DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

Fernando Vítor Andrade Santos[1]; Ronaldo Guilherme Santos Lima[2], Vania Elisabete Schneider[3] & Ludmilson Abritta Mendes[4]

RESUMO – A expansão agrícola tem sido um dos mais relevantes transformadores da paisagem no Brasil, especialmente no Cerrado, onde a região do MATOPIBA se destaca como importante fronteira da agricultura. Este estudo avaliou as alterações provenientes do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Grande, entre os anos de 1985 e 2024. Foram utilizados dados da coleção 10 do MapBiomas e processamento de dados por meio do *software* QGIS. Com o intuito de ampliar a quantificação sobre as mudanças antrópicas da paisagem, foi aplicado, ainda, o grau de hemerobia. Os resultados evidenciaram que ocorreu uma redução expressiva da Formação Savânica em 27,98% (de 78,02% a 56,19%), associada a um aumento das áreas agrícolas, especialmente a soja e a pastagem, que se intensificaram em 397.880% e 124%, respectivamente. Além desses resultados, o índice de hemerobia cresceu de 2,41 em 1985 para 3,11 em 2024, evidenciando que ocorreram mudanças na paisagem da região. Esses resultados demonstram que existe uma pressão antrópica na bacia, possivelmente decorrente do avanço do agronegócio, potencializando os impactos sobre os serviços ambientais e recursos hídricos da bacia do rio Grande.

ABSTRACT – Agricultural expansion has been one of the most significant drivers of landscape transformation in Brazil, especially in the Cerrado, where the MATOPIBA region stands out as an important agricultural frontier. This study evaluated the changes resulting from land use and land cover in the Grande River basin between 1985 and 2024. Data from MapBiomas Collection 10 were used, with data processing carried out using QGIS software. In order to further quantify anthropogenic changes in the landscape, the degree of hemeroby was also applied. The results showed a significant reduction of 27.98% in Savanna Formation (from 78.02% to 56.19%), associated with an increase in agricultural areas, especially soybean and pasture, which intensified by 397,880% and 124%, respectively. In addition to these results, the hemeroby index increased from 2.41 in 1985 to 3.11 in 2024, indicating that changes have occurred in the region's landscape. These results demonstrate that there is anthropogenic pressure on the basin, possibly due to the advance of agribusiness, which increases the potential impacts on the environmental services and water resources of the Grande River basin.

Palavras-Chave – Cerrado; Expansão agrícola; Hemerobia

[1]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99153-9346, fvitor.fva@gmail.com
[2]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99854-387, ronaldomuri424@gmail.com
[3]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (54), 98166-0614, veschnei@ucs.br
[4]) Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99191-0409, lamendes@academico.ufs.br

1. INTRODUÇÃO

O avanço da agricultura, atrelado ao crescimento populacional e ao aumento da produção de alimentos e de commodities, são potenciais transformadores da paisagem mundial (Kadir *et al.*, 2025). No Brasil, esse processo tem se intensificado pela expansão agrícola, ocasionando significativas alterações na cobertura e uso do solo (Silveira *et al.*, 2022; Nwaogu *et al*., 2025). Especialmente no Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, essas práticas ocorrem com frequência, decorrentes de desmatamento e transformação de vegetação nativa em áreas agrícolas (Morales *et al*., 2026).

A região do MATOPIBA, composta pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, está vivenciando esse cenário de intenso desenvolvimento das atividades agrícolas nas últimas décadas, especialmente no oeste baiano, onde extensas áreas de vegetação nativa têm sido substituídas pela soja e pela silvicultura (Martins *et al*., 2024). Inserida nessa região, está a bacia do rio Grande, um dos principais afluentes do rio São Francisco, o qual é responsável pelo abastecimento hídrico do Brasil e pelo desenvolvimento da agricultura irrigada na região (CBHSF, 2016).

