

Mapeamento da Suscetibilidade à Erosão na Bacia do Tapacurá por Meio de Análise Multicriterio em Ambiente SIG

Mapping Susceptibility to Erosion in the Tapacurá Basin Using Multicriteria Analysis in a GIS Environment

Mapeo de la susceptibilidad a la erosión en la cuenca del Tapacurá mediante análisis multicriterio en un entorno SIG

Ceuso Francisco Diaz da Silva

Graduando em Engenharia Ambiental

Instituição de formação: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Recife, Pernambuco, Brasil

E-mail: ceusodiaz123@gmail.com

RESUMO

A erosão hídrica é um dos principais processos de degradação ambiental, responsável por perdas de solo fértil, assoreamento de corpos d'água e comprometimento da qualidade dos recursos hídricos. A Bacia Hidrográfica do Tapacurá, em Pernambuco, apresenta características físicas e padrões de uso do solo que favorecem esse tipo de degradação, como relevo ondulado, solos com baixa permeabilidade e crescente pressão antrópica decorrente de atividades agrícolas e urbanas. Este trabalho teve como objetivo mapear a suscetibilidade à erosão da bacia por meio de análise multicriterial, com o apoio de ferramentas de geoprocessamento. A metodologia adotada utilizou o método Analytic Hierarchy Process (AHP), integrando cinco fatores: uso e ocupação do solo, declividade, tipos de solo, cobertura vegetal (NDVI) e precipitação. Cada camada foi reclassificada, ponderada segundo critérios da literatura especializada e combinada em ambiente SIG para geração do mapa final. Os resultados indicaram predominância de áreas com risco médio de erosão, com manchas localizadas de risco alto em zonas declivosas e de vegetação rarefeita, enquanto áreas com cobertura florestal preservada apresentaram risco baixo. A análise espacial gerada permite a identificação de áreas prioritárias para manejo e recuperação ambiental, demonstrando a utilidade da abordagem adotada como ferramenta de apoio ao planejamento territorial e à gestão sustentável da bacia.

Palavras-chave: Erosão. Suscetibilidade. Geoprocessamento. Tapacurá. Declividade. Uso do solo.

ABSTRACT

Erosion is one of the main processes of environmental degradation, responsible for the loss of fertile soil, silting of water bodies, and compromising the quality of water resources. The Tapacurá River Basin in Pernambuco has physical

characteristics and land use patterns that favor this type of degradation, such as undulating terrain, low soil permeability, and increasing anthropogenic pressure from agricultural and urban activities. This study aimed to map the basin's susceptibility to erosion through multi-criteria analysis, with the support of geoprocessing tools. The methodology adopted used the Analytic Hierarchy Process (AHP) method, integrating five factors: land use and occupation, slope, soil types, vegetation cover (NDVI), and precipitation. Each layer was reclassified, weighted according to criteria from the specialized literature, and combined in a GIS environment to generate the final map. The results indicated a predominance of areas with medium erosion risk, with localized patches of high risk in sloping areas with sparse vegetation, while areas with preserved forest cover presented low risk. The spatial analysis generated allows the identification of priority areas for environmental management and recovery, demonstrating the usefulness of the approach adopted as a tool to support territorial planning and sustainable management of the basin.

Keywords: Erosion. Susceptibility. Geoprocessing. Tapacurá. Slope. Land use.

RESUMEN

La erosión es uno de los principales procesos de degradación ambiental, responsable de la pérdida de suelo fértil, el encenagamiento de los cuerpos de agua y el deterioro de la calidad de los recursos hídricos. La cuenca hidrográfica del Tapacurá, en Pernambuco, presenta características físicas y patrones de uso del suelo que favorecen este tipo de degradación, como un relieve ondulado, suelos con baja permeabilidad y una creciente presión antrópica derivada de las actividades agrícolas y urbanas. El objetivo de este trabajo fue mapear la susceptibilidad a la erosión de la cuenca mediante un análisis multicriterio, con el apoyo de herramientas de geoprocésamiento. La metodología adoptada utilizó el método Analytic Hierarchy Process (AHP), integrando cinco factores: uso y ocupación del suelo, pendiente, tipos de suelo, cobertura vegetal (NDVI) y precipitación. Cada capa fue reclasificada, ponderada según criterios de la literatura especializada y combinada en un entorno SIG para generar el mapa final. Los resultados indicaron un predominio de áreas con riesgo medio de erosión, con manchas localizadas de alto riesgo en zonas inclinadas y con vegetación escasa, mientras que las áreas con cobertura forestal preservada presentaron un riesgo bajo. El análisis espacial generado permite identificar áreas prioritarias para la gestión y recuperación ambiental, lo que demuestra la utilidad del enfoque adoptado como herramienta de apoyo a la planificación territorial y la gestión sostenible de la cuenca.

Palabras clave: Erosión. Susceptibilidad. Geoprocésamiento. Tapacurá. Pendiente. Uso del suelo.

