XVIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
XVIII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

MUDANÇAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA SUB-BACIA DO RIO DO SONO, TOCANTINS

Thalita Rodrigues Santos Lima[1]; Fernando Vitor Andrade Santos[2]; Marcela Matos Silva Santos[3]; Elizangela Santos Ferreira[4]; Ronaldo Guilherme Santos Lima[5]; Larissa Santos Xavier[6]; Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas[7]; Marcus Aurélio Soares Cruz[8] ; Ludmilson Abritta Mendes[9] & Vania Elisabete Schneider[10]

RESUMO – As mudanças no uso e na ocupação do solo influenciam o funcionamento hidrológico das bacias hidrográficas, podendo modificar seus processos naturais ao longo do tempo. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a evolução da evapotranspiração da sub-bacia do Rio do Sono, entre 1985 e 2022, e sua relação com as transformações ocorridas na cobertura do solo. Para isso, foram utilizados dados de precipitação, vazão e uso e cobertura do solo, e a evapotranspiração foi estimada com base no balanço hídrico simplificado. Os resultados evidenciaram que, apesar da relativa estabilidade dos índices pluviométricos, houve redução gradual das vazões e aumento da evapotranspiração, indicando alterações no balanço hídrico da sub-bacia. Paralelamente, observou-se a redução das áreas de vegetação nativa, associada à expansão das atividades agropecuárias, com destaque para o crescimento das áreas de pastagem e de cultivo de soja. Igualmente constatou-se a diminuição das superfícies hídricas ao longo do período analisado, sugerindo possíveis reduções na disponibilidade hídrica da sub-bacia. O estudo reforça a necessidade de monitoramento das mudanças na paisagem para o planejamento territorial e o manejo que promovam o uso sustentável do solo e a conservação dos recursos hídricos nessa sub-bacia.

ABSTRACT– Changes in land use and occupation influence the hydrological functioning of river basins, potentially modifying their natural processes over time. In this context, the present study aimed to analyze the evolution of evapotranspiration in the Rio do Sono sub-basin between 1985 and 2022, and its relationship with changes in land cover. For this purpose, precipitation, flow, and land-use and land-cover data were used. Evapotranspiration was estimated based on a simplified water balance. The results showed that despite the relative stability of rainfall indices, there was a gradual reduction in flow rates and an increase in evapotranspiration, indicating changes in the sub-basin's water balance. Simultaneously, a reduction in native vegetation areas was observed, associated with the expansion of agricultural activities, particularly the growth of pasture areas and soybean

[1] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99630-1607, thatali18@gmail.com
[2] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99153-9346, fvitor.fva@gmail.com
[3] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99939-0207, engenheiramarcela@yahoo.com.br
[4] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99686-0359, eng.ellyferreira@gmail.com
[5] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99854-387, ronaldomuri424@gmail.com
[6] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99842-8840, xavierlarissa2@gmail.com
[7] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99155-1776, aatlucas@academico.ufs.br
[8] Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju – SE, (79) 99182-9592, marcus.cruz@embrapa.br
[9] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (79) 99191-0409, lamendes@academico.ufs.br
[10] Universidade Federal de Sergipe, Av. Marcelo Deda Chagas, Rosa Elze, São Cristovão – SE, (54), 98166-0614, veschnei@ucs.br

cultivation. A decrease in water surfaces was also noted throughout the analyzed period, suggesting possible reductions in water availability in the sub-basin. The study reinforces the need to monitor landscape changes for territorial planning and management that promote sustainable land use and water resource conservation in the Rio do Sono sub-basin.

Palavras-Chave – Bacias Hidrográficas; Cerrado; Monitoramento Ambiental;

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos desempenham um papel fundamental para a sociedade, estando diretamente relacionados ao abastecimento de água, à saúde coletiva, ao desenvolvimento humano e às atividades econômicas (Damke *et al*., 2020; Young *et al*., 2021; Uwitije *et al*., 2026). Entretanto, o crescimento populacional e a intensificação das atividades antrópicas têm exercido pressão crescente sobre esses recursos, comprometendo sua disponibilidade e qualidade ao longo do tempo (Kraeski *et al.,* 2023).

