ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE À EROSÃO DO SOLO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARECICA (SE)

Jonas Xavier Santos[1]; Debora Silva Nunes[2] & Paulo Sérgio de Rezende Nascimento[3]

RESUMO – A erosão do solo representa um problema ambiental de grande relevância, agravado pelas ações antrópicas, como o desmatamento e o uso inadequado do solo. O presente estudo tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade à erosão na Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacarecica, responsável pelo abastecimento hídrico de seis municípios sergipanos, analisando, de forma integrada, os fatores naturais e antrópicos que influenciam esse processo. A metodologia baseia-se na utilização de dados vetoriais e matriciais provenientes da SEMAC e do MapBiomas, empregados na elaboração de mapas temáticos de pedologia, uso e cobertura do solo, geomorfologia, geologia, dissecação do relevo, declividade e precipitação, por meio do software QGIS. A análise considera: (i) características físicas, químicas e biológicas dos solos; (ii) intensidade e frequência das chuvas; (iii) impactos do uso do solo e índice de transformação antrópica; e (iv) elaboração de mapas de suscetibilidade à erosão. Os resultados indicam a potencialização da suscetibilidade à erosão, especialmente em áreas com maiores índices pluviométricos, altitudes elevadas e acentuada declividade, quando associadas à supressão da vegetação nativa e ao manejo inadequado do solo. Além disso, esses processos contribuem para o assoreamento dos corpos d'água, comprometendo a qualidade ambiental e a disponibilidade dos recursos hídricos na sub-bacia.

ABSTRACT– Soil erosion represents a highly relevant environmental problem, aggravated by anthropogenic actions such as deforestation and inappropriate land use. This study aims to assess the vulnerability to erosion in the Jacarecica River Hydrographic Sub-basin, responsible for the water supply of six municipalities in Sergipe, by analyzing, in an integrated manner, the natural and anthropogenic factors that influence this process. The methodology is based on the use of vector and raster data from SEMAC and the MapBiomas project, employed in the elaboration of thematic maps of pedology, land use and land cover, geomorphology, geology, relief dissection, slope, and precipitation, using the QGIS software. The analysis considers: (i) physical, chemical, and biological characteristics of the soils; (ii) intensity and frequency of rainfall; (iii) impacts of land use and anthropogenic transformation index; and (iv) elaboration of erosion susceptibility maps. The results indicate an increased susceptibility to erosion, especially in areas with higher rainfall, high altitudes, and steep slopes, when associated with the suppression of native vegetation and inadequate soil management. Furthermore, these processes contribute to the silting up of water bodies, compromising environmental quality and the availability of water resources in the sub-basin.

Palavras-Chave – Degradação do solo. Processos erosivos. Resistência à erosão.

[1]) Graduando do Departamento de Engenharia Ambiental – DEAM/UFS, São Cristóvão, Sergipe. E-mail: jonasxavier677@gmail.com
[2]) Graduanda do Departamento de Engenharia Ambiental – DEAM/UFS, São Cristóvão, Sergipe. E-mail: debora.silnun@gmail.com
[3]) Professor do Departamento de Engenharia Ambiental e Programa de Pós-graduação em Geociências e Análise de Bacia - UFS. E-mail: psrn.geologia@gmail.com

INTRODUÇÃO

O processo erosivo em bacias hidrográficas constitui um grave problema ambiental, podendo ocorrer naturalmente ou ser intensificado por ações antrópicas (Toledo, 2023). Esse processo promove o desgaste e transporte de sedimentos, causando impactos como assoreamento dos corpos d'água, redução da qualidade hídrica e perda da fertilidade do solo. Tais efeitos comprometem a dinâmica hidrossedimentológica, a capacidade de armazenamento dos cursos d'água e o equilíbrio ambiental das bacias hidrográficas (Salomão, 1999).

A prevenção e mitigação de processos erosivos relacionam-se à conservação do solo e à manutenção da quantidade e qualidade da água nos ecossistemas, sendo essenciais para os objetivos da política hídrica nacional. A Lei nº 9.433/1997 destaca a importância do diagnóstico ambiental na implementação de planos de bacias hidrográficas. Nesse contexto, a análise da suscetibilidade à erosão é fundamental para identificar as áreas mais vulneráveis da sub-bacia.