1 INTRODUÇÃO

A erosão constitui um dos principais processos de degradação ambiental, causando perda de solo fértil, assoreamento de corpos d'água e comprometimento da qualidade dos recursos hídricos (ARRINGTON, 2021; ISSAKA e ASHRAF, 2017). No contexto da região metropolitana do Recife, a bacia hidrográfica do Rio Tapacurá apresenta características geomorfológicas, climáticas e de uso do solo que a tornam suscetível a processos erosivos.

Na bacia está localizada a barragem de Tapacurá, localizada sobre o rio homônimo, que representa um dos principais reservatórios de abastecimento de água para a cidade do Recife, sendo essencial para o sistema de distribuição que atende à população. Atualmente, responde por cerca de 36% do volume de água distribuído na Região Metropolitana do Recife, atendendo, além da capital, os municípios de São Lourenço da Mata e Camaragibe (ZAMORA, *et al.*, 2020).

Um dos fatores mais determinantes para processo erosivos, enchentes e inundações é a declividade (SOUZA, *et al.*, 2021). Esse parâmetro exerce influência direta sobre a velocidade do escoamento superficial, interferindo na taxa de infiltração da água no solo e, por consequência, favorecendo a ocorrência de picos de cheias ou aumentando a propensão à erosão. Além disso, a altimetria também desempenha um papel relevante na dinâmica do escoamento, uma vez que afeta a distribuição da vegetação, os tipos de solo predominantes, o regime climático e, indiretamente, a organização da rede de drenagem (SILVA, *et al.*, 2022).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) representa uma metodologia eficiente para acompanhar alterações na cobertura vegetal e compreender como a vegetação se relaciona com os processos erosivos. Contido numa escala de valores entre -1 e 1, capazes de identificar o tipo de cobertura da superfície. Valores negativos correspondem a água, valores muito próximos ao zero, podem ser identificados como solo exposto e qualquer valor acima de 0,2 corresponde a algum nível de vegetação (LIMA, *et al.*, 2021; NEVES, *et al.*, 2024).

Já o Processo Analítico Hierárquico, do inglês Analytic Hierarchy Process (AHP), desenvolvido por *Thomas L. Saaty* (1980), consiste na redução do estudo de sistemas complexos a uma sequência de comparações aos pares, sendo amplamente utilizado em análises multicritério para tomada de decisões em estudos ambientais (AIRES, *et al.*, 2022).

Diante deste contexto, a análise da suscetibilidade à erosão contribui para a gestão ambiental e planejamento territorial sustentável, essenciais à mitigação de impactos e à conservação dos recursos naturais. O trabalho teve como objetivo avaliar a suscetibilidade à erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio Tapacurá (PE) por meio de análise multicritério visando subsidiar o planejamento ambiental e a gestão dos recursos naturais da região metropolitana do Recife, Pernambuco.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

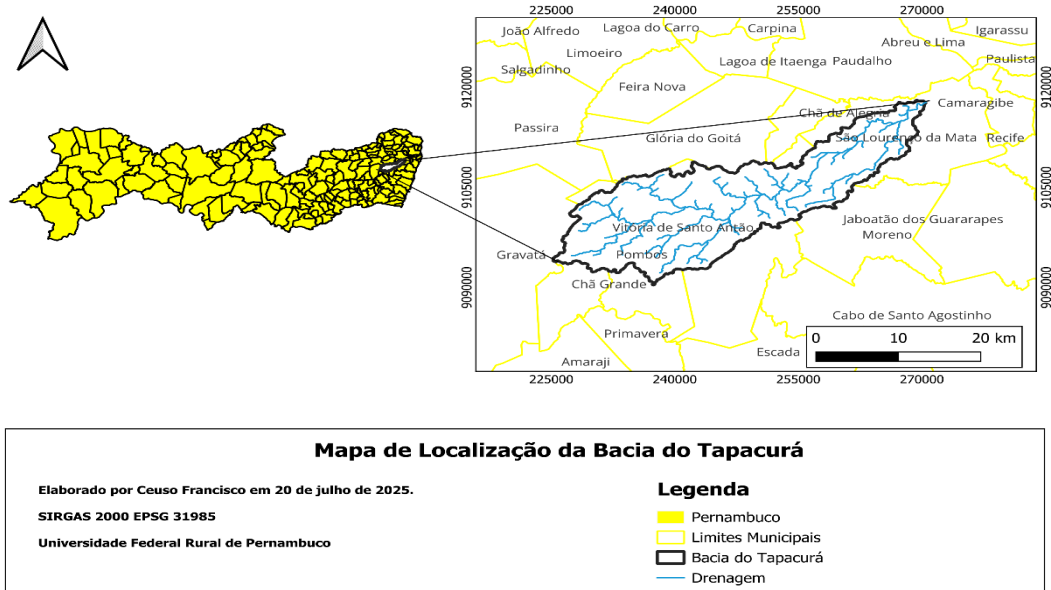
A pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do Rio Tapacurá, representada na figura 1, caracterizada como uma sub-bacia do rio Capibaribe, abrangendo as mesorregiões da Zona da Mata e Agreste Pernambucano nas coordenadas UTM 270.350,7572mE e 224.565,0392mE, e 9.118.808,3437mN e 9.090.889,9817mN.