As modificações no uso e na ocupação do solo têm provocado alterações significativas nas áreas naturais (Cardoso *et al.,* 2021), principalmente, em decorrência da expansão das atividades agrícolas e da intensificação dos processos de transformação da paisagem, associados às ações antrópicas e às dinâmicas socioeconômicas (Salmona *et al*., 2023). Além disso, a forma como o solo é utilizado, bem como a cobertura vegetal presente em determinada área, influencia diretamente a dinâmica hidrológica das bacias hidrográficas, afetando o volume de água escoada (regime de vazões), os processos de infiltração, a recarga hídrica e a geração de sedimentos (Perazzolli *et al*., 2013).

Nesse contexto, a evapotranspiração (ET) é um componente essencial do ciclo hidrológico, pois integra processos relacionados à água, à energia, à transpiração das plantas e a dinâmica da vegetação. Esse processo pode ser influenciado tanto pelas mudanças climáticas quanto pelas intervenções humanas associadas ao uso e à ocupação do solo (Li *et al*., 2024; Lima *et al*., 2025; Islam *et al.*, 2026). Diante disso, faz-se necessária a compreensão das transformações no uso e na cobertura do solo e de como isso tem influenciado os processos hidrológicos.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a evapotranspiração e sua relação com as mudanças no uso e na cobertura do solo na sub-bacia do Rio do Sono, no estado do Tocantins, no período de 1985 a 2022. Para isso, foram analisadas as variáveis precipitação, vazão e evapotranspiração, bem como as mudanças nas classes de uso e de cobertura do solo ao longo da série histórica disponível no Mapbiomas, a fim de compreender as implicações dessas mudanças na dinâmica hidrológica da bacia.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Rio Tocantins percorre uma extensão de aproximadamente 1.700 km, distribuídas em três trechos distintos: Alto, Médio e Baixo Tocantins. O Rio do Sono é um afluente do Alto Rio Tocantins, com extensão aproximada de 244 km, apresentando um regime hidrológico bem definido, com período chuvoso de novembro a março e período seco de maio a setembro (Matta, 2000; Torres, 2018). A área de estudo compreendeu um recorte da bacia do Rio do Sono (Sub-bacia do Rio do Sono), no estado de Tocantins (Figura 1). Essa bacia constitui um importante afluente do Rio Tocantins, desempenhando papel relevante na dinâmica hidrológica (IBGE, 2021).