De acordo com Santana e Pinto (2020), o corpo hídrico é impactado por atividades antrópicas, como a extração de areia próxima às nascentes nos municípios de Ribeirópolis e Riachuelo, além do desmatamento da mata ciliar e da vegetação natural em Itabaiana. Nesse contexto, a identificação das áreas mais suscetíveis à erosão é essencial para o planejamento e adoção de práticas adequadas de manejo, permitindo classificar o terreno quanto ao seu potencial erosivo natural ou induzido por ações humanas (Salomão, 1999).

As ferramentas de geoprocessamento desempenham papel fundamental na análise ambiental, pois permitem integrar dados geoespaciais, como relevo, hidrologia e uso e cobertura do solo, otimizando a elaboração de mapas temáticos e a análise integrada das áreas de risco em um único ambiente computacional. Nesse contexto, o presente estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre os processos erosivos, além de fornecer subsídios técnicos para a gestão integrada dos recursos naturais e mitigação dos impactos da erosão na bacia hidrográfica.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade à erosão na Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacarecica, responsável pelo abastecimento hídrico de seis municípios sergipanos, por meio de uma análise qualitativa e quantitativa da suscetibilidade ao processo erosivo, considerando de forma integrada os fatores naturais e antrópicos que influenciam essa dinâmica.

MATERIAL E MÉTODO

A Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacarecica, inserida na Sub-bacia Hidrográfica do rio Sergipe, é responsável pelo abastecimento hídrico de seis municípios sergipanos: Itabaiana, Areia Branca, Malhador, Moita Bonita, Riachuelo e Ribeirópolis. A Sub-bacia possui área aproximada de 504,89 km² e está localizada entre as coordenadas geográficas 10°44′ S e 37°20′ W (Figura 1).

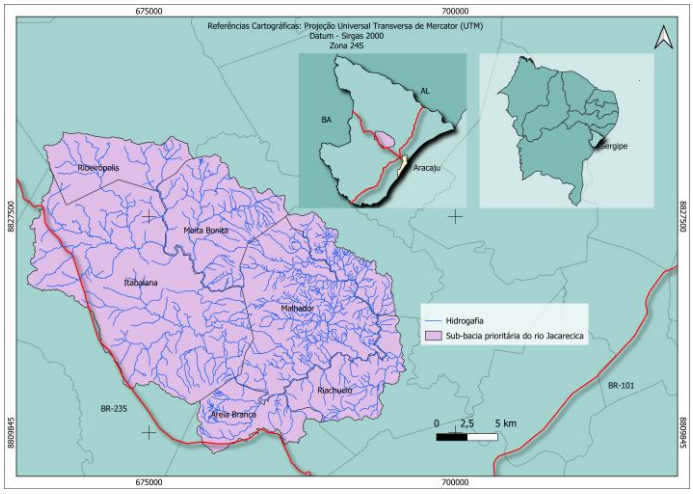


Figura 1 – Localização da área de estudo. Fonte: Autores (2026).

Os materiais utilizados no desenvolvimento desta pesquisa foram nas plataformas digitais da SerHidro, MapBiomas e Embrapa. A elaboração dos mapas temáticos foi realizada no software QGIS-Versão 3.40.0, com os dados projetados no sistema de coordenadas UTM, Datum Sirgas 2000, zona 24S. O mapa de uso e cobertura do solo foi elaborado a partir do agrupamento das informações da tabela de dados alfanuméricos, seguido da reclassificação conforme a legenda da Coleção 9 do MapBiomas Brasil.

O Índice de Transformação Antrópica (ITA) é um método quantitativo utilizado para avaliar o grau de interferência humana na paisagem a partir do uso e cobertura do solo, sintetizando o nível de modificação ambiental em um único valor numérico (Oliveira *et al.*, 2023). O método baseia-se na atribuição de pesos às classes de uso do solo, variando de baixos valores para áreas com menor intervenção antrópica, como florestas e corpos d'água, a valores elevados para áreas intensamente antropizadas, como zonas urbanizadas, pastagens degradadas e agricultura intensiva. Após a definição dos pesos, calcula-se a proporção percentual de cada classe em relação à área total de estudo. O ITA é obtido pela soma do produto entre o percentual de área de cada classe e o respectivo peso.

A elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão foi baseada na adaptação da metodologia da Embrapa (2020), fundamentada na integração de variáveis ambientais por conhecimento especialista. Foram utilizados o Mapa de Erodibilidade dos Solos, o Mapa de Erosividade das Chuvas e o Modelo Digital do Terreno SRTM com resolução de 30 m. Os dados foram padronizados em formato *raster*, classificados em cinco classes de intensidade e reamostrados para pixels de 30 × 30 m, resultando nas classes de suscetibilidade à erosão hídrica: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, além das áreas urbanas e corpos hídricos. Também foi realizado o mapa de suscetibilidade à erosão hídrica pelo método da Análise Hierárquica de Processos (AHP), desenvolvido por Saaty (1977), integrando, pedologia, precipitação declividade e hipsometria.

RESULTADOS

A análise das unidades geológicas (Figura 2A) contemplam litologias desde o Arqueano até o Cenozoico (Figura 2B). As unidades cenozoicas, representadas principalmente pelo Grupo Barreiras, são constituídas por sedimentos terrígenos pouco consolidados, o que lhes confere elevada vulnerabilidade aos processos erosivos. Em contraste, as unidades neoproterozoicas, e arqueanas como as formações Itabaiana, Ribeirópolis e Frei Paulo, compostas predominantemente por rochas ígneo-metamórficas mais resistentes, apresentam menor suscetibilidade à erosão (Embrapa, 2018).

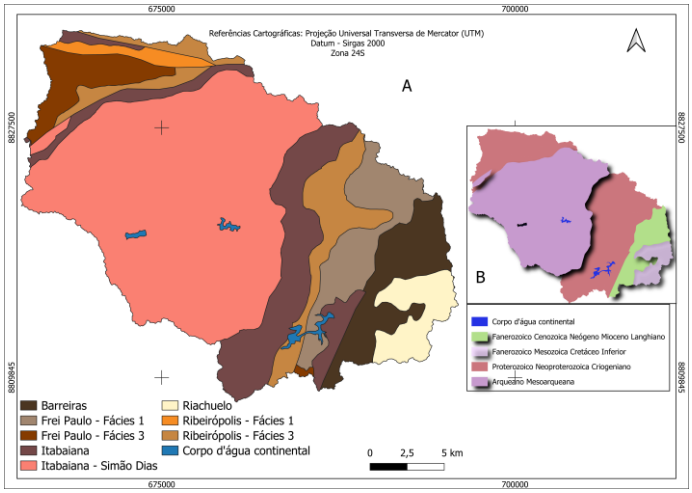


Figura 2 – Mapa simplificado de geologia. Fonte: Autores, 2026.

A análise das classes geomorfológicas (Figura 3A) evidencia que a suscetibilidade à erosão hídrica é condicionada pela compartimentação do relevo. O Pediplano do Baixo São Francisco (Figura 3B) apresenta baixa a moderada suscetibilidade devido às baixas declividades e à reduzida dissecação do relevo. As unidades de relevo estrutural e homogêneo convexo possuem suscetibilidade moderada, enquanto o Tabuleiro Dissecado do Vaza-Barris apresenta alta suscetibilidade em razão da elevada dissecação, maior densidade de drenagem e encostas íngremes. Áreas planificadas apresentam maior estabilidade, enquanto setores intensamente dissecados atuam como importantes fontes de sedimentos.

A análise das classes pedológicas (Figuras 4A e 4B) evidencia a relação entre diferentes níveis de detalhamento das unidades de solo. Os argissolos apresentam maior suscetibilidade à erosão devido ao contraste textural e à ocorrência em áreas declivosas. Os neossolos, rasos e pouco desenvolvidos, também possuem elevada vulnerabilidade erosiva. Em contrapartida, gleissolos e planossolos ocorrem em áreas planas e mal drenadas, com menor propensão à erosão hídrica (Quadro 1).