Essas transformações na cobertura e uso do solo representam um potencial redutor das vegetações nativas do Cerrado, comprometendo o funcionamento hidrológico, aumentando o escoamento superficial e alterando a dinâmica dos aquíferos (Ricardo *et al.*, 2025). A análise do uso e ocupação do solo é aprimorada por técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, que auxiliam na compreensão da dinâmica espacial e temporal das atividades humanas sobre a paisagem (Rafael *et al.*, 2025). Um indicador essencial para a avaliação do grau de interferência antrópica sobre a paisagem é o conceito de hemerobia (Jalas, 1955). Essa ferramenta classifica os ambientes em uma escala de influência humana, por meio da catalogação de categorias de acordo com o impacto na paisagem (Walz e Stein, 2014). Essa análise permite complementar a análise do uso e ocupação do solo, subsidiando estudos de conservação e preservação de áreas naturais e possíveis correlações entre variáveis climáticas, uso do solo e ação humana.

O presente estudo objetivou avaliar a evolução espaço-temporal do uso e cobertura do solo e da antropização da bacia hidrográfica do rio Grande entre os anos de 1985 e 2024.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A região de estudo é a bacia hidrográfica do rio Grande, um dos principais afluentes do rio São Francisco no oeste baiano (Figura 1), a qual apresenta uma área de drenagem de 82023 km².

A região está inserida no MATOPIBA e sua área é predominante agrícola, considerada uma importante fronteira de agricultura no Brasil, que vem passando por intensas transformações decorrentes do uso e ocupação do solo (Nepomoceno; Carniatto, 2022; Ferraz *et al*., 2026).

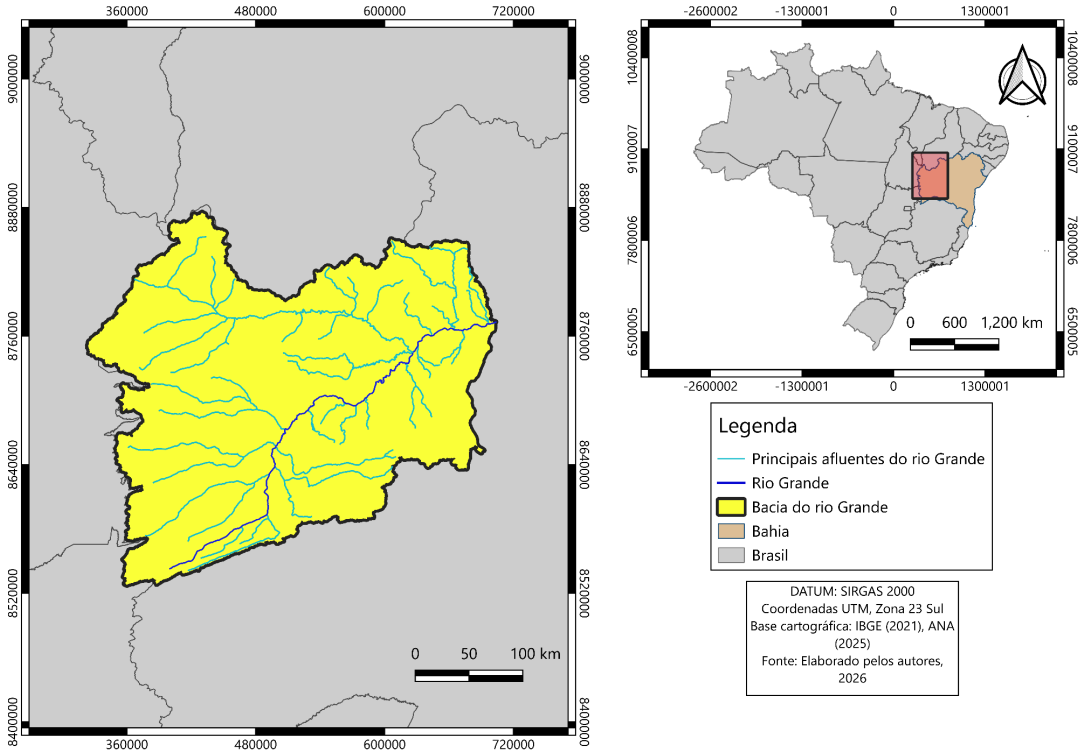


Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Grande; Fonte - Autores (2026)

2.2 Análise do uso e ocupação do solo

A análise do uso e ocupação do solo representa papel fundamental na compreensão de fatores ambientais e antrópicos nas regiões (Muringaniza *et al.*, 2025). Os dados para esse estudo foram obtidos por meio da coleção 10 da plataforma do MapBiomas (2025), do período de 1985 a 2024. Para classificar os diferentes tipos de cobertura, foram consideradas as cores e os códigos disponibilizados pela coleção. Nesse estudo, foram analisados os anos de 1985, 2005 e 2024, a fim de evidenciar, de forma precisa , as transformações na paisagem ao longo do tempo.