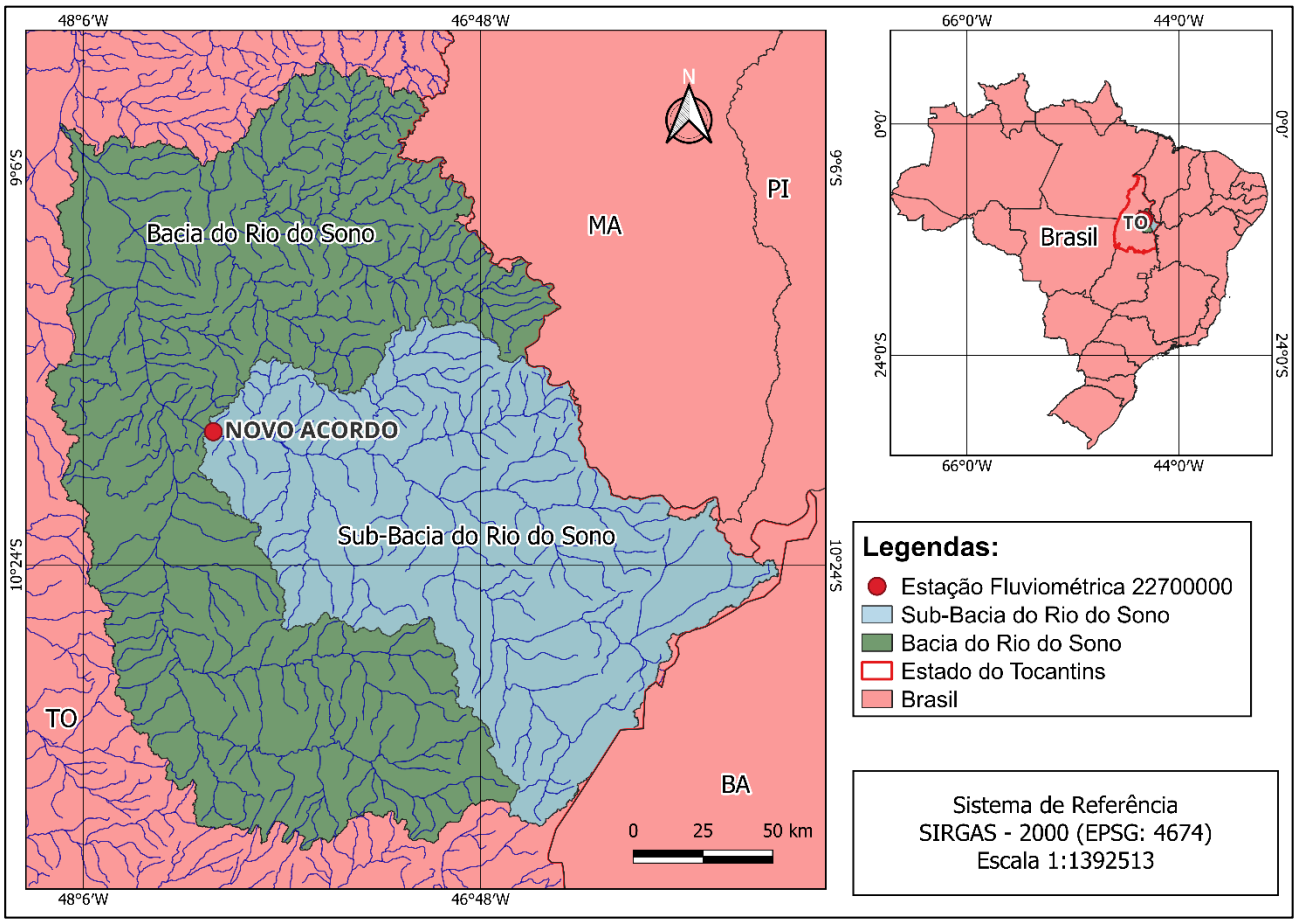


Figura 1 – Mapa de Localização da estação fluviométrica da Sub-Bacia do Rio do Sono, Tocantins, Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE, 2026.

A estação fluviométrica utilizada no presente estudo (Quadro 1) fica localizada no município de Novo Acordo, Tocantins, sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), operada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB).

Quadro 1 – Dados da Estação Fluviométrica

Tipo	Código	Nome da Estação	Latitude	Longitude	Área de Drenagem (km²)
Fluviométrica	22700000	Novo Acordo	-9.9633	-47.6747	18.000

Fonte: ANA, 2026

2.2 OBTENÇÃO DE DADOS HIDROLÓGICOS

A série histórica de vazão utilizada para caracterizar as condições hidrológicas da área de estudo foi obtida no Portal HidroWeb, disponível no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Os dados de precipitação utilizados são oriundos da base *Brazilian Daily Weather Gridded Data* (BR-DWGD), desenvolvida por Xavier *et al*. (2022), com resolução espacial de 0,1° × 0,1°. A evapotranspiração foi estimada pelo método do balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite e Mather (1955), enquanto os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos a partir da plataforma MapBiomas, que disponibiliza séries históricas de uso e cobertura do solo para todo o território brasileiro. A análise compreendeu o período de 1985 a 2022, intervalo que apresentou maior consistência dos dados para o desenvolvimento do estudo.

2.3 ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POR BALANÇO HÍDRICO SIMPLIFICADO

Para o desenvolvimento da análise hidrológica, a evapotranspiração ET da bacia hidrográfica foi estimada com base na equação do balanço hídrico de longo prazo, assumindo-se desprezível a variação do armazenamento hídrico ($\Delta S \approx 0$) em escala anual. Dessa forma, a ET foi obtida pela diferença entre a precipitação (P) e a Vazão (Q), conforme o príncipio da conservação de massa aplicado ao balanço hídrico. Essa simplificação é amplamente empregada em estudos hidrológicos de longo prazo e é consistente com os conceitos gerais de balanço hídrico discutidos por Thornthwaite e Mather (1955). Para a aplicação dessa metodologia, foi necessária a compatibilização das unidades de medida das variáveis analisadas. Nesse caso, os dados de vazão, originalmente expressos em $m^3 s^{-1}$, foram convertidos para mm/ano^{-1}, considerando-se a área de drenagem da bacia, de modo a torná-los compatíveis com os dados de precipitação. Após essa padronização das unidades, foi possível aplicar a equação do balanço hídrico para a estimativa da evapotranspiração anual da bacia, conforme apresentado na Equação (1).

$$ET = P - Q \pm \Delta S \quad (1)$$

Onde:

ET = Evapotranspiração

Q = Escoamento/Vazão.

