

ANÁLISE DOS ATRIBUTOS ECOLÓGICOS E CONFLITOS DE USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPACURÁ – PE

MARIA SIMONE SANTANA DOS SANTOS¹; RALINI FERREIRA DE MELO²;
ARQUIMEDES PARENTE PAIVA MORORÓ³; REGILLYS BERNARDINO
FERREIRA DE SENA⁴ E MARCUS METRI CORREA⁵

¹ Departamento de Agronomia; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil; simoneesantana24@gmail.com; ORCID (<https://orcid.org/0009-0007-9168-7934>)

² Departamento de Tecnologia Rural; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil; ralini.ferreira@ufrpe.br; ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-6884-9057>)

³ Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil; appaiva@hotmail.com; ORCID (<https://orcid.org/0009-0008-2252-6800>)

⁴ Departamento de Agronomia; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil; sregillys@gmail.com; ORCID (<https://orcid.org/0009-0003-5186-5047>)

⁵ Departamento de Tecnologia Rural; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil; marcus.metri@gmail.com; ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9506-8969>)

1 RESUMO

A expansão desordenada da agropecuária, sem avaliação prévia das características do solo representa risco ambiental significativo, pois eleva a erosão e a poluição dos ecossistemas adjacentes, por meio de assoreamento e contaminação com agroquímicos. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta essencial para monitorar e prever pressões ambientais, especialmente em bacias hidrográficas como a do rio Tapacurá, que abastece a Região Metropolitana do Recife. Este estudo analisou o uso do solo nessa bacia, com foco em conflitos de uso e áreas de preservação permanente (APPs), gerando mapas temáticos e de uso potencial através do QGIS. Identificou-se que o conflito da classe I é marcado por severas limitações para culturas e pastagens, cobre a maior parte da bacia (268,99 km²), enquanto a classe 2, mais adequada para pastagem nativa ou reflorestamento, ocupa 0,08 km². Os resultados destacam a urgência de diretrizes que orientem: o manejo sustentável do solo, mitigando impactos ambientais e melhorando a qualidade de vida. A pesquisa recomenda um planejamento das atividades agropecuárias alinhado às características ambientais, priorizando áreas para conservação e uso adequado da terra.

Palavras-chave: degradação ambiental, geoprocessamento, unidade hidrográfica, conservação do solo.

SANTOS, M. S. S.; MELO, R. F.; MORORÓ, A. P. P.; SENA, R. B. F.; CORREA, M. M.)

ANALYSIS OF ECOLOGICAL ATTRIBUTES AND LAND USE CONFLICTS IN THE TAPACURÁ RIVER BASIN – PE

2 ABSTRACT

The disorderly expansion of agriculture and livestock farming, without prior assessments of soil characteristics, represents a significant environmental risk because it increases the erosion and pollution of adjacent ecosystems through silting and contamination with agrochemicals. A geographic information system (GIS) is an essential tool for monitoring and predicting environmental pressures, especially in river basins such as the Tapacurá River, which supplies the Metropolitan Region of Recife. In this study, land use in this basin was analyzed, with a focus on land use conflicts and permanent preservation areas (PPAs), and thematic and potential use maps were generated through QGIS. The conflict identified in class I is marked by severe limitations for crops and pastures, covering most of the basin (268.99 km²), whereas class 2, which is more suitable for native pasture or reforestation, occupies 0.08 km². The results highlight the urgency of guidelines that guide sustainable soil management, mitigating environmental impacts and improving quality of life. This research recommends planning agricultural activities in line with environmental characteristics and prioritizing areas for conservation and appropriate land use.

Keywords: environmental degradation, geoprocessing, hydrographic unit, soil conservation.

3 INTRODUÇÃO

A ampliação desordenada das atividades agropecuárias, sem a devida análise prévia das condições e restrições do uso do solo, pode gerar impactos ambientais significativos. Quando desenvolvida de forma inadequada, essa prática intensifica o risco de erosão ao ocupar áreas suscetíveis em função da topografia, além de favorecer a poluição que compromete ecossistemas próximos, seja pelo assoreamento dos cursos d'água ou pela contaminação causada por insumos químicos (Alves *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2020).

Somando-se a isto, o aumento expressivo da população e consequente uso da água e do solo, tornam necessário o desenvolvimento de ações com vistas ao uso racional dos recursos naturais. Mudanças climáticas e as interferências humanas produzem impactos nas bacias hidrográficas

que necessitam ser esclarecidos por investigação de métricas que indiquem a ocorrência real do fato e a formulação e aplicação de leis que se fundamentam nessas métricas estabelecidas (Pissarra *et al.*, 2019).

Assim, uma gestão eficiente requer a elaboração de um plano estratégico fundamentado em informações detalhadas sobre a área de atuação, de modo a garantir que as ações de desenvolvimento sejam conduzidas de forma mais eficaz (Sandim; Machado, 2020).

No processo de ocupação do espaço e das mudanças no uso do solo ocorre os interesses das gestões políticas administrativas, econômicas, sociais e ambientais (Silva *et al.*, 2021). A gestão ambiental surge como uma necessidade urgente diante dos problemas ambientais que vêm afetando o planeta (Dantas; Passador, 2020) e por ser um problema notadamente espacial, o emprego do geoprocessamento

como instrumento auxiliar aos gestores voltados para: aquisição, manipulação, armazenamento, combinação, análise e recuperação de informações que são de grande importância para a tomada de decisões.