Para elaborar os mapas de uso e cobertura do solo, os dados do MapBiomas foram processados no software QGIS (2026). Nesse ambiente, foi feito o recorte da bacia hidrográfica, a identificação e quantificação das áreas de cada uma das classificações de uso e ocupação do solo. Esses valores foram convertidos em termos percentuais, em relação à área total da bacia, referente a cada tipo de classe.

2.3 Grau de Hemerobia

Com o intuito de ampliar a investigação sobre o uso e ocupação do solo e suas consequências ambientais, aplicou-se o grau de hemerobia para avaliar o impacto da transformação da paisagem (Jalas, 1955). Walz e Stein (2014) aplicaram essa metodologia, com adaptações, para mensurar o grau de alteração antrópica sobre a paisagem da Alemanha. O índice é dividido em sete níveis, variando de impacto quase nulo a excessivamente forte. Essa ferramenta foi relacionada às classes da coleção 10 do MapBiomas, conforme apresentado no Quadro 1, seguindo as recomendações de Walz e Stein (2014).

Quadro 1 - Adaptação da legenda do MapBiomas à classificação hemerobiótica

Impacto humano	**Classes do MapBiomas**	**Escala**	**Classificação hemerobiótica**
Quase nulo	Afloramento Rochoso	1	Ahemerobiótico
Fraco	Formação Florestal; Formação Savânica; Campo Alagado e Área Pantanosa; Praia, Duna e Areal; Rio, Lago e Oceano	2	Oligohemerobiótico
Moderado	Formação Campestre; Silvicultura	3	Mesohemerobiótico
Moderadamente forte	Pastagem; Aquicultura	4	β-euhemerobiótico
Forte	Soja Mosaico de Usos; Cana; Café; Outras Lavouras Temporárias; Outras Lavouras Perenes; Algodão	5	α-euhemerobiótico
Muito forte	Usina Fotovoltaica; Outras Áreas não Vegetadas	6	Polihemerobiótico
Excessivamente forte	Área Urbanizada	7	Metahemerobiótico

Fonte - Adaptado de Walz e Stein, 2014

O grau de hemerobia foi calculado com base na equação 1, descrita por Walz e Stein (2014):

$$M_2 = \sum_{h=1}^{n} f_n * h \quad (1)$$

em que:

M_2 = Índice de hemerobia;

n = Número de graus de hemerobia (n = 7);

h = Valor do grau de hemerobia (h = 1,2,3,4,5,6,7);

f_n = Proporção da área de cada categoria em relação a área total.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em 1985, a bacia do rio Grande era predominantemente coberta por vegetação nativa, com a Formação Savânica ocupando a maior parte do território (Figura 2). Ao longo dos anos, observou-se uma expansão progressiva das áreas agrícolas, especialmente a partir dos anos 2000, período que coincide com a consolidação do oeste baiano como fronteira agrícola nacional (Ferraz *et al*., 2026). No último ano de análise, a bacia apresentou uma intensa atividade de agricultura, principalmente de cultivos como a soja.