A bacia engloba seis municípios pernambucanos: Vitória de Santo Antão, Pombos, São Lourenço da Mata, Gravatá, Moreno e Chã Grande (XAVIER; SILVA, 2018). O Rio Tapacurá tem extensão de 72,6 km, medidos desde sua nascente no município de Gravatá até sua foz no Rio Capibaribe, no município de São Lourenço da Mata, do qual se destaca como o principal afluente (FEITOSA; *et al.*, 2022).

O relevo da bacia do rio Tapacurá é majoritariamente formado por colinas e cristas. As colinas são mais frequentes na porção oriental da bacia, próxima à

junção do Rio Tapacurá com o Rio Capibaribe, estendendo-se até a região leste do município de Pombos. Já na porção ocidental da bacia, à medida que se afasta do leito do rio Tapacurá tanto para o norte quanto para o sul, os topos vão se elevando gradualmente, enquanto as colinas dão lugar a formas de relevo mais contínuas e orientadas, caracterizando as cristas. Essas cristas projetam-se a partir da escarpa oriental do Planalto da Borborema e são separadas por falhas e fraturas que ora se cruzam, ora apresentam disposição quase paralela, resultando em um aumento progressivo da orientação do relevo à medida que se aproxima da borda do planalto (DUARTE *et al.*, 2007).

Figura 1: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Tapacurá



Fonte: Autor

Quanto aos solos, observa-se a predominância dos Argissolos Vermelho-Amarelos e dos Argissolos Amarelos, que apresentam deficiência na capacidade de infiltração devido à presença de um horizonte B subsuperficial com elevado teor de argila, dificultando a percolação da água. Nos trechos dos planaltos rebaixados, ocorrem Latossolos nos topos planos, caracterizados por serem profundos e bem drenados (PESSOA NETO, 2023).

Segundo a classificação de Köeppen O clima da região é do tipo As', clima quente e úmido do tipo tropical, com oscilação da temperatura média mensal entre 23 e 27°C. Quanto ao regime de chuvas, concentra-se a maior parte da precipitação entre os meses de março e julho, quando ocorrem acumulados médios mensais que variam de 120 a 210 mm. Nos demais meses, de agosto a fevereiro, prevalece a estação seca, com valores reduzidos, frequentemente abaixo de 100 mm. Além dessa oscilação temporal, a distribuição espacial das chuvas também varia: na porção leste, mais próxima do litoral, os totais anuais podem superar 1.600 mm, enquanto no setor oeste, em transição para o Agreste, os volumes diminuem para cerca de 800 mm (SILVA, *et al.*, 2010).

2.2 COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS

A análise de suscetibilidade à erosão foi realizada com base em dados geoespaciais obtidos de fontes públicas e oficiais, conforme descrito no quadro 1.

Quadro 1. Dados utilizados e suas respectivas fontes

Parametros	Fonte	Resolução/Escala
Declividade	Copernicus	30 metros
Pedologia	IBGE	1:250.000
Uso e cobertura do solo	MapBiomas	30 metros
NDVI	Imagens Sentinel-2 (Projeto Copernicus)	30 metros
Dados pluviométricos	APAC	30 metros

Fonte: Autor

Todos os dados foram reprojatados para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 / UTM zona 25S e processados em ambiente SIG, utilizando o software QGIS versão 3.28, conforme mostra a figura 2.

A camada de declividade foi derivada de um Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução de 30 metros, obtido da plataforma OpenTopography, que fornece dados de elevação globais de alta qualidade. Para posteriormente gerar o raster de declividade em percentual.

A variável referente aos tipos de solo foi obtida a partir do Mapa de Solos do Brasil, disponível nos bancos de dados do IBGE, com escala original de 1:250.000. O dado vetorial foi recortado para o limite da bacia hidrográfica do rio Tapacurá e posteriormente convertido para formato raster.

A camada de uso e cobertura da terra foi obtida a partir do MapBiomas – Coleção 8 (2022), que fornece séries temporais anuais de uso e cobertura do solo para todo o território brasileiro, com base em imagens Landsat processadas por classificação supervisionada. Foi utilizada a classificação referente ao ano de 2022, considerada a mais atual no momento da análise.

Para a variável relacionada ao índice de vegetação foi obtida a partir do cálculo do NDVI, utilizando imagens do satélite Sentinel-2, sensor MSI (Multispectral Instrument). Foi selecionada a cena correspondente ao dia 16 de abril de 2025, considerando a baixa interferência atmosférica, com presença de nuvens inferior a 10%, conforme verificação dos metadados. A imagem apresenta resolução espacial de 10 metros nas bandas utilizadas para o cálculo (banda 8 – infravermelho próximo e banda 4 – vermelho), sendo adequada para a análise de cobertura vegetal em escala de bacia hidrográfica.