Neste contexto, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta poderosa e permite uma visão espacial associada a uma gestão mais efetiva (Aragão, 2020). Os cenários e medidas de adaptação que tenham o potencial de previsão para alerta de pressões antrópicas extremas na qualidade da água, solo e seus usos são melhor determinados pelos SIG's uma vez que variam em função das incertezas temporais e espaciais das bacias hidrográficas.

O objetivo principal é avaliar os atributos do ecossistema de bacias hidrográficas no intuito de entender seus padrões de uso e como esses atributos influenciam na qualidade e quantidade de produção de água para o abastecimento

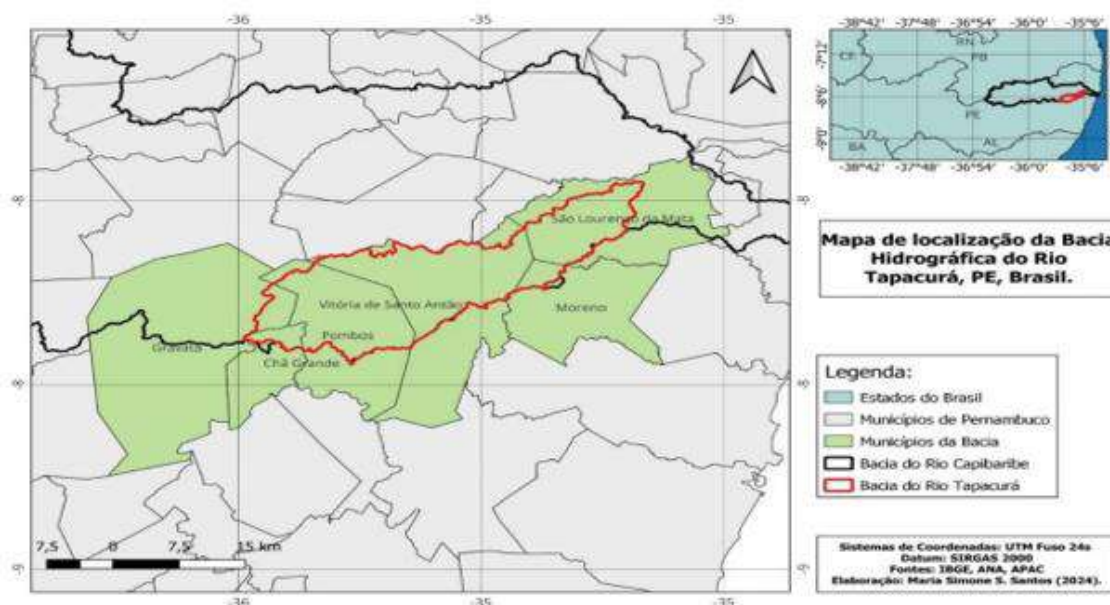
urbano e os múltiplos usos do recurso hídrico e do solo. Além disso, é essencial monitorar e avaliar indicadores ambientais, considerando sua grande relevância para o estado de Pernambuco, uma vez que esta pesquisa poderá contribuir significativamente para a preservação do meio ambiente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Tapacurá, sub-bacia do Rio Capibaribe, localizada no estado de Pernambuco. Esta bacia localiza-se entre as coordenadas 35° 30' 00" e 35° 5' 00" de longitude oeste e 8° 13' 00" e 7° 58' 30" de latitude sul, utilizando o sistema de referência SIRGAS 2000 (Duarte *et al.*, 2008).

Figura 1. Mapa da bacia do rio Tapacurá, sub-bacia do Rio Capibaribe



Fonte: Autores (2024)

O estudo das tendências futuras da dinâmica temporal do uso do solo é fundamental para o planejamento ambiental eficaz, especialmente em regiões afetadas

pelas constantes mudanças no uso e ocupação do solo, como a expansão agropecuária (Pacheco, 2019). A bacia do Rio Tapacurá, no Estado de Pernambuco, é

um exemplo claro desse cenário. Contudo, é necessário estabelecer uma transição que relacione diretamente a área de estudo aos impactos ambientais, explicando como as mudanças no uso do solo afetam a bacia e justificam a realização da pesquisa. A bacia do Rio Tapacurá desempenha um papel crucial no abastecimento de água para consumo humano e industrial de grande parte da Região Metropolitana do Recife (RMR), o que reforça a importância de compreender os impactos ambientais das atividades agropecuárias e de promover diretrizes para um manejo sustentável do solo.

4.2 Processamento de dados

Foram utilizadas, para compor a base do mapeamento e para a coleta de dados, cenas de imagens da Missão ALOS PALSAR, com resolução espacial de 12,5 m, e um mosaico de imagens *Sentinel-2*, proveniente da missão de observação da Terra do Programa Copernicus. Este programa adquire sistematicamente imagens ópticas em alta resolução espacial sobre a terra e as águas costeiras. As imagens estão disponíveis gratuitamente nos sites da *Alaska Satellite Facility (ASF)* e *Copernicus Open Access Hub*.