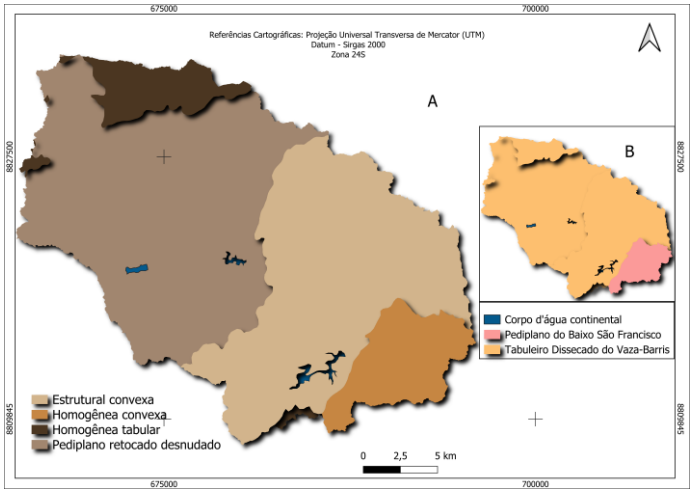


Figura 3 – Mapa simplificado de geomorfologia. Fonte: Autores, 2026.

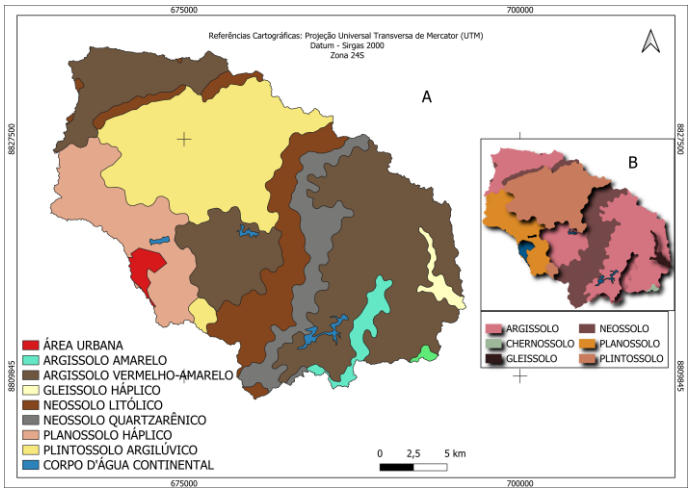


Figura 4 - Mapa simplificado de pedologia. Fonte: Autores, 2026.

Quadro 1 – Resistência à erosão das tipologias de solos. Fonte: Adaptado de Embrapa (2018).

Tipo de Solo	Resistência à Erosão
Argissolo	Baixa resistência, com alta suscetibilidade à erosão, sobretudo em áreas com declividade acentuada, em razão da redução da infiltração e do aumento do escoamento superficial.
Neossolo	Muito baixa resistência, apresentando elevada suscetibilidade à erosão hídrica devido à pouca profundidade efetiva e à baixa estabilidade estrutural.
Gleissolo	Resistência variável; baixa ocorrência de erosão laminar em áreas planas, porém suscetíveis à degradação estrutural e erosão quando submetidos à drenagem artificial ou uso inadequado.
Planossolo	Resistência moderada a baixa, com tendência ao aumento do escoamento superficial e, consequentemente, maior suscetibilidade à erosão em condições de manejo inadequado.
Chernossolo	Alta resistência à erosão, em função da elevada estabilidade estrutural e maior capacidade de infiltração da água, quando mantida cobertura vegetal.
Plintossolo	Resistência baixa a moderada; quando submetidos à alteração do regime hídrico, favorecem o escoamento superficial e processos erosivos localizados.

Esses resultados são corroborados com a classificação hidrológica dos solos, independente da cobertura e declividade. Essa classificação proposta por Sartori *et al*. (2005), considera que os perfis de solo com características semelhantes (espessura, textura, conteúdo de matéria orgânica, estrutura e grau de expansão) responderão de forma semelhante a uma chuva de grande duração e intensidade considerável (Quadro 2).

