DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA MANUTENÇÃO DOS ECOSSISTEMAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE (SE)

Gabriel Santos Vieira 1 [1]& Paulo Sérgio de Rezende Nascimento [2]

RESUMO – A disponibilidade hídrica exerce papel fundamental na manutenção dos ecossistemas naturais e no equilíbrio ambiental das bacias hidrográficas. A Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe apresenta elevada relevância socioambiental para o estado de Sergipe, abrangendo áreas urbanas, agrícolas e ecossistemas costeiros. O presente trabalho teve como objetivo analisar a disponibilidade hídrica da bacia e sua relação com a manutenção dos ecossistemas por meio de uma análise espacial integrada em ambiente de SIG. Foram utilizados dados de precipitação, uso e cobertura da terra, geomorfologia, pedologia, geologia, aquíferos e do Índice de Segurança Hídrica (ISH) ecossistêmico, referentes aos cenários de 2017 e 2035. Os resultados evidenciaram forte desigualdade espacial na disponibilidade hídrica da bacia, influenciada principalmente pelas diferenças pluviométricas, pelas condições geológicas e pelas formas de uso da terra. Os cenários do ISH ecossistêmico demonstraram tendência à ampliação das áreas classificadas com baixa disponibilidade hídrica ambiental até 2035. Conclui-se que a manutenção dos ecossistemas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe depende diretamente da conservação da cobertura vegetal, da proteção das áreas de recarga e da gestão integrada dos recursos hídricos.

ABSTRACT– Water availability plays a fundamental role in maintaining natural ecosystems and environmental balance within river basins. The Sergipe River Basin has high socio-environmental importance for the state of Sergipe, encompassing urban, agricultural and coastal ecosystems. This study aimed to analyze water availability and its relationship with ecosystem maintenance through integrated spatial analysis using GIS tools. Rainfall, land use and land cover, geomorphology, pedology, geology, aquifers and ecosystem Water Security Index (WSI) data for 2017 and 2035 scenarios were integrated. The results showed strong spatial inequality in water availability, mainly influenced by rainfall distribution, geological conditions and land use patterns. Ecosystem WSI scenarios indicated expansion of areas classified with low environmental water availability by 2035. It is concluded that ecosystem maintenance in the Sergipe River Basin directly depends on vegetation conservation, recharge area protection and integrated water resources management.

Palavras-Chave – Segurança hídrica; Geoprocessamento; Ecossistemas.

[1]) Graduando do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 998021473 gabriel.santos.vi@academico.ufs.br
[2]) Orientador e Professor, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 32437121, psrn.geologia@gmail.com

INTRODUÇÃO

A disponibilidade hídrica exerce papel fundamental na manutenção dos ecossistemas naturais e no equilíbrio ambiental das bacias hidrográficas. A água participa diretamente dos processos ecológicos, da conservação da biodiversidade e do desenvolvimento das atividades humanas, sendo influenciada pelas condições climáticas, características físicas do relevo, tipos de solo, formações geológicas e pelas formas de uso e ocupação da terra, fatores que interferem diretamente na dinâmica hidrológica regional (Tucci, 2012).

Os recursos hídricos vêm sendo diretamente influenciados pelas atividades humanas por meio das mudanças no uso e cobertura da terra, expansão urbana, industrialização e intervenções sobre os sistemas hídricos naturais. Essas alterações podem comprometer a disponibilidade hídrica e provocar impactos significativos sobre os ecossistemas e a biodiversidade aquática (Brito *et al.*, 2022). Além disso, a expansão das atividades antrópicas favorece o aumento do escoamento superficial, intensificação dos processos erosivos e redução da infiltração hídrica, contribuindo para maior vulnerabilidade ambiental das bacias hidrográficas (Tundisi e Tundisi, 2011).

Nesse contexto, o conceito de Segurança Hídrica vem sendo amplamente utilizado em estudos ambientais e na gestão dos recursos hídricos, considerando aspectos relacionados à disponibilidade de água, manutenção dos ecossistemas e garantia dos usos múltiplos da água. (Francisco *et al.*, 2024) destacam que a segurança hídrica está associada à capacidade de determinada região atender às demandas hídricas e minimizar riscos relacionados à escassez e vulnerabilidade ambiental. Segundo os autores, o Índice de Segurança Hídrica permite integrar diferentes dimensões ambientais e territoriais por meio de análises espaciais em ambiente SIG, contribuindo para avaliação das condições hídricas regionais.