O processamento das imagens foi realizado em ambiente SIG, por meio da calculadora raster, aplicando-se a fórmula padrão do NDVI, representada pela equação 1:

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \quad (1)$$

onde:

NDVI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

NIR = Banda do infravermelho próximo (B8)

RED = Banda do vermelho (B4)

Os dados pluviométricos foram obtidos através do Atlas Climatológico de Pernambuco elaborado pela Agência Pernambucana de Águas e Clima. Os dados consistem na precipitação média anual de uma série histórica de 30 anos

(1991 – 2020), de estações pluviométricas dos municípios que compõe a bacia e os em seu entorno para proporcionar uma melhor precisão na interpolação dos dados na elaboração do mapa, conforme mostra o quadro 2.

Quadro 2 - Precipitação média anual das estações na bacia e seu entorno (1991 – 2020)

Município	Precipitação Anual (mm)	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y
Cabo de Santo Agostinho	1815,8	276406,92	9083955,66
Camaragibe	1971,8	280452,21	9112737,25
Chã de Alegria	1237,2	256064,55	9116152,60
Chã Grande	1095,5	229102,11	9088114,79
Escada	1517,2	254090,27	9074431,81
Feira Nova	694,1	236632,10	9119806,10
Gravatá	562,6	219813,58	9092593,79
Glória do Goitá	839,6	249460,37	9113793,23
Moreno	1587,2	268595,22	9102721,74
Passira	655,1	215135,18	9117463,60
Paudalho	1190,2	261095,72	9124144,78
Pombos	620,8	235978,58	9099553,53
Primavera	1799,9	241406,66	9076460,28
São Lourenço da Mata	1275,6	261387,14	9110649,33
Vitória de Santo Antão	969,0	246225,01	9100830,12

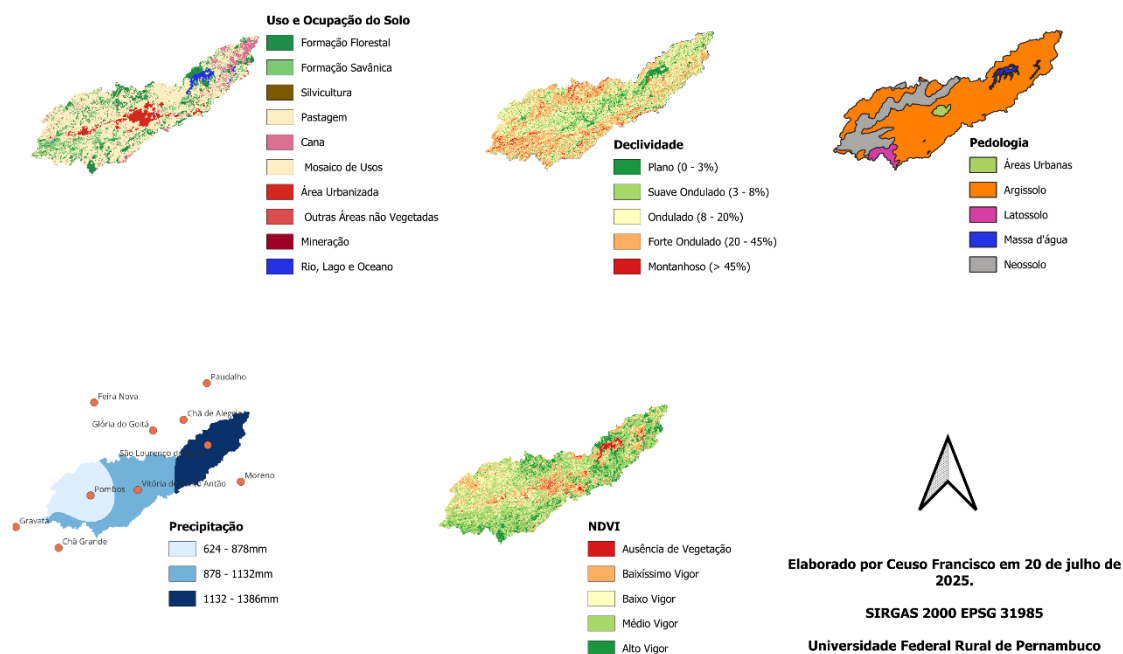
Fonte: APAC, 2023

A interpolação espacial constituiu uma técnica essencial para a elaboração de mapas que representam a distribuição espacial das precipitações pluviométricas. Para tal finalidade, utilizou-se o método de interpolação por distância inversa ponderada (IDW), caracterizado como uma técnica de interpolação determinística univariada baseada em médias ponderadas.