Quadro 2 – Agrupamento de solos de acordo com a resistência à erosão. Fonte: Modificado de Sartori *et al*. (2005).

Tipos de Solo	Resistência à Erosão	Taxa de Infiltração (mm/h)	Índice de Erodibilidade	Permeabilidade
Argissolo Amarelo	Moderada	1, 27 a 3,81	0,9 a 1,1	Moderada
Argissolo Vermelho-Amarelo	Moderada	1, 27 a 3,81	0,9 a 1,1	Moderada
Neossolo Litólico	Baixa	< 1,27	0,75	Lenta
Neossolo Quartzarênico	Moderada	1, 27 a 3,81	0,9 a 1,1	Moderada
Planossolo	Baixa	< 1,27	0,75	Lenta
Chernossolo	Baixa	< 1,27	0,75	Lenta
Plintossolo	Baixa	< 1,27	0,75	Lenta

A integração do mapa de uso e cobertura do solo (Figura 5) ao Índice de Transformação Antrópica (ITA) (Tabela 1) permite converter informações qualitativas em indicadores quantitativos de impacto ambiental (Oliveira *et al*., 2023). Em estudos de suscetibilidade à erosão, essa integração é fundamental para identificar áreas com solo exposto ou submetidas ao manejo intensivo, condições que favorecem processos erosivos (Salomão, 1999).

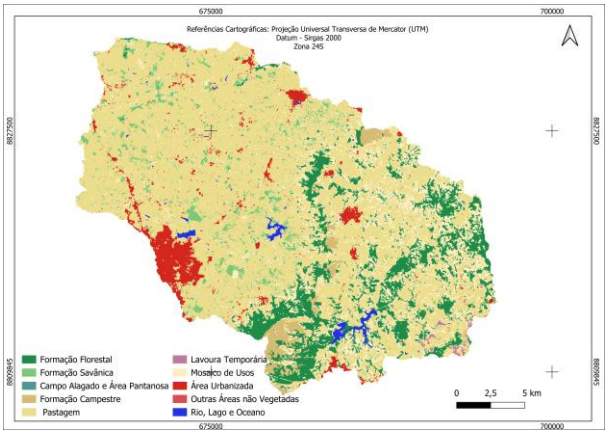


Figura 5 - Mapa uso e cobertura do solo. Fonte: Autores, 2026.

Tabela 1 – Aplicação do Índice de Transformação Antrópica.

Uso e cobertura do solo	Área (%)	Peso	ITA
Formação Savânica	4,67851	3	$1{,}404\times10^{-1}$
Formação Florestal	11,84442	1	1,184×10−1
Formação Campestre	2,29646	5	1,148×10−1
Pastagem	61,63309	9	5,547
Áreas não vegetadas	0,467807	8	3,742×10−2
Área urbanizada	4,00443	10	4,004×10−1
Campo alagado e Pantanoso	0,00002	4	7,755 ×10−7
Rio e Lago	0,73762	1	7,376×10−3
Lavoura Temporária	0,24897	7	1,743 ×10−2
Mosaico de Usos	14,08867	6	8,453×10−1
Total	100	-	7,229

A análise da paisagem, baseada na integração do mapa de uso e cobertura do solo com o ITA, evidencia elevada pressão antrópica, com ITA total de 7,229. Esse resultado decorre do predomínio

da classe pastagem, que ocupa 61,63% da área e apresenta a maior contribuição para a degradação ambiental. A ampla extensão das pastagens, associada aos mosaicos de uso e áreas urbanizadas, aumenta a suscetibilidade à erosão hídrica, favorecendo a compactação do solo, o escoamento superficial e a redução da infiltração da água.

Com base nos mapas de dissecação do relevo (Figura 6A) e de declividade (Figura 6B), observa-se que as áreas de alta suscetibilidade à erosão apresentam elevado entalhamento do relevo e acentuadas diferenças altimétricas, favorecendo o escoamento superficial e os processos erosivos lineares. Em contrapartida, as áreas de baixa suscetibilidade possuem relevo mais suave e menor amplitude altimétrica, resultando em maior infiltração da água e menor transporte de sedimentos.