A coleta de dados na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) abrange a delimitação e drenagem das bacias hidrográficas. Com base nessas informações, todos os dados foram processados para a área de estudo em questão. As delimitações territoriais foram obtidas no site do IBGE, permitindo a identificação dos municípios que fazem parte da bacia.

As modelagens digitais foram realizadas no software QGIS, um ambiente aberto disponível para uso no Laboratório de Geotecnologias do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Uma rotina foi executada no QGIS para criar um banco

de dados destinado ao armazenamento e à organização das informações e produtos (mapas temáticos), subdivididos em categorias como: topográficos e morfométricos, uso e conflito, riscos ambientais e zoneamentos (Costa *et al.*, 2020).

4.3 Caracterização Morfométrica

A caracterização morfométrica foi realizada utilizando o SIG para analisar as camadas da bacia do rio Tapacurá, referentes às áreas de drenagem e rede hidrográfica. Essa análise foi baseada em modelos matemáticos que relacionam as características geométricas da bacia, a rede de drenagem e o relevo. Os parâmetros foram obtidos de forma automatizada, por meio da *ferramenta r.watershed* do software livre QGIS.

4.3.1 Características geométricas:

Área da bacia (A): Corresponde à extensão total da superfície da bacia hidrográfica. Trata-se de um parâmetro fundamental para o cálculo de diversas outras métricas morfométricas. No presente estudo, a área da bacia, expressa em km², foi determinada automaticamente por meio da criação de um campo na tabela de atributos da camada, utilizando a função *\$area na "calculadora de campo"* (Schumm, 1956).

Perímetro da bacia (P): Representa o comprimento, em quilômetros, do limite topográfico que delimita a bacia. Assim como no caso da área, o valor do perímetro foi obtido de forma automática, empregando a função *\$perimeter na "calculadora de campo"* (Schumm, 1956).

4.3.2 Características hidrográficas:

Rede de drenagem (Rd): Compreende o conjunto formado pelo curso principal e seus afluentes, que constituem o sistema de drenagem da bacia hidrográfica. Para este

estudo, a rede foi delimitada utilizando o algoritmo *r.stream.extract*.

Densidade de drenagem (Dd):

Indica a relação entre o comprimento total da rede hidrográfica e a área da bacia, expressa em km/km² (Horton, 1932). O cálculo seguiu a Equação 1:

Onde:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (1)$$

- Dd = Densidade de drenagem (km/km²);
- Lt = Comprimento total dos canais ou rios (km);
- A = Área total da bacia (km²).

Tempo de concentração (Tc):

Representa o período necessário, geralmente medido em horas, para que a água proveniente do ponto mais distante da bacia alcance o exutório (Kirpich, 1940). Foi estimado conforme a Equação 2:

$$Tc = 85,2 \times \left(\frac{L_3}{H'}\right)^{0,358} \quad (2)$$

Ordem da bacia: Refere-se ao nível hierárquico dos cursos d'água dentro da bacia. A classificação foi realizada por meio da ferramenta *channel network and drainage basins*, seguindo a metodologia de ordenação de Strahler.

Comprimento dos cursos d'água:

Determinado no QGIS por meio da função *length(\$geometry)* na calculadora de campo, a qual permite mensurar o comprimento de feições lineares.

4.3.3 Características de relevo:

Forma da bacia: Foi utilizado o fator de forma (Kf), como apresenta a Equação 3, é a razão entre a área e o quadrado do comprimento axial da bacia (Horton, 1945).

$$Kf = \frac{A}{(La)^2} \quad (3)$$

Onde:

- Kf = Fator de forma;
- A = Área da bacia hidrográfica (km²);
- La = Comprimento axial da bacia (km).

Declividade de álveo ou do canal

(Ieq): Este parâmetro expressa a relação entre a diferença de altitude e o comprimento do curso principal (Villela; Matos, 1975). Foram adotadas duas abordagens para seu cálculo:

Declividade pelos extremos (S1):

calculada pela razão entre a variação altimétrica total e o comprimento do canal principal, conforme a Equação 4.

Declividade entre 10% e 85% do curso (S10-85): obtida considerando as altitudes correspondentes a 10% e 85% do comprimento do rio, medido a partir do exutório, conforme a Equação 5.

Em ambas as metodologias, o resultado foi expresso em metros por quilômetro (m/km).

$$S1 = \frac{\Delta H}{L} \quad (4)$$

$$S10 - 85 = \frac{H85\% - H10\%}{0,75 \times L} \quad (5)$$

- S1 = Declividade hidráulica geral;
- S10-85 = Declividade entre os percentis 10% e 85% da curva hipsométrica;
- ΔH = Diferença de elevação ao longo do comprimento da bacia (m);
- L = Comprimento total da bacia hidrográfica (km);

Observação: H85% e H10% = Cotas altimétricas correspondentes aos percentis 85% e 10% da bacia hidrográfica.

4.3.4 Área de preservação permanentes

Nesta etapa, foram utilizadas

informações referentes aos cursos d'água e à localização das nascentes. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram definidas de acordo com o artigo 4º da Lei Federal nº 12.651/2012. Para a delimitação, aplicou-se a metodologia descrita por (Peluzio; Santos; Fiedler, 2010), por meio do comando “*buffer*” disponível no módulo de geoprocessamento do software QGIS. Foi considerado um raio de 50 metros ao redor de cada nascente e, para os cursos d'água com largura inferior a 10 metros — típicos dos trechos iniciais da rede de drenagem —, adotou-se uma faixa de preservação de 30 metros em cada margem.