Durante o processo de interpolação de valores para pontos não observados, o método IDW utiliza os dados coletados nas proximidades do local onde se deseja estimar o valor. Assim, a técnica de interpolação por distância inversa ponderada (IDW) fundamenta-se no princípio de que locais geograficamente próximos apresentam características mais semelhantes em comparação àqueles situados a maiores distâncias. Conseqüentemente, as medições realizadas em pontos mais próximos ao local de interesse exercem maior peso na estimativa do valor final do que aquelas obtidas em locais mais afastados (COSTA *et al.*, 2021).

Figura 2: Mapas das camadas utilizadas na avaliação

CAMADAS UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO



Fonte: Autor

Em seguida foi realizada uma definição de pesos de influência erosiva para cada parâmetro das camadas obtidas, adaptados da metodologia de Crepani et al. (2001), representados no Quadro 3.

Quadro 3 – Peso para a suscetibilidade à erosão dos parâmetros utilizados

VARIÁVEL	CLASSE	SUSCETIBILIDADE	VALOR
DECLIVIDADE (%)	0 – 6	Baixa	1
	6 – 20	Média	2
	> 20	Alta	3
NDVI	> 0,5	Baixa	1
	0,3 – 0,5	Média	2
	< 0,3	Alta	3
USO DO SOLO	Floresta / Vegetação natural	Baixa	1
	Agricultura, pastagem	Média	2
	Solo exposto, áreas urbanas, estradas, mineração	Alta	3
PRECIPITAÇÃO (mm)	< 850	Baixa	1
	8500 – 1150	Média	2
	> 1150	Alta	3
TIPOS DE SOLO	Latossolo	Baixa	1
	Massa d'água	Baixa	1

	Argissolo	Média	2
	Neossolo	Alta	3
	Afloramentos rochosos, Dunas e Áreas urbanas	Alta	3

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001) e Silva e Machado (2014)

Com a determinação dos pesos os mapas foram reclassificados por tabela de acordo com as classes obtidas, para que posteriormente pudessem ser aplicados os pesos.

2.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

A aplicação do método AHP seguiu as etapas metodológicas propostas por Saaty (1980), iniciando-se com a estruturação do problema em três níveis hierárquicos: o primeiro representando o objetivo principal; o segundo contendo os critérios selecionados (declividade, NDVI, tipos de solo, uso e ocupação do solo e precipitação); e o terceiro, os dados geográficos rasterizados utilizados para representar cada critério.

Foi construída uma matriz de comparação par a par, na qual cada critério foi comparado com os demais, utilizando a escala fundamental de Saaty apresentada no quadro 4.

Quadro 4 - Escala fundamental de Saaty para comparações paritárias

INTENSIDADE	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Igual importância	Dois critérios contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem levemente um critério
5	Importância forte	Experiência e julgamento favorecem fortemente um critério
7	Importância muito forte	Um critério é muito fortemente favorecido
9	Importância extrema	A evidência favorece um critério no mais alto grau
2,4,6,8	Valores intermediários	Intermediação entre os valores de intensidade

Fonte: Autor

Os julgamentos foram realizados com base em trabalhos semelhantes (RIBEIRO, *et al.*, 2023; FRANÇA, *et al.*, 2019; SILVA, *et al.*, 2016; NISHIZIMA, 2021), nas características físicas da bacia e na experiência técnica em estudos de erosão. Os valores recíprocos foram aplicados na matriz.

2.3.1 Verificação de Consistência

Para garantir a validade dos julgamentos, foi realizada a verificação da consistência da matriz conforme metodologia de Saaty, por meio da Razão de Consistência (CR). A matriz é considerada consistente quando $CR < 0,10$. Valores superiores indicam necessidade de revisão dos julgamentos.

2.4 MODELAGEM ESPACIAL

Após a definição dos pesos pelo método AHP, cada camada temática foi reclassificada em 3 classes de suscetibilidade à erosão: baixa (1), média (2), alta (3). A reclassificação baseou-se em critérios técnicos e literatura especializada para cada variável.

Com os dados rasterizados e ponderados, realizou-se a modelagem espacial por meio de álgebra de mapas no QGIS, utilizando a calculadora raster de acordo com a equação 2:

$$\text{Suscetibilidade} = \sum(\text{Camada}_i \times \text{Peso}_i) \quad (2)$$

Onde:

Suscetibilidade = Mapa gerado de suscetibilidade à erosão

Camada_i = valor reclassificado da camada temática i

Peso_i = peso derivado do método AHP para a camada i

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O quadro 5 apresenta a matriz de comparação par a par elaborada para o método AHP, na qual foram atribuídos pesos relativos a partir do conhecimento técnico, revisão bibliográfica e características observadas na bacia do Tapacurá. As comparações refletem a percepção de maior influência do uso e cobertura do solo sobre o processo erosivo, em consonância com estudos similares que apontam as alterações antrópicas como fator predominante na dinâmica da erosão. Critérios como declividade e pedologia receberam valores intermediários, enquanto NDVI e precipitação, apesar de relevantes, foram considerados com menor peso relativo para o contexto específico analisado.