P = Precipitação.

ΔS = Variação do Armazenamento de Água.

2.4 ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO

A dinâmica do uso e ocupação do solo foi analisada com base nos dados da Coleção 10 do MapBiomas para o período de 1985 a 2022, considerando intervalos de dez anos entre as datas (1985, 1995, 2005 e 2015) e com a inclusão do ano de 2022, para representar o período final de 7 anos da série histórica. O processamento das informações foi realizado no software QGIS (versão 3.44.10), por meio da integração de dados georreferenciados e de técnicas de vetorização. Esses procedimentos possilitiaram a identificação, o mapeamento e a caracterização das mudanças ocorridas no uso e cobertura do solo ao longo da série histórica, perimitindo compreender a evolução da paisagem e suas possíveis relações com as variáveis hidrológicas da área de estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2, é possível observar o comportamento do ciclo hidrológico ao longo de 37 anos (1985 a 2022), com base em dados de precipitação, vazão e evapotranspiração.

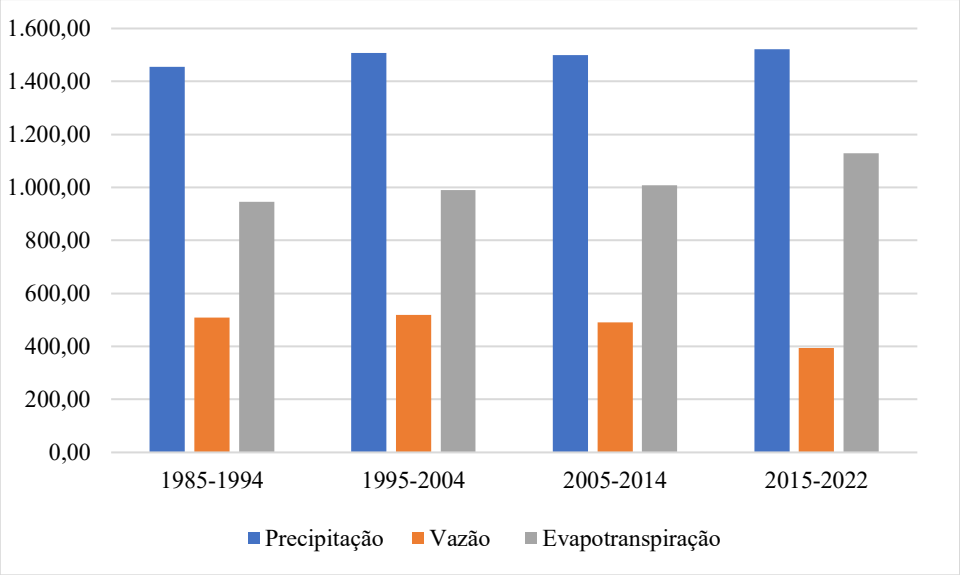


Figura 2 – Gráfico de barras com as variáveis hidrológicas da Bacia do Rio Sono
Fonte: Autores, 2026

A análise da evolução das variáveis hidrológicas evidencia alterações em seu comportamento, com destaque para a redução das vazões e o aumento da evapotranspiração na série estudada. Esses resultados sugerem modificações na dinâmica do balanço hídrico da bacia, confirmado por estudos que demonstram que mudanças antrópicas no uso do solo são capazes de alterar os processos

hidrológicos e afetar diretamente a disponibilidade hídrica e as vazões dos cursos d'água (Lima *et al*., 2022).

Embora os índices pluviométricos tenham se mantido relativamente estáveis ao longo do período estudado, observa-se que as vazões até 2004 não houve redução com uma queda maior de 2015 a 2022, o que evidencia a diminuição da disponibilidade hídrica na bacia. Tal comportamento pode estar associado às mudanças ocorridas na cobertura do solo ao longo das últimas décadas, considerando-se, particularmente, a demanda hídrica na agricultura, uma vez que estas influenciam diretamente os processos hidrológicos e a disponibilidade de recursos hídricos (Teshome *et al*., 2023).

Nesse contexto, Jaeger *et al*. (2024) destacam que a substituição da vegetação natural por usos antrópicos interfere diretamente na produção hídrica, promovendo alterações em processos fundamentais do ciclo hidrológico. Dessa forma, a redução das vazões observada na sub-bacia do Rio do Sono pode estar relacionada às transformações na cobertura do solo, que afetam processos como a infiltração da água no solo, a recarga hídrica, a evapotranspiração e o escoamento superficial (Mengistu *et al*., 2022).