Os mapas dos fatores ambientais,

incluindo classes de declividade, rede de drenagem e delimitação da bacia hidrográfica, foram gerados a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM, utilizando o software QGIS. A criação do mapa de uso potencial do solo baseou-se no coeficiente de rugosidade (Ruggedness Number – RN), conforme proposto por Rocha e Kurtz (2001). Um valor maior de RN indica maior risco de erosão do solo. Esse parâmetro é fundamental para orientar o uso potencial das terras, ajudando a determinar suas aptidões para atividades como agricultura, pecuária, reflorestamento ou preservação permanente, como detalhado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação de aptidão de uso do solo segundo o RN*

Classificação segundo o RN	Indicativo de uso potencial do solo	Peso
Aptidão A	Agricultura	1
Aptidão B	Pecuária	2
Aptidão C	Pecuária/Floresta	3

**Ruggedness Number* (Coeficiente de rugosidade)

Fonte: Autores (2024)

A determinação do coeficiente de rugosidade foi realizada por meio da equação $RN = D \times H$, em que RN representa o coeficiente de rugosidade, D é a densidade da rede de drenagem (km/km²) e H corresponde à declividade média (%) da área em estudo.

Para a análise morfométrica, a bacia hidrográfica foi dividida em 55 compartimentos hidrológicos. Em cada compartimento, foram calculadas variáveis como a área (km²), os comprimentos totais

da rede de drenagem (km), a densidade de drenagem (km/km²) e a declividade média (%), com o auxílio da ferramenta *r.watershed* no QGIS.

O mapa de uso e ocupação atual do solo foi gerado a partir do banco de dados do MapBiomas, utilizando o método de classificação supervisionada. Para este estudo, cada classe foi identificada conforme a ocupação do solo, considerando três categorias de uso do solo, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Classes de uso atual do solo e pesos

Classes	Indicativo de uso potencial do solo	Peso
Classes A	Agricultura	1
Classes B	Pastagem	2
Classes C	Floresta	3

Fonte: Autores (2024)

Os mapas das áreas de conflito foram gerados utilizando o método de classificação cruzada, que consiste na superposição de dois planos de informação (álgebra de mapas). Esse processo envolveu a sobreposição dos mapas de uso potencial do solo com o mapa de uso e ocupação atual do solo, permitindo a elaboração do mapa de conflitos de uso. A operação foi realizada no QGIS, com o auxílio da ferramenta Raster Calculator, o que facilitou a delimitação e classificação das áreas de conflito de uso, conforme a metodologia proposta por Valle

Junior *et al.* (2019).

Como exemplo, se o peso de RN (Tabela 1) for indicativo de uso para florestas, e atualmente a respectiva área é usada para agricultura (Tabela 2), após a classificação cruzada ($3 - 1 = 2$) pode-se definir a existência de um conflito de categoria 2 e assim sucessivamente (Tabela 3). Quando o resultado da classificação cruzada for negativo ou zero, indica área de expansão agrícola ou área sem conflito de uso do solo.

Tabela 3. Descrição das categorias de conflito de uso do solo (Degradação Ambiental)

Peso da aptidão – Peso do uso atual	Categorias de conflito	Descrição
Exemplos: $4 - 3 = 1$ $3 - 2 = 1$ $2 - 1 = 1$	Terras com riscos ou limitações permanentes Categoria 1	Terras severas quando usadas para culturas anuais e pastagens, seu uso deve ser norteado pela implementação de técnicas conjuntas de conservação do solo (caráter vegetativo, mecânico).
Exemplos: $4 - 2 = 2$ $3 - 1 = 2$	Categoria 2	Terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagem nativa, reflorestamento ou preservação ambiental.
Exemplos: $4 - 1 = 3$	Categoria 3	Terras impróprias para cultivos intensivos e pastagens, mas ainda adaptadas para reflorestamento ou preservação ambiental.

Fonte: Adaptado de Valle Junior *et al.* (2019)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia do rio Tapacurá com área de 467,574 km² e perímetro de 216,77 km é classificada como de grande porte. Esses valores, quando relacionados, determinam o formato da bacia, isto é, se é mais alongada ou circular.

A partir da determinação da Forma da Bacia (Kf), o valor de 0,18 demonstra que a região do estudo possui formato alongado e irregular, devido às influências estruturais, como a presença de falhas e fraturas

indicando o baixo risco de inundações e cheias instantâneas.