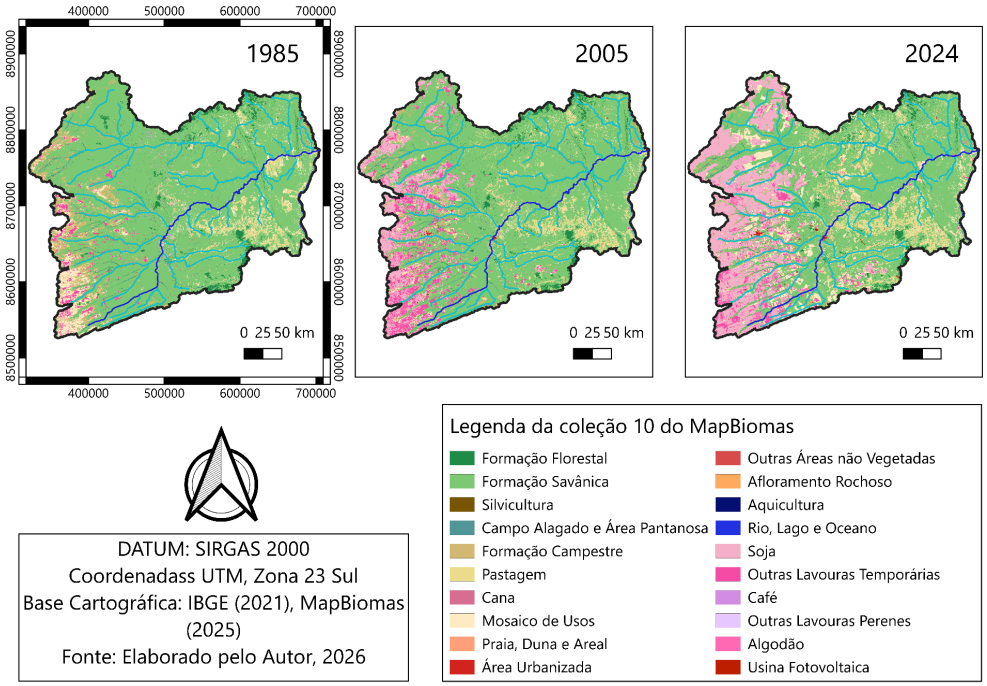


Figura 2 - Evolução do uso e ocupação na Bacia hidrográfica do rio Grande; Fonte - Autores (2026)

Esse comportamento observado evidencia modificações no uso e cobertura do solo ao longo dos últimos anos, possivelmente associado à expansão do agronegócio na região do MATOPIBA e da alta demanda por commodities, impulsionado pela ascensão da China como potência mundial e pelo aumento de suas interações econômicas com o Brasil (Brandão; Vogt, 2020). A disponibilidade de áreas favoráveis ao plantio, especialmente da soja, condições climáticas, modernização agrícola e valorização das commodities tornam possível a substituição da vegetação do Cerrado por cultivos agrícolas, com destaque para a cultura irrigada (Oliveira, 2018). Sendo constatada as intensas modificações relacionadas ao uso e ocupação do solo e à redução da cobertura vegetal da região, acende um alerta a respeito das possíveis alterações hidrológicas e climáticas, assim como observado por Silva *et al.* (2023) no oeste baiano. Dessa forma, a redução da vegetação, pode gerar um potencial aumento do escoamento superficial e das temperaturas (Kumar *et al.*, 2022).

Os resultados mais expressivos são a diminuição gradativa da formação savânica, com redução percentual de 27,98% e da formação campestre em 80,47%, comparando os anos de 1985 e 2024. Outras classes como formação florestal; campo alagado e área pantanosa; rio, lago e oceano; café e outras lavouras perenes sofreram reduções, mas não tão expressivas quanto a perda da vegetação nativa. Classes como a silvicultura; pastagem; mosaicos de usos; área urbanizada e a soja aumentaram ao longo dos anos (Tabela 1).

Destacam-se a soja e a pastagem com valores mais significativos, tendo aumentos percentuais de 397.880% e de 124%, respectivamente, comparando 2024 a 1985. Esse fenômeno pode estar associado ao valor comercial que a soja ganhou no mercado, diante da demanda pelas commodities, estimulando a expansão agrícola e promovendo o Brasil entre os principais exportadores mundiais de grãos (Gao *et al.*, 2025). As outras classes não sofreram alterações expressivas em relação à dimensão total da bacia. Na Tabela 1 está descrito a variação percentual do uso e ocupação do solo ao longo do estudo.

Tabela 1: Percentual das classes de uso e ocupação do solo do MapBiomas

Classes (Código)	Anos		
	1985	**2005**	**2024**
Formação Florestal (3)	2,77	2,58	2,39
Formação Savânica (4)	78,02	71,02	56,19
Silvicultura (9)	0,00	0,02	0,09
Campo Alagado e Área Pantanosa (11)	0,87	0,83	0,82
Formação Campestre (12)	5,07	1,71	0,99
Pastagem (15)	3,69	5,89	8,23
Mosaico de Usos (21)	6,49	3,79	9,03
Praia, duna e areal (23)	0,02	0,02	0,02
Área urbanizada (24)	0,05	0,12	0,20
Outras áreas não vegetadas (25)	0,22	0,27	0,24
Afloramento Rochoso (29)	0,01	0,01	0,01
Aquicultura (31)	-	-	0,00
Rio, lago e oceano (33)	0,24	0,20	0,20
Soja (39)	0,00	7,23	17,13
Outras lavouras temporárias (41)	1,89	5,83	3,11
Café (46)	0,41	0,21	0,17
Outras lavouras perenes (48)	0,24	0,04	0,12
Algodão (62)	-	0,24	1,04
Usina Fotovoltaica (75)	-	-	0,02