Em relação ao uso e à ocupação do solo (Figura 3), na sub-bacia do Rio do Sono, verifica-se uma redução da área ocupada por Formações Savânicas, que passou de 7.412,24 km² (40,99%) em 1985 para 6.692,31 km² (37,01%) em 2022. De forma semelhante, a Formação Campestre apresentou redução de 8.594,93 km² (47,53%) para 8.220,19 km² (45,46%) no mesmo período. Em contrapartida, observa-se expansão das áreas destinadas às atividades agropecuárias, especialmente da classe Campo Alagado e Área Pantanosa, que reduziu de 1.050,68 km² para 1.029,58 km², mantendo participação próxima de 5,7%, além do aumento significativo das áreas de Pastagem, que passaram de apenas 4,03 km² (0,02%) em 1985 para 374,61 km² (2,07%) em 2022.

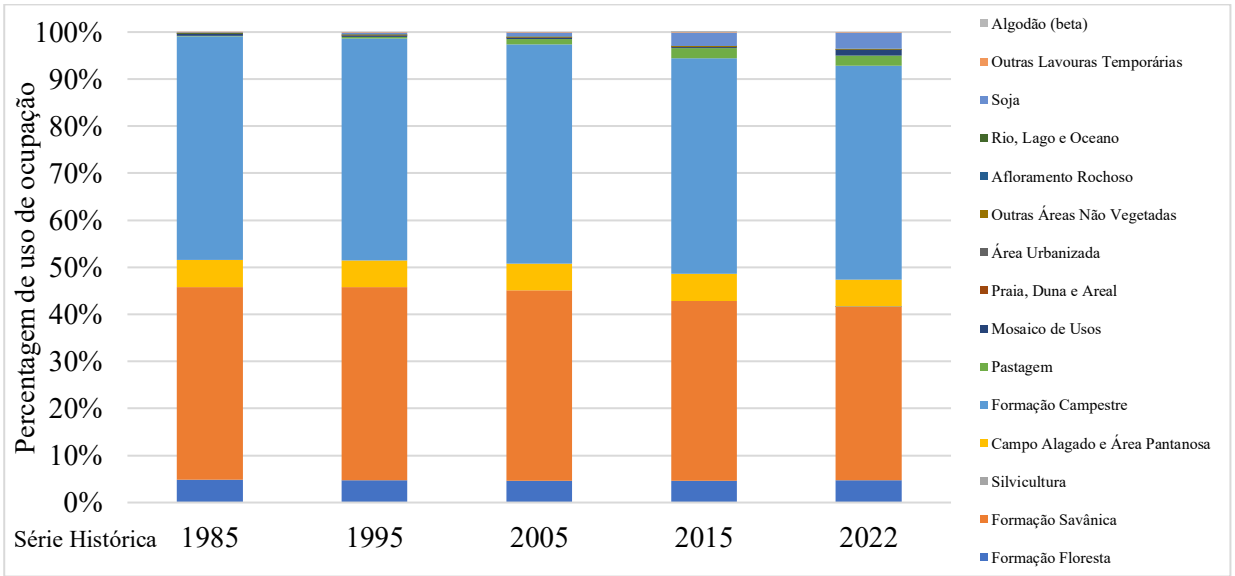


Figura 3 – Evolução temporal do uso e ocupação do solo na sub-bacia Rio do Sono
Fonte: Autores, com base no MapBiomas 2026

Essa interpretação é reforçada pelos dados da classe “Rio, Lago e Oceano”, cuja área foi reduzida de 35,58 km² (0,20%) em 1985 para 15,07 km² (0,08%) em 2022, o que evidencia a diminuição das superfícies hídricas ao longo do período analisado. Paralelamente, a classe “Soja” apresentou crescimento expressivo, passando de 8,35 km² (0,05%) em 1985 para 609,74 km² (3,37%) em 2022, evidenciando a expansão da agricultura na bacia. Em estudo realizado por Zonta *et al.* (2026), *na região Nordeste do Brasil*, *também se observou aumento na produção de algodão*, *o que impacta diretamente a qualidade do solo* e a infiltração hídrica. Esse avanço das áreas agrícolas (Figura 4), reforça a tendência de transformação no uso e cobertura do solo e sugere possíveis impactos sobre os processos hidrológicos, contribuindo para a redução da disponibilidade hídrica observada ao longo da série histórica.