Tabela 4. Características da bacia hidrográfica do rio Tapacurá

Características	Resultados
Área da bacia (A)	467,574 km ²
Perímetro da bacia (P)	216,77 km
Comprimento dos cursos d'águas	127,85
Fator de forma (Kf)	0,18
Densidade de drenagem (Dd)	0,27 km.km ⁻²
Ordem dos cursos d'água	3 ^a
Declividade de álveo (S ₁)	5,36 m/km
Declividade de álveo (S ₁₀₋₈₅)	2,37 m/km
Tempo de concentração (Tc)	21,15 h

Fonte: Autores (2024)

Embora o formato da bacia estudada não favoreça naturalmente a ocorrência de enchentes, é importante destacar que parte de seu trecho médio se encontra em área urbanizada do município de Vitória de Santo Antão. Nessa região, a presença significativa de ocupações irregulares tem resultado na supressão da vegetação ciliar e no descarte direto de resíduos sólidos, bem como de efluentes domésticos e industriais não tratados, no rio Tapacurá (Lorena *et al.*, 2018). Essas intervenções acarretam alterações relevantes no ciclo hidrológico, aumentando a suscetibilidade da bacia a inundações, especialmente durante eventos de chuvas intensas.

Além da significativa ocupação urbana irregular, a área do médio curso da bacia apresenta elevada propensão a inundações em função da interação de diversos fatores naturais, incluindo as características geológicas, o tipo de solo e a elevada pluviosidade local (Miranda *et al.*, 2017). A análise morfoestrutural dessa porção evidencia a presença de formações rochosas e solos com baixa capacidade de infiltração, o que intensifica o escoamento superficial e favorece o acúmulo de água, sobretudo em períodos de precipitação extrema.

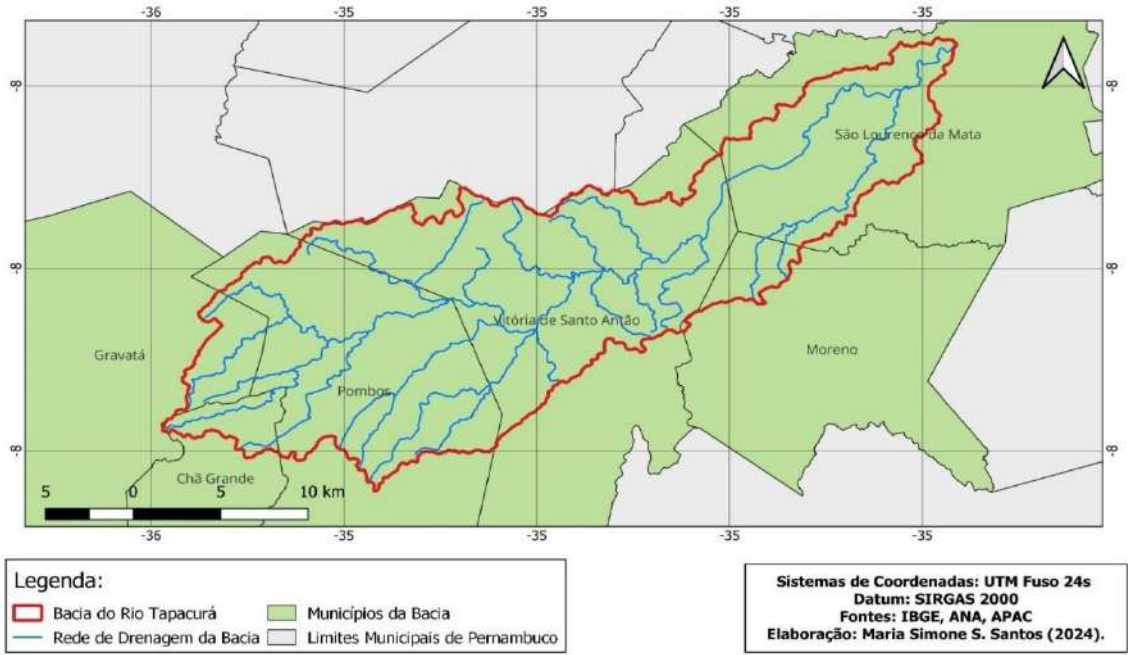
A Densidade de Drenagem (Dd) é

um parâmetro utilizado para avaliar se a rede hidrográfica de uma bacia apresenta baixa ou elevada eficiência (Souza *et al.*, 2021). No caso da bacia do rio Tapacurá, o valor obtido de 0,88 km/km² indica uma condição intermediária, caracterizando uma drenagem de padrão regular. Segundo Smichowski e Contreras (2023), valores mais altos de Dd tendem a estar associados a respostas mais rápidas da bacia frente a eventos intensos de precipitação, em virtude da maior velocidade do escoamento superficial. Por outro lado, valores mais baixos geralmente indicam solos com maior resistência à erosão ou elevada permeabilidade, além de relevo suavizado, o que retarda o deslocamento da água (Costa *et al.*, 2020).

A rede hidrográfica da bacia do Tapacurá enquadra-se na terceira ordem, conforme o método de classificação hierárquica de cursos d'água, evidenciando uma estrutura com boa ramificação e significativa presença de afluentes de primeira ordem (Strahler, 1957). Essa configuração contribui para a manutenção de habitats aquáticos e reflete um nível de organização que favorece a definição estrutural da drenagem.

Com o intuito de obter a visualização de toda área de estudo, foi elaborado o mapa apresentado na Figura 2.