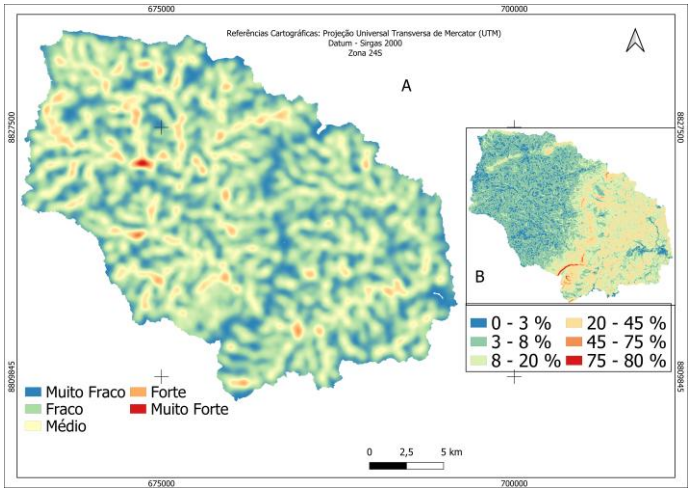


Figura 6 - Mapas de dissecação de relevo e classes de declividade. Fonte: Autores, 2026.

As áreas elevadas (Figura 7) com relevo escarpado e acidentado aumentam a velocidade de escoamento das águas das chuvas, aumentando o risco erosivo hídrica. Por outro lado, as planícies inseridas nas topografias suaves apresentam menor risco à erosão decorrente do escoamento mais lento, porém torna-se suscetível ao assoreamentos dos corpos hídricos superficiais.

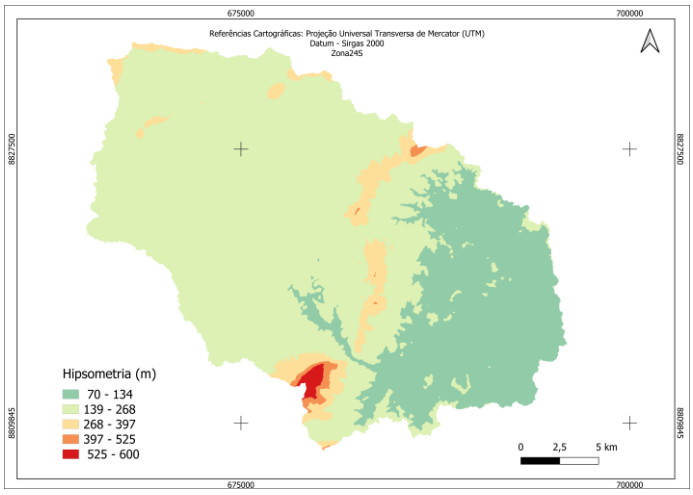


Figura 7 – Mapa hipsométrico. Fonte: Autores, 2026.

O gradiente pluviométrico (Figura 8) que varia entre 900 mm/ano e 1.500 mm/ano, no sentido oeste–leste, exerce influência direta sobre os processos erosivos, uma vez que áreas com maiores índices pluviométricos potencializam a desagregação e o transporte de partículas do solo.

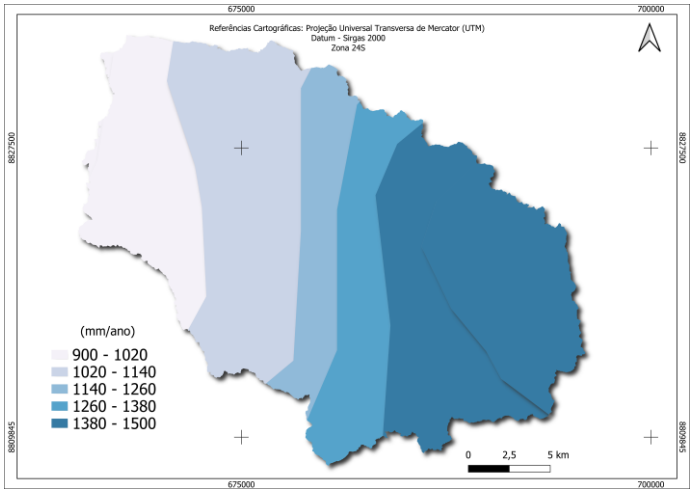


Figura 8 - Mapa de precipitação. Fonte: Autores, 2026.