Fonte - Autores, 2026

Observou-se também que a vegetação nativa está sendo gradativamente reduzida por meio da intensificação da atividade antrópica. A Figura 3 evidencia as transformações ocorridas no oeste baiano a partir da utilização do conceito de hemerobia. Foi observado um crescimento expressivo das classes moderadamente forte (4) e forte (5), em consonância com a diminuição das classes de impacto fraco (2) e moderado (3). Esse resultado pode estar associado a substituição da vegetação pelo avanço da agricultura, como observado pelo uso e ocupação do solo. Tal pensamento corrobora com os estudos de Silva *et al.* (2023) ao demonstrarem que o oeste baiano sofreu alterações significativas da paisagem, diante da influência humana na região. Ocorreu uma expansão do grau excessivamente forte, o que pode estar relacionado ao desenvolvimento da área urbana da região, possivelmente estimulado pela alta demanda agrícola na Bahia.

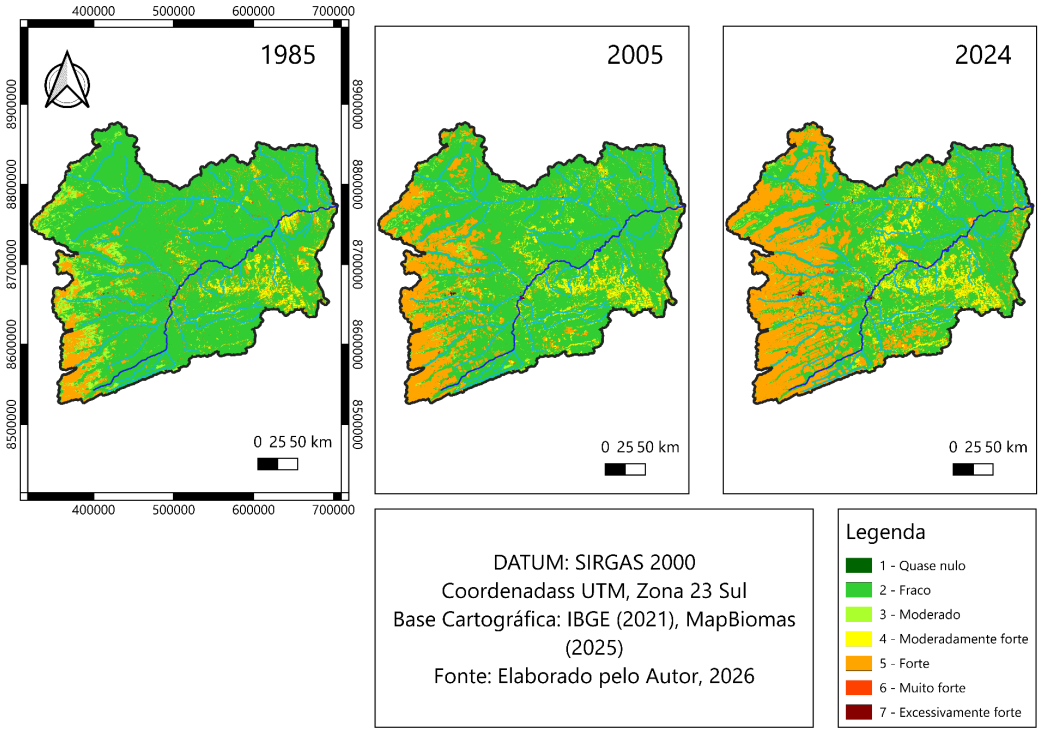


Figura 3 - Evolução da hemerobia na Bacia hidrográfica do rio Grande; Fonte - Autores (2026)