Figura 2. Mapa da Rede de Drenagem

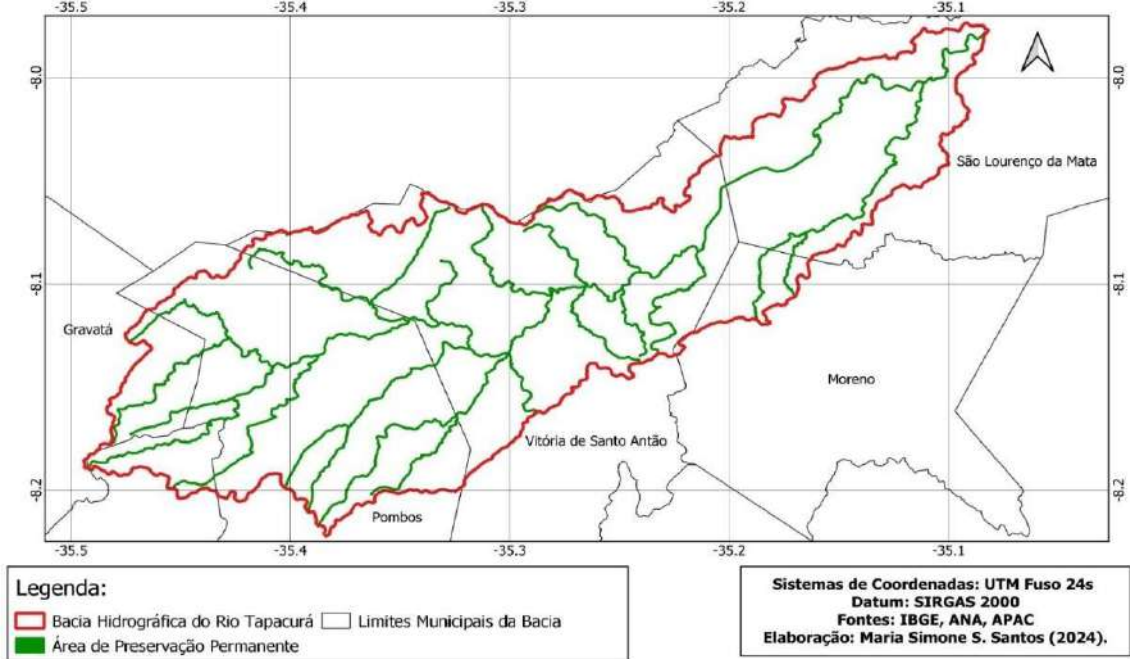


Fonte: Autores (2024)

A partir dos dados morfométricos e do Modelo Digital de Elevação (MDE), foram geradas as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) pelo módulo Buffer do

QGIS, facilitando a compreensão das interações entre a biodiversidade local, os ecossistemas e as atividades humanas, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3. Área de Preservação Permanente

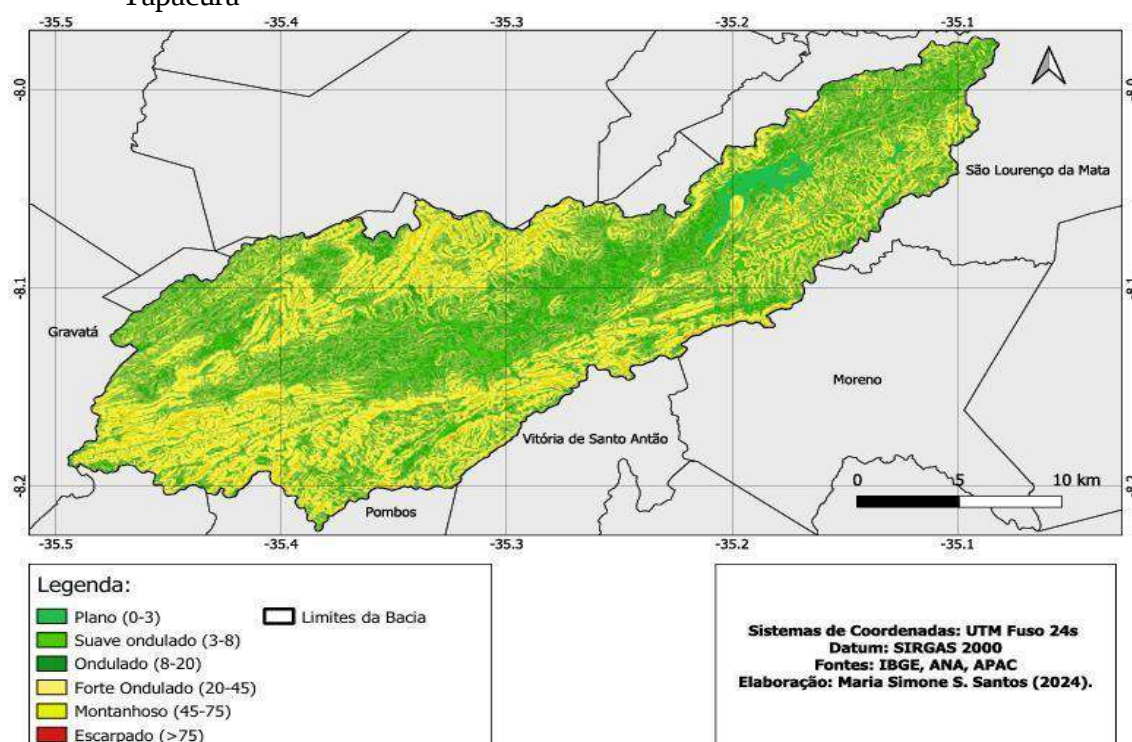


Fonte: Autores (2024)

A Figura 4 apresenta o mapa com as classes de declividade dividida em seis categorias: Plano (0 – 3%), Suave Ondulado (3 – 8%), Ondulado (8 – 20%), Fortemente Ondulado (20 – 45%), Montanhoso (45 – 75%) e Forte-Montanhoso/Escarpado (> 75%). A análise morfométrica da bacia

revela que a classe de declividade predominante é a Ondulada, abrangendo mais de 40% da área total. Em contraste, a classe de declividade menos expressiva é a Forte-Montanhoso/Escarpado, representando menos de 1% da área da bacia do rio Tapacurá.