O mapa de suscetibilidade à erosão gerado pela Embrapa (Figura 9) evidencia uma distribuição espacial heterogênea do risco de perda de solo na área analisada, refletindo, sobretudo, as variações da erosividade da chuva e da erodibilidade do solo. Observa-se que as classes de muito baixa e baixa suscetibilidade predominam nas porções oeste e noroeste do território. Essas áreas estão, em geral, associadas a relevos planos a suavemente ondulados, solos mais profundos e bem estruturados e maior proteção superficial, fatores que reduzem o escoamento superficial e a desagregação do solo. Em razão dessas características, apresentam menor risco de ocorrência de processos erosivos e maior aptidão para usos agrícolas, urbanos e de infraestrutura, desde que submetidas a práticas adequadas de manejo e planejamento ambiental.

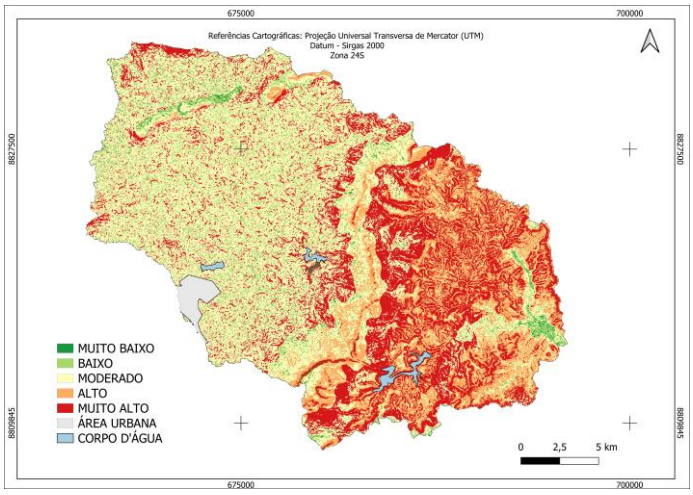


Figura 9 – Mapa de suscetibilidade a erosão. Fonte: Adaptado de Embrapa (2020).

Ao comparar o mapa de suscetibilidade à erosão gerado pela Embrapa com o mapa de vulnerabilidade à erosão elaborado pelos autores deste artigo (Figura 10), observa-se que, apesar de os métodos e os dados de entrada serem diferentes, os produtos apresentam elevada semelhança visual. A elevada vulnerabilidade indica que o solo apresenta alto risco à erosão hídrica, especialmente quando submetido a intervenções antrópicas, como desmatamento, práticas agrícolas em encostas ou obras de infraestrutura sem adequado controle de drenagem.

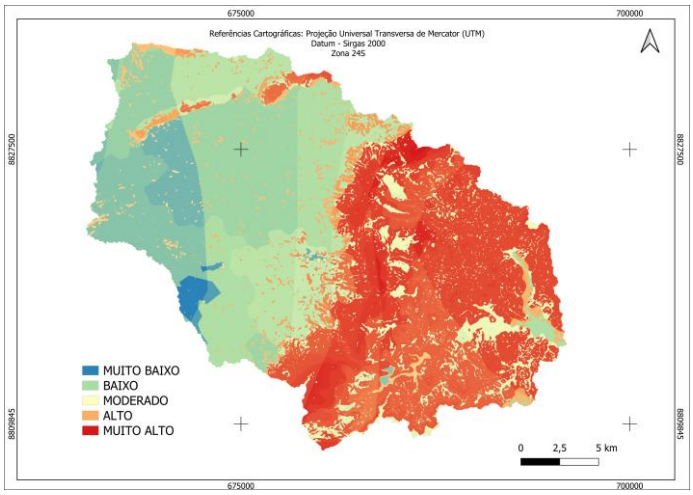


Figura 10 – Mapa vulnerabilidade à erosão. Fonte: Autores, 2026.