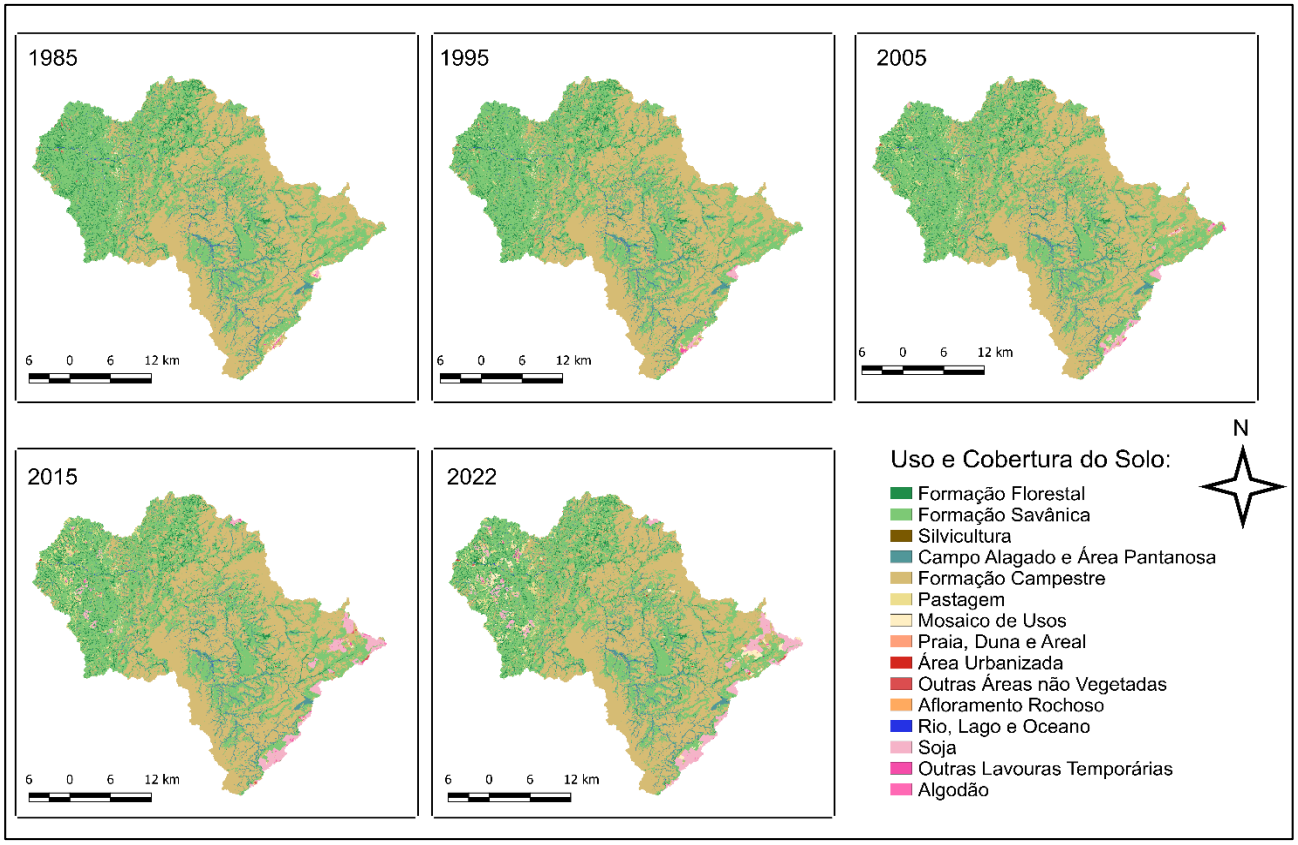


Figura 4 – Evolução do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio do Sono.

Fonte: Autores, com base em MapBiomas,2026.

Segundo estudo de Siqueira *et al.* (2021), *na Bacia Três Maria em Minas Gerais também foram observadas mudanças no uso e ocupação do solo decorrente da expansão agropecuária* e de atividades humanas. Em outro estudo similar no Brasil, na Bacia do Rio Teles, localizado nos estados de Mato Grosso e Pará os autores puderam observar que as áreas naturais também foram impactadas pelo crescimento da agricultura e pastagens, o que afetou a recarga hídrica no Rio Teles (Kraeski, *et al.*,2023).