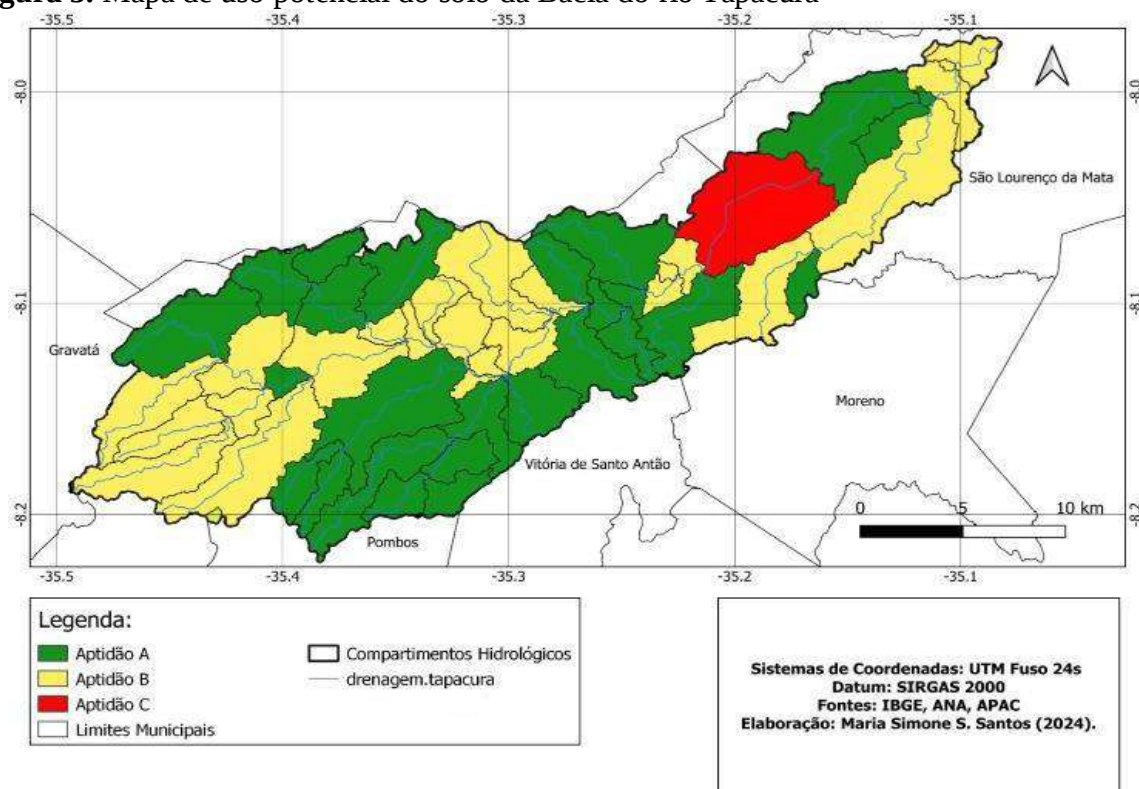
Figura 4. Classes de declividade preconizadas pela EMBRAPA SOLOS da Bacia do rio Tapacurá



Fonte: Autores (2024)

Os mapas gerados permitiram uma análise global das características morfométricas da bacia do rio Tapacurá, e serviram como base para a elaboração do mapa de uso potencial da região. Juntamente com o mapa de uso atual, esses dados foram analisados para identificar a distribuição espacial das áreas de conflito de uso do solo.

As superfícies foram estabelecidas pelo coeficiente de rugosidade, indicativos para agricultura, pecuária e floresta. Como o RN é um parâmetro ambiental que direciona o uso potencial das terras e o que implicará na suscetibilidade do solo à erosão. Na Figura 5, as áreas mais suscetíveis à erosão são observadas nas aptidões tipo C.

Figura 5. Mapa de uso potencial do solo da Bacia do rio Tapacurá

Fonte: Autores (2024)

A capacidade de uso da terra é um conceito essencial no planejamento e manejo sustentável das terras agrícolas. O uso inadequado do solo pode levar à degradação e à diminuição da produtividade das culturas, principalmente em áreas sujeitas à erosão. A determinação da capacidade de uso do solo é fundamental para o manejo sustentável, permitindo prever a adaptabilidade dos solos para diversas culturas e pastagens, além de garantir a manutenção da produtividade sem comprometer o solo. Esse diagnóstico envolve a análise das condições físicas do solo, como a erosão, o solo, a água e o clima, permitindo identificar as áreas mais

suscetíveis à degradação e aquelas subutilizadas.