Quadro 5 – Comparação par a par de prioridade

	Uso e Cobertura	Declividade	Pedologia	NDVI	Precipitação
Uso e Cobertura	1	2	4	5	6
Declividade	0,50	1	3	4	4
Pedologia	0,25	0,33	1	4	3
NDVI	0,20	0,25	0,25	1	3
Precipitação	0,17	0,25	0,33	0,33	1

Fonte: Autor

O processo de verificação de consistência da matriz comparativa gerou uma Razão de Consistência (CR) igual a 0,075, valor inferior ao limite de 0,10 proposto por Saaty (1980). Isso confirma a coerência lógica dos julgamentos estabelecidos nas comparações par a par, garantindo que o modelo AHP adotado apresenta consistência aceitável para fins de priorização dos critérios na análise de suscetibilidade à erosão.

Conforme sistematizado no quadro 6, o ranking final obtido a partir da matriz AHP confirma o uso e cobertura do solo como critério de maior prioridade (43,5%), seguido pela declividade (27,9%) e pela pedologia (15,6%). Esse ordenamento decorre das decisões tomadas no processo comparativo, que priorizaram o fator antrópico em virtude da significativa pressão agrícola e urbana sobre a bacia, complementado pela influência topográfica e do tipo de solo na formação de escoamento e na infiltração. NDVI e precipitação foram ponderados com pesos menores, coerentes com a homogeneidade climática local e com a

cobertura vegetal que, apesar de variável, mostrou-se menos determinante frente aos demais fatores no escopo do estudo.

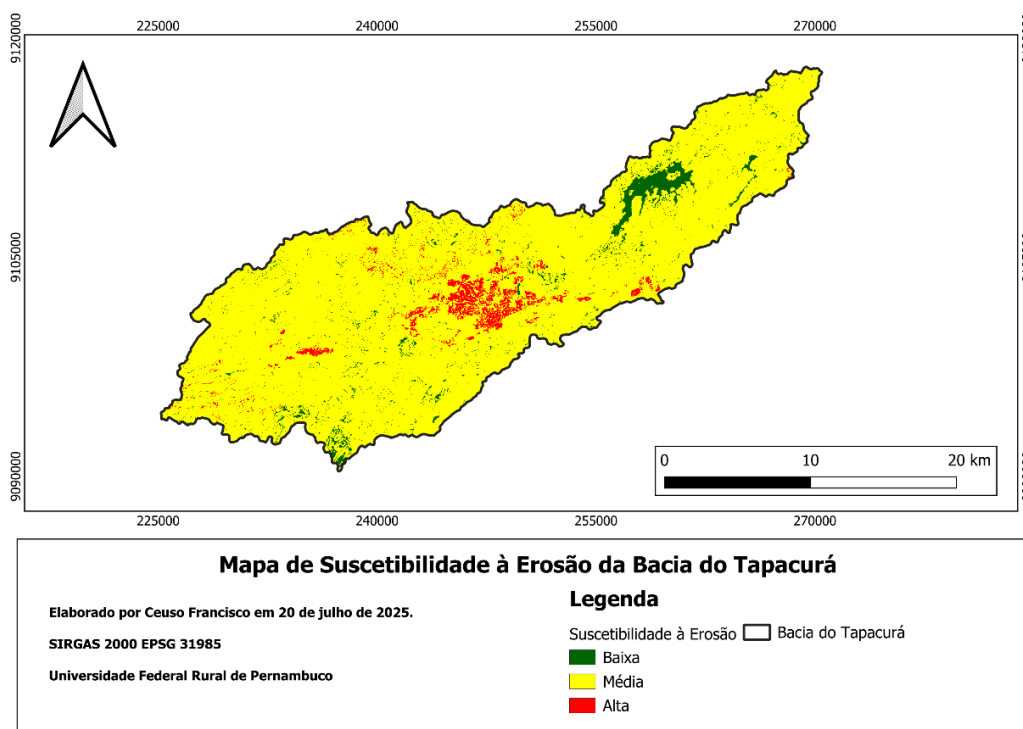
Quadro 6 – Ranking de relevância

Camada	Prioridade	Ranking
Uso e Cobertura	43,5%	1
Declividade	27,9%	2
Pedologia	15,6%	3
NDVI	8%	4
Precipitação	5,1%	5

Fonte: Autor

Os resultados obtidos no mapeamento de suscetibilidade à erosão representados na figura 3, demonstram que a maior parte da Bacia do Tapacurá está inserida nas classes de risco médio (2), com áreas classificadas como risco baixo (1), principalmente em zonas próximas a corpos hídricos e risco alto (3) concentrado principalmente próximo aos centros urbanos e zonas de declividade acentuada.