Dessa forma, os resultados sugerem que as alterações no uso e na ocupação do solo, caracterizadas pela redução da cobertura vegetal nativa e pela expansão das atividades antrópicas, constituem fatores relevantes para explicar a redução das vazões e da disponibilidade hídrica (Lima, *et al*., 2026; Cornelli *et al.,* 2016), conforme foi observado na sub-bacia do Rio do Sono ao longo do período analisado. Desse modo, reforça-se a necessidade de estratégias de planejamento e manejo que promovam o uso sustentável do solo e a conservação dos recursos hídricos na sub-bacia do Rio do Sono.

4 CONCLUSÃO

A análise realizada na sub-bacia do Rio do Sono, entre 1985 e 2022, evidenciou aumento da evapotranspiração e redução progressiva das vazões, mesmo diante da relativa estabilidade dos índices pluviométricos. Esses resultados indicam alterações no balanço hídrico da bacia, refletindo uma diminuição da disponibilidade hídrica ao longo do período analisado. Paralelamente, observou-se a redução das áreas de vegetação nativa e a expansão das atividades agropecuárias, especialmente as de pastagem e de cultivo de soja. Além disso, a diminuição das superfícies hídricas reforça a tendência de redução da disponibilidade de água na bacia. Dessa forma, os resultados reforçam a importância do monitoramento integrado das mudanças no uso e na ocupação do solo e de seus possíveis reflexos sobre os recursos hídricos, evidenciando a necessidade de práticas de manejo que conciliam a produção agropecuária com a conservação desses recursos na sub-bacia do Rio do Sono.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe (PROEC-UFS); ao Instituto de Pesquisa sobre Desastres (IPD) e ao grupo de pesquisa de Modelagem Computacional em Desastres (MCdesastres).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) (2026). "*Portal HidroWEb*". https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas.

CARDOSO, M. C.; ALVES, H. da S.; COSTA, I. C. N. P.; VIEIRA, T. A. (2021). "*Anthropogenic Actions and Socioenvironmental Changes in Lake of Juá, Brazilian Amazonia*". Sustainability, 13(16), 9134. DOI: 10.3390/SU13169134.

CORNELLI, R.; SCHNEIDER, V. E.; BORTOLIN, T. A.; CEMIN, G.; SANTOS, G. M. dos (2016). *"Análise da Influência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água de Duas Sub-Bacias*

Hidrográficas do Município de Caxias do Sul". Revista de Ciências Ambientais, 4(1), 1–13. DOI: 10.18226/23185279.v4iss1p1

DAMKE, T.; PASINI, F. (2020). "*A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil*". Revista Teccen, 13(1), 08–15. DOI: 10.21727/teccen.v13i1.2200.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2021). *"Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil"*. Rio de Janeiro: IBGE.

ISLAM, A.; ALI, S. M.; ALAMERY, E. R.; FAQEIH, K. Y.; ALDHOBAIH, M. A.; ALAMRI, S. M.; ALI, I. (2026). "*Modeling evapotranspiration in diverse climatic zones of Pakistan using Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) through geospatial Technologies*". Scientific Reports, 16. DOI: 10.1038/s41598-026-39756-1.

JAEGER, C. A.; VASCONCELOS, M.; BISOGNIN, R. P. (2024). "*Influência do uso e cobertura do solo sobre a disponibilidade hídrica em uma microbacia hidrográfica do Rio Sargento/SC*". Revista Eletrônica Científica da UERGS, 10(1), 31–43. DOI: 10.21674/2448-0479.101.31-43.

KRAESKI, A.; ALMEIDA, F. T. de; SOUZA, A. P. de; CARVALHO, T. M. de; ABREU, D. C. de; HOSHIDE, A. K.; ZOLIN, C. A. (2023). "*Land Use Changes in the Teles Pires River Basin's Amazon and Cerrado Biomes, Brazil, 1986–2020"*. Sustainability, 15, 4611. DOI: 10.3390/su15054611.

LI, C.; YUAN, X.; JIAO, Y.; JI, P.; HUANG, Z. (2024). "*High-resolution land surface modeling of the irrigation effects on evapotranspiration over the Yellow River Basin*". Journal of Hydrology, 633, 130986. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.130986.

LIMA, C. E. S.; DA SILVA, M. V. M.; ROCHA, S. M. G.; SILVEIRA, C. D. S. (2022). "*Anthropic Changes in Land Use and Land Cover and Their Impacts on the Hydrological Variables of the São Francisco River Basin, Brazil*". Sustainability, 14, 12176. DOI: 10.3390/su141912176.