De acordo com ANA (2026), o componente ecossistêmico do Índice de Segurança Hídrica sinaliza a vulnerabilidade dos mananciais relacionados aos usos múltiplos da água, considerando a capacidade de manutenção dos stocks hídricos naturais e a exposição desses recursos a riscos ambientais associados à degradação ambiental e às fontes poluidoras. Dessa forma, a análise da disponibilidade hídrica torna-se fundamental para compreensão das condições ambientais e da capacidade de suporte ecológico das bacias hidrográficas.

A Bacia Hidrográfica do rio Sergipe apresenta elevada relevância ambiental e socioeconômica para o estado de Sergipe, abrangendo municípios estratégicos para abastecimento urbano, atividades industriais e produção agropecuária, além de importantes ecossistemas costeiros e ambientes estuarinos diretamente dependentes da disponibilidade hídrica regional. A diversidade geológica, geomorfológica e climática presente na bacia influencia diretamente os processos hidrológicos e a

distribuição espacial da disponibilidade hídrica necessária à manutenção ambiental dos ecossistemas naturais.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar a disponibilidade hídrica para manutenção dos ecossistemas na Bacia Hidrográfica do rio Sergipe, integrando informações de precipitação, uso e cobertura da terra, geomorfologia, pedologia, geologia, sistemas aquíferos e do Índice de Segurança Hídrica ecossistêmico em ambiente SIG.

MATERIAL E MÉTODO

A Bacia Hidrográfica do rio Sergipe localiza-se no estado de Sergipe, entre as coordenadas aproximadas de 10°30’ e 11°30’ de latitude Sul e 36°30’ e 37°30’ de longitude Oeste, abrangendo parte significativa do território sergipano. A bacia contempla importantes municípios como Aracaju, Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão, Laranjeiras, Itabaiana e Ribeirópolis, além de outros municípios inseridos parcial ou totalmente em sua área de drenagem (Figura 1). A região apresenta elevada relevância socioambiental devido à concentração populacional, às atividades agropecuárias e à presença de ecossistemas costeiros associados ao litoral sergipano.

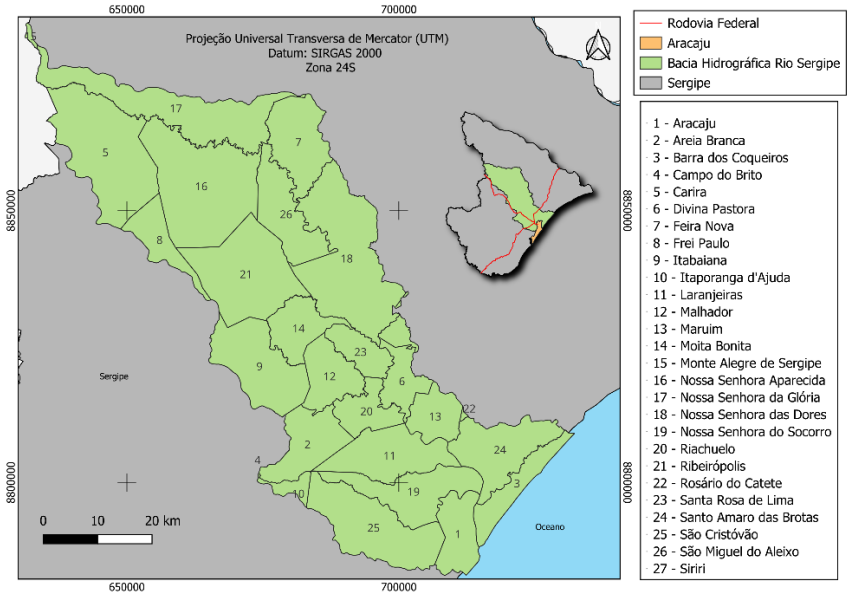


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe. Fonte: Autores (2026).