Figura 3: Mapa de Suscetibilidade à Erosão



Fonte: Autor

Esse padrão se relaciona diretamente com as características físicas da bacia, especialmente a declividade, que influencia fortemente a dinâmica do escoamento superficial. Em terrenos mais inclinados, a água escoar com maior velocidade, reduzindo o tempo de infiltração e favorecendo o arraste de partículas do solo — o que contribui para a intensificação dos processos erosivos (SILVA, et al., 2022).

Além do relevo, a distribuição da precipitação na bacia também desempenha um papel importante. De acordo com Silva *et al.* (2010), a região apresenta forte concentração das chuvas em poucos meses do ano, com destaque para o período de março a julho. Essa sazonalidade pode gerar episódios intensos de enxurradas, especialmente em áreas desprovidas de cobertura vegetal, aumentando o impacto erosivo. O estudo ainda aponta uma tendência de redução da precipitação anual, o que, somado ao uso intensivo do solo, pode comprometer a recarga hídrica e favorecer a degradação ambiental em longo prazo.

Além dos fatores físicos, o uso antrópico do solo tem exercido forte influência sobre os processos erosivos na Bacia do Tapacurá. Silva et al. (2023) demonstraram que, entre 1990 e 2020, houve uma redução considerável das áreas de vegetação nativa e um crescimento expressivo de atividades antrópicas, como pastagens, agricultura e expansão urbana. Essas mudanças ocorreram muitas vezes de forma desordenada, atingindo áreas ambientalmente sensíveis, o que compromete a estabilidade ecológica da bacia e favorece a degradação dos recursos naturais. Embora o mapeamento tenha apontado um aumento da classe “floresta” em alguns setores, esse acréscimo se deu principalmente sobre áreas anteriormente degradadas, não representando necessariamente a recuperação da vegetação nativa.

Diante disso, os resultados obtidos não apenas delimitam espacialmente as áreas mais suscetíveis à erosão, como também revelam uma conexão direta entre vulnerabilidade física, pressão antrópica e conflitos institucionais e sociais. Tais evidências reforçam a importância de ações integradas de ordenamento

territorial, recomposição de áreas degradadas, ampliação da cobertura vegetal e melhorias na infraestrutura de saneamento básico, com ênfase na articulação entre os diferentes setores e esferas de gestão ambiental.

4 CONCLUSÃO

O mapeamento de suscetibilidade à erosão realizado na Bacia do Tapacurá evidenciou a predominância de áreas classificadas como risco médio, refletindo a necessidade de atenção do território diante de fatores naturais e antrópicos. A combinação entre relevo acidentado, solos com baixa resistência à erosão e uso intensivo do solo por práticas agropecuárias e expansão urbana contribui significativamente para esse cenário.

A concentração da precipitação em curtos períodos do ano, conforme apontado por estudos regionais, intensifica o escoamento superficial em áreas desprotegidas, acentuando os processos erosivos. Soma-se a isso a ausência de cobertura vegetal adequada e as práticas de manejo do solo que, em muitos casos, não seguem critérios de conservação.

Portanto, os resultados obtidos neste trabalho não apenas apontam as áreas para ações de controle da erosão, como também revelam a necessidade de uma abordagem integrada de gestão ambiental. A conservação do solo e da água, o planejamento do uso do território, a recuperação de áreas degradadas e a ampliação do saneamento básico são medidas essenciais para mitigar os impactos já identificados e evitar a intensificação de processos erosivos e de contaminação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

Aires, A. A.; Costa, J. D.; Bezerra, J. M.; Rêgo, A. T. A. Análise Multicritério da Suscetibilidade Erosiva da Microbacia Hidrográfica da Barragem de Pau dos Ferros/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.15, n.02(2022) 1128-1141.

APAC. Atlas climatológico do Estado de Pernambuco: normais climatológicas 1991-2020. Recife: APAC, Gerência de Meteorologia e Mudanças Climáticas, 2023. 148 p. Il., mapas color., tabs. ISBN 978-65-981857-0-1.

ARRINGTON, W. Soil erosion - causes, effects, and prevention. **International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch**, v. 6, n. 6, p. 226-235, 2021. ISSN: 2456-8643. DOI: <https://doi.org/10.35410/IJAEB.2021.5696>.

COSTA, S. A. T.; BEZERRA, A. C.; ARAÚJO, A. M. Q.; SILVA, M. F.; CRUZ, J. F.; ALVES, R. M.; SOUZA, L. S. B. Dinâmica espaço-temporal das anomalias de precipitação em uma região semiárida, Nordeste do Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 18, e14, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.21168/reg.v18e14>.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 103 p. (INPE-8454-RPQ/722).

DUARTE, C. C. Análise dos impactos das mudanças climáticas no escoamento superficial da Bacia Hidrográfica do rio Tapacurá – PE, a partir da utilização do modelo de balanço hídrico mensal semi-distribuído. Dissertação de mestrado (Pós Graduação de Geografia), PP GEO, Recife, UFPE, 2009.

