponível em:

<https://periodicos.ufff.br/index.php/geografia/article/download/29256/19969>. Acesso em: 21 out. 2024.

SMIRAGLIA, D. *et al.* Unraveling Landscape Complexity: land use/land cover changes and landscape pattern dynamics (1954-2008) in contrasting peri-urban and agro-forest regions of northern Italy. **Environmental Management**, [S.L.], v. 56, n. 4, p. 916-932, 15 maio 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-015-0533-x>.

ROSA, M. R. **Metodologia de classificação de uso e cobertura da terra para análise de três décadas de ganho e perda anual da cobertura florestal nativa na Mata Atlântica**.

2020. 293 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia Física, Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2020. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-16072021-150114/en.php>. Acesso em: 25 out. 2024.

SAMPAIO, S. A.; OLIVEIRA, R. C.; SOUZA, S. O. Dinâmica de uso e ocupação das terras na Região Costa do Dendê, estado da Bahia, BRASIL, entre 1985 e 2023: uma análise dos reflexos socioeconômicos e ambientais em escala regional. **Caminhos de Geografia**, [S.L.], v. 25, n. 99, p. 114-132, 4 jun. 2024. PPUFU - Portal de Periódicos da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg259970407>. Acesso em: 03 jul. 2024

SANTOS, P. M.; BOHRER, C. B. A.; NASCIMENTO, M. T. Impactos das mudanças de uso e cobertura da terra em fitofisionomias da Mata Atlântica. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 1-23, nov. 2024. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20220060r1vu2023L1AO>. Acesso em: 24 jun. 2024.

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **IDE-SISEMA**. 2026. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SILVA, E. O.; RAUBER, A. L. Evolução da cobertura e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Jari entre os anos de 1990 e 2020. **Revista Ciência Geográfica**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 84-100, 8 mar. 2024. Universidade Estadual do Maranhão. <http://dx.doi.org/10.18817/26755122.28.1.2024.3630>.

SOUZA, A. A. **Dinâmicas da urbanização no interior nordestino: patos e sua região geográfica imediata**. 2023. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

SOUZA, 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**, [S.L.], v. 12,

n. 17, p. 2735, 25 ago. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs12172735>. Acesso em: 10 out. 2024.

ULLAH, W. *et al.* Land use land cover and land surface temperature changes and their relationship with human modification in Islamabad Capital Territory, Pakistan. **Brazilian Journal Of Biology**, [S.L.], v. 84, n. 1, p. 1-12, 2024. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.281700>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ZALLES, V. *et al.* Near doubling of Brazil's intensive row crop area since 2000. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 116, n. 2, p. 428-435, 17 dez. 2018. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1810301115>. Acesso em: 12 mai. 2026.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Thiago Gonçalves Santos - Concepção. Coleta de dados, Análise de dados, Elaboração do manuscrito, revisão e aprovação da versão final do trabalho

Max Paulo Rocha Pereira – Concepção. Participação ativa da discussão dos resultados; Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

Ricardo Alexandrino Garcia – Concepção. Participação ativa da discussão dos resultados; Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

FINANCIAMENTO

Formação com bolsa financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) na modalidade doutorado processo de número 88887.884160/2023-00. Comprovação anexada como documentos suplementares.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 16-07-2025

Aprovado em: 21-06-2026

Publicado em: 21-08-2026