A metodologia baseou-se na integração de dados ambientais em ambiente SIG utilizando o software QGIS (QGIS Development Team, 2024). Foram utilizados mapas temáticos de precipitação, uso e cobertura da terra, geomorfologia, pedologia, geologia, sistemas aquíferos e Índice de Segurança Hídrica ecossistêmico. Os dados de uso e cobertura da terra foram obtidos por meio de dados vetoriais disponibilizados pela plataforma MapBiomas Brasil. As informações geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hidrogeológicas foram obtidas a partir de bases cartográficas oficiais

disponibilizadas pelo IBGE (2022) e demais instituições de pesquisa. Os mapas referentes ao Índice de Segurança Hídrica ecossistêmico foram elaborados com base em parâmetros associados à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), considerando aspectos relacionados à disponibilidade hídrica necessária para manutenção dos ecossistemas naturais.

RESULTADOS

A integração entre os mapas temáticos permitiu compreender a relação entre os condicionantes ambientais e a disponibilidade hídrica voltada à manutenção dos ecossistemas na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. A análise espacial demonstrou que fatores climáticos, geomorfológicos, pedológicos e geológicos exercem influência direta sobre os processos de infiltração, armazenamento hídrico e vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica.

A Figura 2a apresenta o uso e cobertura da terra, evidenciando amplo predomínio de áreas de pastagem em praticamente toda a bacia hidrográfica. Observa-se também concentração de áreas urbanizadas no baixo curso, principalmente na região metropolitana de Aracaju, além da presença de manguezais, restingas e remanescentes florestais associados às áreas úmidas costeiras. A expansão das atividades agropecuárias e urbanas contribui para redução da cobertura vegetal natural, intensificação do escoamento superficial e maior pressão sobre os recursos hídricos, comprometendo parcialmente a manutenção da disponibilidade hídrica necessária aos ecossistemas naturais da bacia.

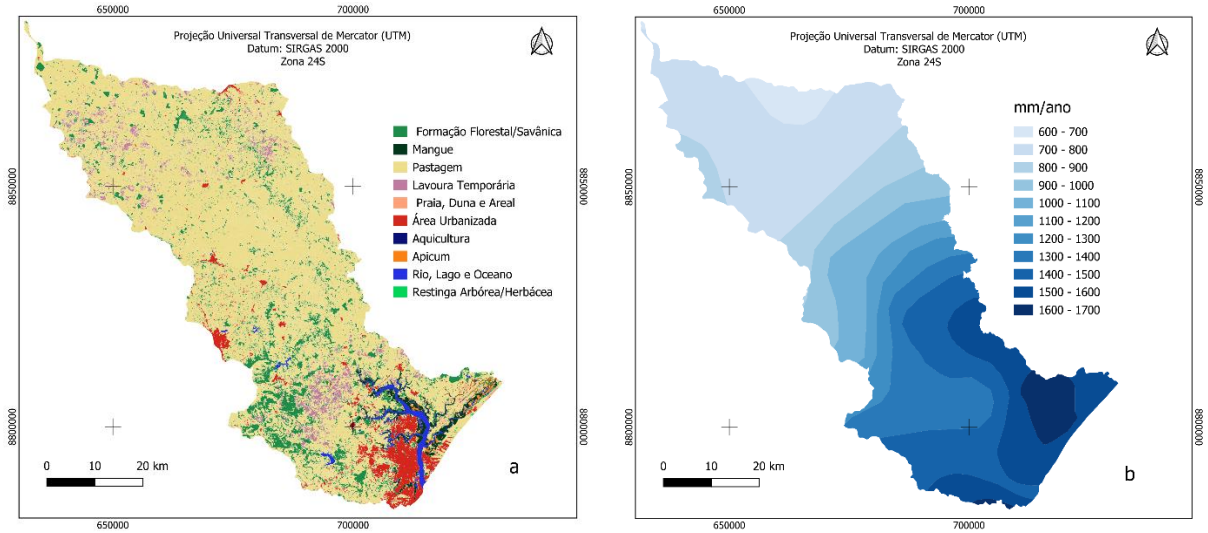


Figura 2 – Mapas de uso e cobertura da terra (a) e de distribuição espacial da precipitação média anual (b). Fonte: Autores (2026).

A Figura 2b demonstra distribuição espacial heterogênea da precipitação média anual na bacia hidrográfica, evidenciando aumento gradual dos índices pluviométricos em direção ao litoral. Os menores volumes pluviométricos concentram-se nos setores do alto curso, com valores próximos de

600 a 800 mm/ano, enquanto os maiores índices ocorrem nas áreas costeiras e estuarinas, ultrapassando 1.500 mm/ano. Essa variabilidade climática exerce forte influência sobre os processos hidrológicos regionais, condicionando diferenças significativas na disponibilidade hídrica superficial e subterrânea ao longo da bacia.