A bacia não apresentou elevado grau de hemerobia, por ser majoritariamente composta por formações savânicas, o que tende a se aproximar de um grau de hemerobia mais próximo dessa categoria (2). Entretanto, observou-se que esse índice aumentou de 1985 a 2024, com uma evolução percentual de 29,38%. Os resultados mais expressivos mostram que a classe de impacto fraco (2) teve redução percentual de 27,23% e a de impacto moderado (3) reduziu um percentual de 78,79%. A classe quase nulo se manteve praticamente constante ao longo dos anos. Essa redução de classes com impacto menor do ser humano mostra que a bacia está sendo transformada pelas ações antrópicas decorrentes da evolução agrícola por meio da substituição da vegetação nativa.

Esse processo é percebido pelo aumento percentual das classificações moderadamente forte (4) e excessivamente forte (7) de 123% e 332,91%, respectivamente. A Tabela 2 apresenta as áreas correspondentes a cada classificação hemerobiótica, bem como o valor do Grau de hemerobia para cada ano analisado.

Tabela 2 - Áreas dos índices hemerobióticos e Graus de hemerobia

	Área (Km²)		
H	**1985**	**2005**	**2024**
1	10,59	10,59	10,68
2	67194,69	61225,67	48900,67
3	4160,68	1423,13	882,35
4	3027,46	4833,49	6751,37
5	7407,68	14211,08	25095,97
6	183,75	223,04	217,66
7	37,89	95,73	164,03
Grau de hemerobia	2,41	2,67	3,11

Fonte - Autores, 2026

Vale ressaltar que as atividades se desenvolvem próximas aos cursos d'água e suas margens, podendo gerar impactos sociais, ambientais e hídricos. Essa preocupação é ainda mais relevante visto à presença do Sistema Aquífero Urucuia, sendo uma das principais reservas hídricas subterrânea que abastece e contribui para a regulação das vazões dos principais rios da região, incluindo o rio Grande (Gonçalves; Chang, 2017). Sendo assim, a expansão agrícola e o aumento das atividades antrópicas podem modificar a dinâmica hidrológica da bacia, impactando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, os diversos usos da água e a conservação ecossistêmica.

4. CONCLUSÕES

A análise do uso e ocupação do solo revela que a bacia do rio Grande está sofrendo mudanças significativas em seu território. Esses resultados são decorrentes do avanço agrícola em conjunto com ações antrópicas modificadoras da paisagem. Um dos principais fatores que evidencia essas alterações é a redução expressiva da vegetação nativa, diminuição da formação savânica, em conjunto com a intensa expansão das áreas agrícolas, especialmente de culturas temporárias, como a soja. Além disso, o aumento gradativo do grau de hemerobia corrobora os indícios de alterações antrópicas na bacia, especialmente a partir dos anos de 2000, com a consolidação do oeste baiano como fronteira agrícola do Brasil.

Essas transformações representam uma ameaça potencial aos serviços ambientais e aos recursos hídricos da bacia. Estudos futuros poderiam incluir dados climáticos e hidrológicos para que possam servir de auxílio na compreensão das relações do uso e ocupação do solo e da ação antrópica como a Precipitação, Vazão, Temperatura e Evapotranspiração, garantindo subsídios para políticas públicas voltadas à conservação da vegetação nativa e à gestão sustentável dos recursos hídricos da região.

AGRADECIMENTO - Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para a realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Juliana Carvalho; VOGT, Camila Moura. Os efeitos macroeconômicos do superciclo de commodities e a influência da China na economia brasileira. Revista Tempo do Mundo, Brasília, n. 24, p. 283–318, 2020. DOI: 10.38116/rtm24art10.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: 2016-2025. Brasília: CBHSF, 2016. Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/plano-de-recursos-hidricos-da-bacia-hidrografica-do-rio-sao-francisco. Acesso em: 27 maio 2026.

FERRAZ, L. L.; SANTOS, C. A. S.; DE JESUS, R. M. Increasing climatic and anthropogenic pressure on the Matopiba agricultural frontier and its impacts on water resources: a case study of the Corrente River Basin. Theoretical and Applied Climatology, v. 157, art. 288, 2026. DOI: 10.1007/s00704-026-06226-7.