Destaca-se, ainda, a relação direta entre as áreas de maior suscetibilidade à erosão e a presença de corpos d'água continentais. A proximidade entre zonas altamente erosivas e a rede de drenagem indica elevado risco de assoreamento, aumento do transporte de sedimentos e degradação da qualidade da água, reforçando a necessidade de preservação das áreas ripárias e do controle do uso e ocupação do solo nas áreas a montante. A área urbana, por sua vez, localiza-se predominantemente em setores de baixa a moderada suscetibilidade, indicando uma condição relativamente favorável do ponto de vista físico; contudo, a expansão urbana em direção a áreas mais suscetíveis pode potencializar os processos erosivos e intensificar os impactos ambientais associados.

Essa informação é essencial para o planejamento territorial e ambiental, pois orienta o uso e a ocupação do solo de acordo com a capacidade de suporte do meio físico, indicando áreas mais aptas à produção e à urbanização, bem como aquelas que devem ser prioritariamente destinadas à conservação e à recuperação ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada da geomorfologia, geologia, pedologia, uso e cobertura do solo, método ITA, dissecação do relevo, declividade e precipitação da Sub-bacia Hidrográfica do rio Jacarecica evidencia que a erosão resulta da interação entre fatores naturais e antrópicos, manifestando-se de forma mais crítica em áreas com solos rasos, litologias pouco consolidadas e uso agropecuário

intensivo. O gradiente pluviométrico identificado no mapa de precipitação reforça essa vulnerabilidade, uma vez que as regiões com maiores índices de chuva e altitudes elevadas apresentam maior risco de processos erosivos, especialmente quando associadas à supressão da vegetação nativa e ao manejo inadequado do solo, condição confirmada pelos mapas AHP e de suscetibilidade à erosão, que evidenciam a correspondência entre áreas de maior precipitação e declividades acentuadas.

Nesse contexto, a gestão integrada dos recursos hídricos e do uso do solo mostra-se essencial para a mitigação dos impactos erosivos na bacia, demandando ações de conservação do solo e da cobertura vegetal, reflorestamento de áreas críticas, controle da expansão agrícola e urbana e monitoramento contínuo por meio de ferramentas de geoprocessamento. Tais medidas são fundamentais não apenas para conter o avanço da degradação ambiental, mas também para assegurar a sustentabilidade hídrica e ecológica da Sub-bacia do rio Jacarecica, em consonância com as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997).

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. (2018). *"Sistema Brasileiro de Classificação de Solos."* Embrapa Brasília-DF. 356 p.

EMBRAPA. (2020). *"Mapa de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica do Brasil."* Disponível em: https://geoinfo.dados.embrapa.br/catalogue/#/dataset/2998.

OLIVEIRA, A. J. M.; LADWIG, N. I.; SILVA, J. G. S.; SUTIL, T. (2023). Índice de transformação antrópica da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, Santa Catarina, Brasil." Revista Geotemas, 13(1), pp. 3-21.

SALOMÃO, F. X. T. (1999). *"Controle e prevenção dos processos erosivos, in Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações."* Org. por Guerra, A.J.T, Silva, A.S e Botelho, R.G.M. Bertrand Brasil Rio de Janeiro-RJ, pp. 229-267.

SANTANA, L. A.; PINTO, J. E. S. S. (2020). *"Impactos ambientais na sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica, in. Caracterização ambiental e hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Jacarecica."* Org. por Garcia, C. A. B.,et al. Editora Poisson Belo Horizonte-MG, pp. 87-98.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO. F.; ABEL GENOVEZ, A. M. (2005). "*Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método de Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação."* RBRH 10(4), pp. 5-18.

TOLEDO, J. A. C. (2023). *"Relações entre manejo do solo e erosão hídrica: uma revisão bibliográfica."* Revista Craibeiras de Agroecologia 8(1), pp. 2-11.