A Figura 3a apresenta os principais compartimentos geomorfológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, evidenciando predomínio de unidades associadas aos pediplanos retocados inumados e às superfícies estruturais convexas nos setores do alto e médio curso. Essas áreas correspondem a superfícies relativamente estáveis, moldadas por longos processos de dissecação e intemperismo sobre o embasamento cristalino regional. Já nas áreas próximas ao litoral destacam-se planícies fluviomarinhas, terraços e planícies marinhas, associados a ambientes deposicionais recentes e diretamente influenciados pela dinâmica fluvial e oceânica. Essa configuração geomorfológica exerce forte controle sobre os processos de drenagem, infiltração e armazenamento hídrico ao longo da bacia.

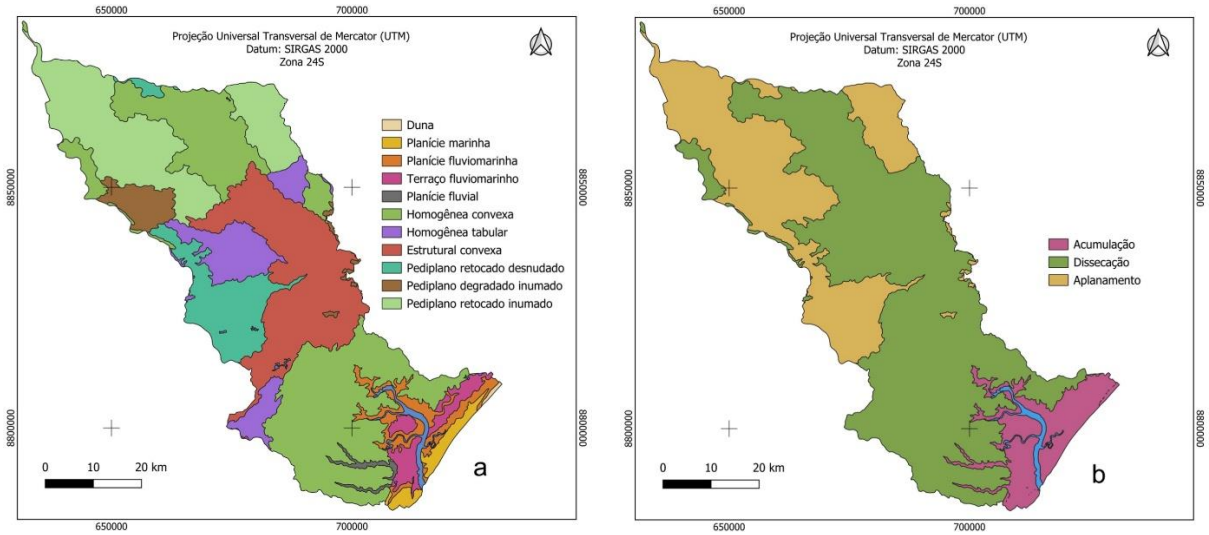


Figura 3 – Compartimento geomorfológica (a) e natureza geomorfológica (b). Fonte: Autores (2026).

A Figura 3b demonstra a natureza geomorfológica predominante na área de estudo, destacando extensas áreas de dissecação distribuídas principalmente nos setores interiores da bacia, evidenciando relevo mais movimentado e maior atuação de processos erosivos. Em contrapartida, os setores de acumulação concentram-se nas áreas estuarinas e costeiras, associados à deposição de sedimentos transportados pela rede hidrográfica. As áreas de aplanamento ocorrem de forma mais localizada e representam superfícies com menor declividade e relativa estabilidade geomorfológica. A interação entre os compartimentos e a natureza geomorfológica condiciona diretamente a dinâmica hidrológica regional, influenciando o escoamento superficial, a recarga subterrânea e a manutenção da disponibilidade hídrica necessária aos ecossistemas naturais da bacia hidrográfica.