GAO, Yuning et al.. Accounting for commodity carbon footprints at the sub-national level: A case study of soybean exports from Brazil to China. World Development Sustainability, v. 7, p. 100238, 2025. DOI: 10.1016/j.wds.2025.100238.

GONÇALVES, Roger Dias; CHANG, Hung Kiang. Modelo hidrogeológico do Sistema Aquífero Urucuia na bacia do rio Grande (BA). Geociências, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 205–220, 2017.

Jalas J. (1955) Hemeroby and Hemerochore of Plant Species. A Terminological Reform Effort. Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica, 72, 1.

KUMAR, Mukesh et al. Understanding land use/land cover and climate change impacts on hydrological components of Usri watershed, India. Applied Water Science, v. 12, art. 39, 2022. DOI: 10.1007/s13201-021-01547-6.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas — Coleção 10 dos Mapas Anuais de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org. Acesso em: 10 out. 2025.

MARTINS, Minella Alves et al. Long-term sustainability of the water-agriculture-energy nexus in Brazil's MATOPIBA region: a case study using system dynamics. *Ambio*, v. 53, n. 12, p. 1722–1736, 2024. DOI: 10.1007/s13280-024-02058-9.

MORALES, Adriano Barasal; LAURINI, Márcio P.; DOU, Yue. Unveiling Cerrado deforestation: a comparative analysis among Brazilian states. Land Use Policy, v. 167, p. 108062, 2026. DOI: 10.1016/j.landusepol.2026.108062.

MURINGANIZA, Kudakwashe et al.. Land cover changes in rural communities of Zimbabwe pre and post land reform era; a case of Shurugwi South constituency. South African Geographical Journal, v. 107, n. 1, p. 66–87, 2025. DOI: 10.1080/03736245.2024.2341655.

NEPOMOCENO, Taiane Aparecida Ribeiro; CARNIATTO, Irene. A nova fronteira agrícola do Brasil: um ensaio teórico sobre a insustentabilidade na região do Matopiba. Revista Cerrados, v. 20, n. 1, p. 95–119, 2022. DOI: 10.46551/rc24482692202205.

NWAOGU, Chukwudi et al. Three-decades assessment of land use changes and soil carbon stocks in southeastern Brazil. Environmental Research Communications, v. 7, n. 5, p. 055021, 2025. DOI: 10.1088/2515-7620/add66e.

OLIVEIRA, Gustavo de L. T. Chinese land grabs in Brazil? Sinophobia and foreign investments in Brazilian soybean agribusiness. Globalizations, v. 15, n. 1, p. 114–133, 2018. DOI: 10.1080/14747731.2017.1377374

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Versão 4.0. Open Source Geospatial Foundation, 2026.

RAFAEL, Clélio Rodrigo Paiva et al. GEOPROCESSAMENTO INTEGRADO NO MONITORAMENTO DO USO DO SOLO E DA EXPANSÃO URBANA. Revista de Geopolítica, *[S. l.]*, v. 16, n. 4, p. e736 , 2025. DOI: 10.56238/revgeov16n4-091.

RICARDO, Hugo de Carvalho et al. Agricultural expansion and possible effects on hydrological services: a case study of the MATOPIBA Region, Brazil. Ecohydrology & Hydrobiology, v. 25, n. 4, p. 100693, 2025. DOI: 10.1016/j.ecohyd.2025.100693.

SILVEIRA, Júlia Graziela da et al. Land use, land cover change and sustainable intensification of agriculture and livestock in the Amazon and the Atlantic Forest in Brazil. Sustainability, v. 14, n. 5, p. 2563, 2022. DOI: 10.3390/su14052563.

SOUZA DA SILVA, L. S.; FARIAS DE SOUSA, L.; MOTA DE JESUS, R. M.; SILVA SANTOS, C. A.; ROCHA, F. A.; FERRAZ, L. L. Assessment of changes in land use and occupation on the hydrological regime of a basin in the west of Bahia. Journal of South American Earth Sciences, v. 123, art. 104218, 2023. DOI: 10.1016/j.jsames.2023.104218

WALZ, Ulrich; STEIN, Christian. Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. Journal for Nature Conservation, v. 22, n. 3, p. 279–289, 2014. DOI: 10.1016/j.jnc.2014.01.007.