DUARTE, C. C.; GALVÍNCIO, J. D.; CORRÊA, A. C. B.; ARAÚJO, M. S. B. Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Tapacurá-PE. **Revista de Geografia** (Recife), UFPE – DCG/NAPA, v. 24, n. 2, p. 50-64, mai./ago. 2007.

FEITOSA, T. H. S.; CALDAS, A. M.; BRAGA, S. E.; PERÔNICO, A. M. B. L.; SILVA, Â. E. A.; SILVA, L. J. S.; PISSARRA, T. C. T.; RIZZI NETO, E.; FRANÇA, R. F. F.; CORREIA, A. P. Análise multicritério, em ambiente SIG, para zoneamento de risco de incêndios florestais em áreas de bacias hidrográficas. **Revista UNG – Geociências**, v. 21, n. 2, 2022.

FRANÇA, L. C. J.; MUCIDA, D. P.; MORAIS, M. S.; CATUZZO, H.; ABEGÃO, J. L. R.; PEREIRA, I. M. Zoneamento da fragilidade ambiental de ecossistemas naturais e antropizados por meio de avaliação multicritério. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 5, p. 589-599, set./out. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7300>.

LIMA, M. T. V.; OLIVEIRA, C. W.; MOURA-FÉ, M. M.. Análise multicritério em geoprocessamento como contribuição ao estudo da vulnerabilidade à erosão no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 5, p. 3156-3172, 2021.

NEVES, L. Z.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, J. D.; MORAIS, M. S.; FRANÇA, L. C. J.; MUCIDA, D. P. Uso do índice de vegetação na avaliação da dinâmica da vegetação e sua correlação com processos erosivos. **Revista Espinhaço**, v. 13, n. 1, 2024. ISSN 2317-0611. DOI: 10.5281/zenodo.14506788.

NISHIZIMA, M. L. **Vulnerabilidade ambiental à processos erosivos lineares no setor centro-sul do município de Mirante do Paranapanema - SP**. 2021. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2021.

PESSOA NETO, A. G. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, Pernambuco, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, Universidade de São Paulo, v. 43, e200802, 2023. Disponível em: www.revistas.usp.br/rdg. Acesso em: 9 jul. 2025.

RIBEIRO, L. S.; ROBAINA, L. E. S.; CRISTO, S. S. V. A susceptibilidade geoambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado - Tocantins. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 35, e67033, 2023. DOI: 10.14393/SN-v35-2023-67033.

ISSAKA, S.; ASHRAF, M. A. Impact of soil erosion and degradation on water quality: a review, **Geology, Ecology, and Landscapes**, 1:1, 1-11, 2017. DOI: 10.1080/24749508.2017.1301053.

Saaty, T.L., 1980. **The Analytic Hierarchy Process**. McGraw-Hill, New York, NY. <https://doi.org/10.21236/ADA214804>

SILVA, A. M. F.; GALVINCIO, J. D.; LUZ, G. G. Análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Tapacurá (PE). **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 13, n. 2, p. 142-151, 2023.

SILVA, D. F.; BARBOSA NETO, M. V.; MIRANDA, M. R. B.; SILVA, J. F. L. Análise do potencial de perda de solo da bacia hidrográfica do rio Jaboaão – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 4, p. 2025-2041, 2022.

SILVA, L. J. S.; CALDAS, A. M.; FEITOSA, T. H. S.; RIZZI NETO, E.; LACERDA, G. L. B.; FRANÇA, R. F. F.; BRAGA, S. E.; ROLIM NETO, F. C.; CORREIA, A. P.; PISSARRA, T. C. T. Identificação e hierarquização de risco a inundações em áreas de bacias hidrográficas. **Revista UNG – Geociências**, v. 21, n. 2, p. 21-36, 2022. DOI: 10.33947/1981-741X-v21n2-5018.

SILVA, R. M.; SILVA, L. P.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da precipitação na Bacia do Rio Tapacurá, Pernambuco. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 357-372, ago. 2010.

SILVA, V. C. B.; MACHADO, P. Sá. SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. **Revista de Geografia (UFPE)**, Recife, v. 31, n. 2, p. 66-87, 2014. Disponível em: www.ufpe.br/revistageografia.

SILVA, W. G.; MACHADO, V. M.; CHAGAS, M. V. S.; FLORES, W. M. F. Susceptibilidade a erosão utilizando o processo de análise hierárquica (AHP) e sistema de informação geográfica. **Revista Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, n. 7, p. 66-78, dez. 2016.

SOUZA, D. L.M.; ROMERO, L. M.; FUREGATTI, S. A. Levantamento e análise de fatores de influência na ocorrência de feições à margem esquerda de uma feição erosiva principal: caso da Cohab-16 em Bauru/SP. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 9, n. 71, p. 126-141, 2021.

XAVIER, A. P. C.; SILVA, R. M. Modelagem temporal dinâmica do uso e ocupação do solo baseado em SIG para a bacia do Rio Tapacurá (PE). **Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 193-210, 2018. Disponível em: <https://revistas.rc.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/2878>.