A Figura 4a evidencia predominância de áreas associadas à dissecação homogênea e diferencial nos setores do médio e alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, refletindo intensa atuação dos processos erosivos sobre as formações cristalinas regionais. Nas áreas próximas ao litoral predominam ambientes fluviomarinhos, marinhos e fluviais relacionados à deposição recente de sedimentos, influenciando diretamente os processos de infiltração e dinâmica ambiental da bacia.

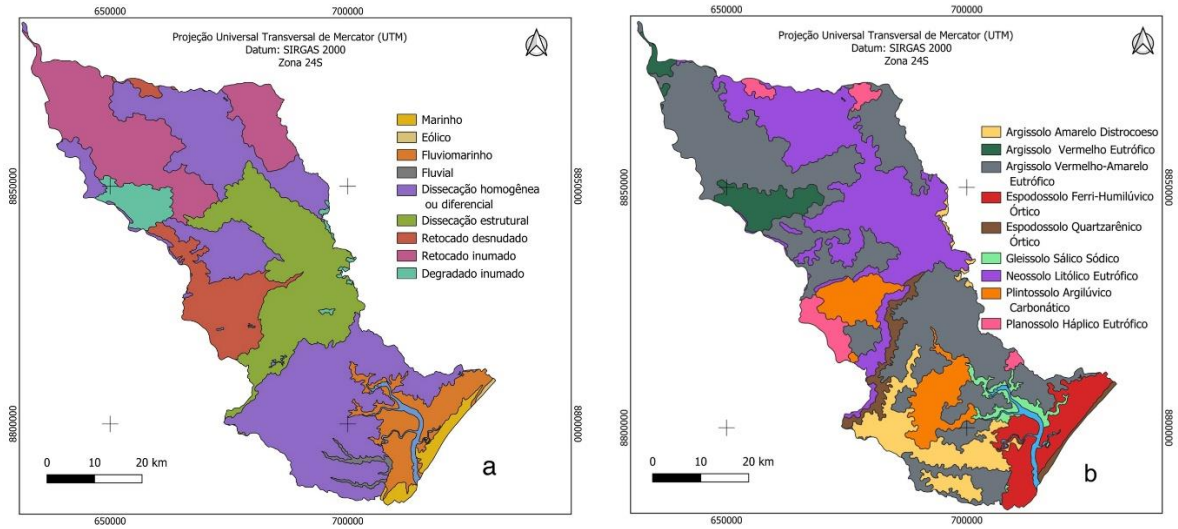


Figura 4 – Características geomorfológicas (a) e classes pedológicas (b). Fonte: Autores (2026).

A Figura 4b apresenta predominância de Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos nos setores interiores da bacia. Os Neossolos associam-se principalmente às áreas de relevo mais dissecado e apresentam menor capacidade de retenção hídrica e maior susceptibilidade à erosão, enquanto os Argissolos predominam em áreas mais suavizadas e desenvolvidas pedologicamente. Nos setores costeiros destacam-se Gleissolos, Espodossolos e Planossolos, relacionados a ambientes úmidos e deposicionais. A relação entre geomorfologia e pedologia influencia diretamente a infiltração, armazenamento de água no solo e disponibilidade hídrica necessária aos ecossistemas naturais da bacia hidrográfica. As características pedológicas observadas estão de acordo com os princípios de formação e conservação dos solos descritos por Lepsch (2011).

A Figura 5a apresenta a distribuição das principais províncias geológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, evidenciando predomínio da Província Borborema nos setores do alto e médio curso, caracterizada pela presença de rochas cristalinas antigas e intensamente deformadas. Nos setores do baixo curso destacam-se coberturas cenozóicas e depósitos sedimentares mais recentes associados à margem continental costeira. Essa compartimentação influencia diretamente os processos de infiltração e armazenamento subterrâneo de água.