LIMA, R. G. S.; SOUZA NETO, I. R. de; ALMEIDA, A. Q. de; SCHNEIDER, V. E.; MENDES, L. A. (2025). "*Spatiotemporal Evolution of Hydroclimatic Variables in the Brazilian Semi-Arid Region Through the Aridity Index and Susceptibility to Desertification". International Journal of Climatology*, 45(4), e70383. DOI: 10.1002/joc.7038

MATTA, M. A. S. (2000). "*Águas superficiais e subterrâneas da bacia Tocantins-Araguaia como subsídio para um estudo de impacto ambiental*". In: *1st Joint World Congress on Groundwater*. Belém: UFPa. p. 1–17.

MENGISTU, T. D.; CHUNG, I.-M.; KIM, M.-G.; CHANG, S. W.; LEE, J. E. (2022). "*Impacts and Implications of Land Use Land Cover Dynamics on Groundwater Recharge and Surface Runoff in East African Watershed"*. Water, 14, 2068. DOI: 10.3390/w14132068.

PERAZZOLI, M.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V. (2013). "*Efeitos de cenários de uso do solo sobre o regime hídrico e produção de sedimentos na bacia do Ribeirão Concórdia – SC"*. Revista Árvore, 37(5), 859–869. DOI: 10.1590/S0100-67622013000500008.

SALMONA, Y. B.; MATRICARD, E. A. T.; SKOLE, D. L.; SILVA, J. F. A.; FILHO, O. de A. C.; PEDLOWSKI, M. A.; SAMPAIO, J. M.; CASTRILLÓN, L. C. R.; BANDÃO, R. A.; SILVA, A. L. de; (2023). "*A Worrying Future for River Flows in the Brazilian Cerrado Provoked by Land Use and Climate Changes".* Sustainability, 15, 4251. DOI: 10.3390/su15054251.

SIQUEIRA, P. P.; OLIVEIRA, P. T. S.; BRESSIANI, D.; MEIRA NETO, A. A.; RODRIGUES, D. B. B. (2021). "*Effects of climate and land cover changes on water availability in a Brazilian Cerrado basin*" —Journal of Hydrology: Regional Studies, 38, 100931. DOI: 10.1016/j.ejrh.2021.100931.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH). (2004). "*Base para disponibilização das informações sobre águas no Brasil*". Brasília.

TESHOME, D. S.; LETA, M. K.; TADDESE, H.; MOSHE, A.; TOLESSA, T.; AYELE, G. T.; YOU, S. (2023). "*Watershed Hydrological Responses to Land Cover Changes at Muger Watershed, Upper Blue Nile River Basin, Ethiopia".* Water, 15, 2533. DOI: 10.3390/w1514253.

TORRES, T. P. (2018). "*Aspectos ecológicos da ictiofauna da drenagem do Rio do Sono, Bacia do Rio Tocantins, Brasil*". Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. (1955). *"The Water Balance"*. Publications in Climatology, v. 8, n. 1, p. 1-104.

UWITIJE, P. D.; EHNBERG, J.; BIKORIMANA, J. M. V. (2026). "*Irrigation as a system shaping load: technoeconomic and policy pathways for water energy food nexus".* Energy Nexus, 22, 100707. DOI: 10.1016/j.nexus.2026.100707.

XAVIER, A. C.; SCANLON, B. R.; KING, C. W.; ALVES, A. I. (2022). "*New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020)"*. International Journal of Climatology, 42(16), 8390–8404. DOI: 10.1002/joc.7731.

YOUNG, S. L.; FRONGILLO, E. A.; JAMALUDDINE, Z.; QUIÑONEZ-MELGAR, H.; ESCAMILLA-PEREZ, R.; RINGLER, C.; ROSINGER, A. Y. (2021). "*Water security, nutrition, and well-being: current challenges and future directions".* Advances in Nutrition, 12(4), 1055–1068. DOI: 10.1093/advances/nmab003.

ZONTA, J. H.; BOGIANI, J. C.; FERREIRA, A. C. de B.; PERISSOTO, L. F. (2026). "*Soil water infiltration under distinct cotton cropping systems in the Bahia Cerrado*". Research, Society and Development, 15(2), e6515250666. DOI: 10.33448/rsd-v15i2.50666.