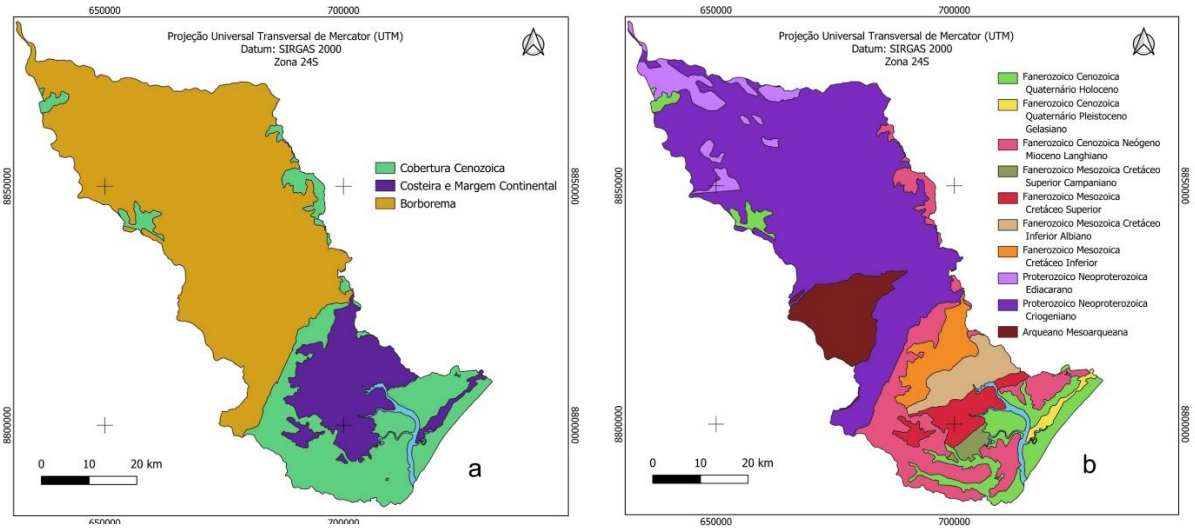


Figura 5 – Províncias geológicas (a) e compartimentação geológica temporal (b). Fonte: Autores (2026).

A Figura 5b demonstra a distribuição temporal das formações geológicas da bacia, com predominância de unidades do Proterozoico Neoproterozoico nos setores interiores e aumento das formações mesozoicas e cenozóicas em direção ao litoral. As unidades mais antigas apresentam menor capacidade natural de armazenamento hídrico, enquanto os depósitos sedimentares recentes favorecem maior infiltração e recarga subterrânea, influenciando diretamente a disponibilidade hídrica necessária à manutenção dos ecossistemas naturais da bacia do rio Sergipe.

A Figura 6a apresenta a distribuição espacial das principais unidades geológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, evidenciando predominância de formações cristalinas nos setores do alto e médio curso, compostas principalmente por rochas metamórficas e ígneas antigas associadas ao embasamento regional. Nos setores do baixo curso e áreas litorâneas observam-se unidades sedimentares mais recentes, relacionadas aos depósitos costeiros e formações associadas à margem continental. Essa diversidade litológica influencia diretamente os processos de infiltração, circulação subterrânea da água e comportamento hidrogeológico da bacia hidrográfica.

A Figura 6b demonstra os sistemas aquíferos associados às diferentes unidades geológicas regionais. Os aquíferos fissurais predominam nas áreas cristalinas e apresentam menor capacidade de armazenamento hídrico devido à baixa porosidade das rochas e dependência de fraturas estruturais para circulação da água subterrânea. Em contrapartida, os aquíferos granulares concentram-se principalmente nas formações sedimentares costeiras, apresentando maior permeabilidade e melhores condições de infiltração e armazenamento subterrâneo. A relação entre unidades geológicas e sistemas aquíferos evidencia que os setores sedimentares da bacia apresentam maior potencial hidrogeológico, contribuindo diretamente para manutenção da disponibilidade hídrica ambiental e suporte aos ecossistemas naturais associados à bacia do rio Sergipe.

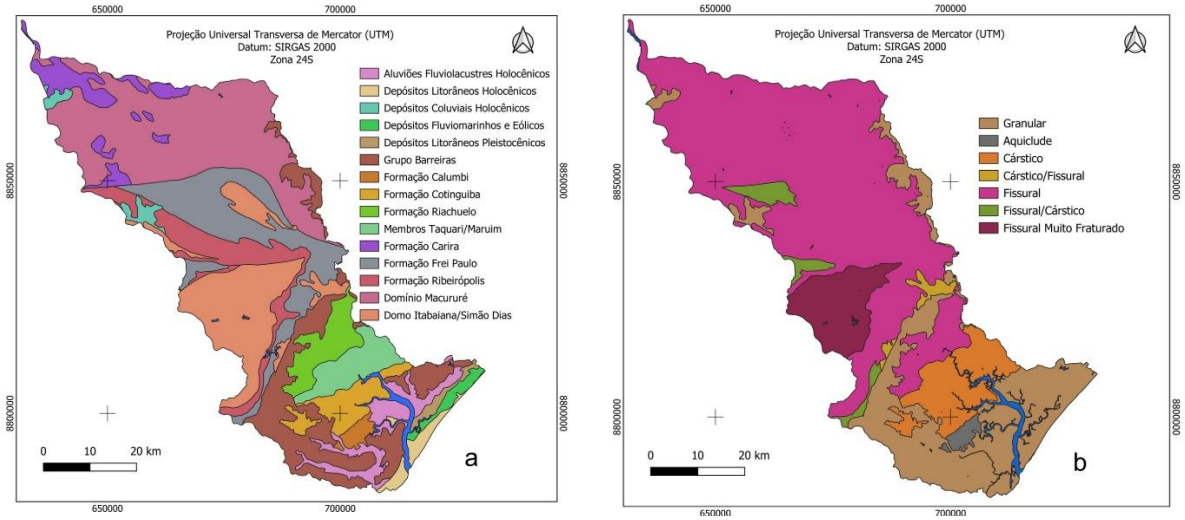


Figura 6 – Unidades geológicas (a) e sistemas aquíferos (b). Fonte: Autores (2026).

Segundo a ANA, o Índice de Segurança Hídrica Ecossistêmico sinaliza a vulnerabilidade dos mananciais relacionados ao abastecimento humano e aos usos múltiplos da água, considerando a capacidade de manutenção dos estoques hídricos naturais e a exposição desses recursos a riscos ambientais associados à degradação ambiental e às fontes poluidoras. Nesse contexto, a Figura 7 apresenta a distribuição espacial do Índice de Segurança Hídrica Ecossistêmico na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe para os cenários de 2017 e 2035.

A Figura 7 apresenta a distribuição espacial do Índice de Segurança Hídrica Ecossistêmico na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe para os cenários de 2017 e 2035. Na Figura 7a observa-se predominância das classes Muito Baixo e Baixo em grande parte da bacia hidrográfica, principalmente nos setores do médio e baixo curso. Essas áreas correspondem, em sua maioria, a regiões submetidas à intensa ocupação antrópica, expansão das atividades agropecuárias e redução da cobertura vegetal natural, fatores que comprometem os processos de infiltração e disponibilidade hídrica ambiental. As classes Médio e Alto aparecem de forma mais localizada, especialmente em áreas associadas a melhores condições de precipitação e menor pressão sobre os recursos naturais.

A Figura 7b apresenta a projeção do Índice de Segurança Hídrica Ecossistêmico para o ano de 2035, evidenciando alterações espaciais na distribuição das classes ao longo da bacia hidrográfica. Observa-se ampliação de áreas classificadas como Médio e Alto em alguns setores, porém ainda permanecem extensas áreas enquadradas em condições de baixa disponibilidade hídrica ambiental, principalmente nas regiões mais antropizadas e associadas aos menores índices pluviométricos. A comparação entre os cenários demonstra que a segurança hídrica ecossistêmica da bacia permanece fortemente condicionada tanto pelas características naturais quanto pelas transformações no uso da terra. Dessa forma, os resultados evidenciam a necessidade de fortalecimento das políticas de

preservação das áreas de recarga hídrica e conservação da cobertura vegetal, visando garantir a manutenção dos ecossistemas naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

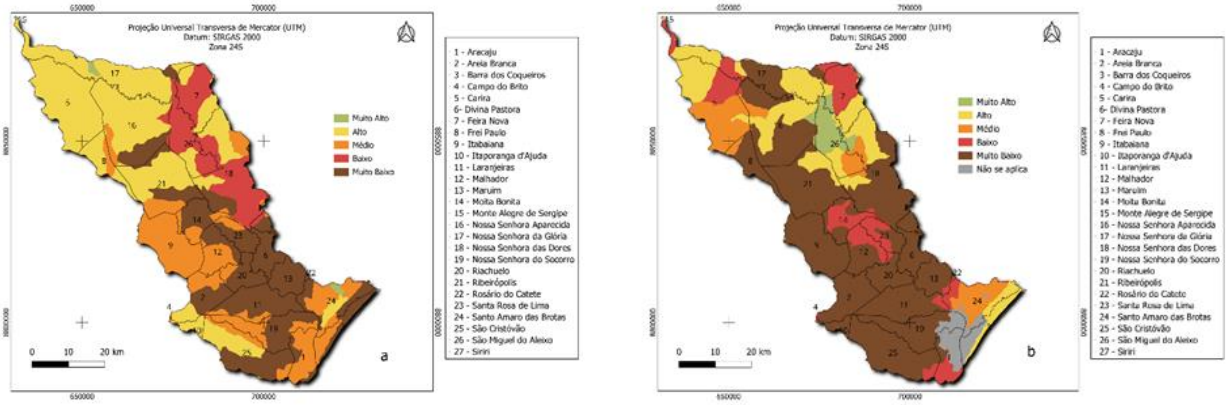


Figura 7 – Índice de Segurança Hídrica Ecossistêmica da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe: (a) cenário de 2017; (b) projeção para 2035. Fonte: Autores (2026).

CONCLUSÕES

A análise integrada dos condicionantes ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe permitiu compreender a influência conjunta da precipitação, geomorfologia, geologia, pedologia, uso da terra e sistemas aquíferos sobre a disponibilidade hídrica voltada à manutenção dos ecossistemas naturais. Os resultados demonstraram que a dinâmica hídrica da bacia apresenta forte controle das características físicas do território, além de significativa influência das transformações antrópicas associadas à expansão agropecuária e urbanização.

Os maiores índices de disponibilidade hídrica concentram-se nos setores costeiros e áreas associadas às formações sedimentares, onde predominam maiores índices pluviométricos, ambientes deposicionais e aquíferos granulares com maior capacidade de infiltração e armazenamento subterrâneo. Em contrapartida, os setores do alto e médio curso apresentam maior vulnerabilidade ambiental em função da predominância de rochas cristalinas, relevo mais dissecado, menor potencial hidrogeológico e maior suscetibilidade aos processos erosivos.

A análise do uso e cobertura da terra evidenciou amplo predomínio de áreas de pastagem em grande parte da bacia, contribuindo para a redução da cobertura vegetal natural, intensificação do escoamento superficial e menor capacidade de retenção hídrica nos ecossistemas.

Os cenários do Índice de Segurança Hídrica Ecossistêmico permitiram identificar espacialmente os setores mais vulneráveis da bacia hidrográfica, evidenciando predominância de classes associadas à baixa disponibilidade hídrica ambiental em grande parte da área estudada. Embora o cenário projetado para 2035 demonstre melhorias pontuais em determinados setores, ainda

permanecem extensas áreas submetidas à baixa segurança hídrica ecossistêmica, principalmente em regiões com maior pressão antrópica e menores índices pluviométricos.

Dessa forma, conclui-se que a manutenção dos ecossistemas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe depende diretamente da conservação da cobertura vegetal, proteção das áreas de recarga hídrica, controle da expansão desordenada do uso da terra e fortalecimento das políticas de gestão integrada dos recursos hídricos. Os resultados obtidos reforçam a importância do geoprocessamento e da análise espacial como ferramentas fundamentais para o monitoramento ambiental e planejamento sustentável das bacias hidrográficas, contribuindo para preservação da disponibilidade hídrica necessária à estabilidade ecológica regional.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. "*Segurança Hídrica*". Disponível em: https://pnsh.ana.gov.br/seguranca.

BRITO, H. C.; BRITO, Y. M. A.; RUFINO, I. A. A. (2022). "*O Índice de Segurança Hídrica do Brasil e o Semiárido Brasileiro: desafios e riscos futuros"*. Revista Brasileira de Cartografia, 74(1), pp. 1–15.

FRANCISCO, P. R. M.; SOUSA, J. H. S. de; RIBEIRO, G. do N.; SILVA, J. N.; RODRIGUES, R. C. M. (2024). "*Índice de Segurança e Demanda Hídrica do Estado da Paraíba utilizando o QGIS®"*. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, 14(1), pp. 970-985.

LEPSCH, I. F. (2011). "*Formação e conservação dos solos"*. Oficina de Textos São Paulo-SP, 216p.
TUCCI, C. E. M. (2012). "*Recursos Hídricos e Meio Ambiente"*. ABRH Porto Alegre-RS, 206p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. (2011). "*Recursos Hídricos no Século XXI"*. São Paulo: Oficina de Textos, 328p.