A capacidade de uso da terra e o Coeficiente de Rugosidade (RN) coincidem em 99,9% dos casos, levando à proposta de substituição da capacidade de uso pelo RN, por ser um método mais ágil e que dispensa a necessidade de coleta de amostras em campo, o que facilitou, principalmente, no aspecto econômico.

As terras classificadas como aptas para agricultura, pecuária e pecuária/floresta ocupam, respectivamente, 234,29 km², 200,30 km² e 31,01 km², correspondendo a 50,3%, 43,0% e 6,7% da área total da bacia (Tabela 5).

Tabela 5. Áreas dos indicativos de uso potencial do solo da Bacia do rio Tapacurá

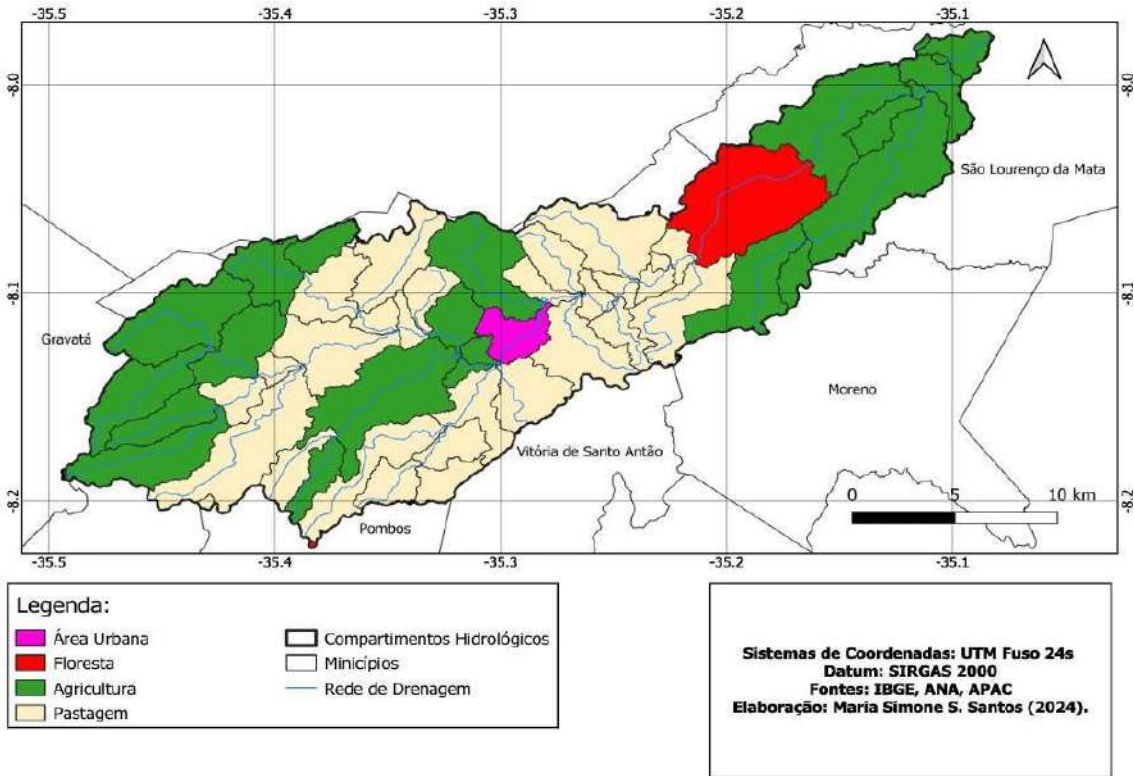
Indicativo de uso potencial do solo	Áreas (km ²)	%*
Aptidão A – Agricultura	234,29	50,3
Aptidão B – Pecuária	200,30	43,0
Aptidão C – Pecuária/Floresta	31,01	6,7
Total	465,6	100

Fonte: Autores (2024)

Para a análise do uso do solo, foram considerados a cobertura vegetal, as ações humanas e os ambientes naturais nativos da região. Nessas áreas nativas, destacou-se a importância da preservação do patrimônio natural, conforme estipulado pela legislação

ambiental brasileira. O mapa na Figura 6 ilustra a distribuição espacial do uso e ocupação do solo na Bacia do rio Tapacurá, abrangendo as classes de pastagem, agricultura, mata e áreas urbanas.

Figura 6. Mapa de uso atual do solo da Bacia do rio Tapacurá



Fonte: Autores (2024)

O uso atual do solo identificado na Bacia do rio Tapacurá apresentou a área de 224,12 km² de agricultura, 31,09 km² de floresta, 203,31 km² de área de pastagem e 7,07 km² de área urbana que equivale a 48,14%, 6,68%, 43,67% e 1,52% da área da Bacia do rio Tapacurá, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Áreas dos usos atuais do solo da Bacia do rio Tapacurá

Uso Atual	Áreas (km ²)	%*
Agricultura	224,12	48,14
Floresta	31,09	6,68
Pastagem	203,31	43,67
Área urbana	7,07	1,52
Total	465,6	100

*Percentual em relação à área total da Bacia

Fonte: Autores (2024)

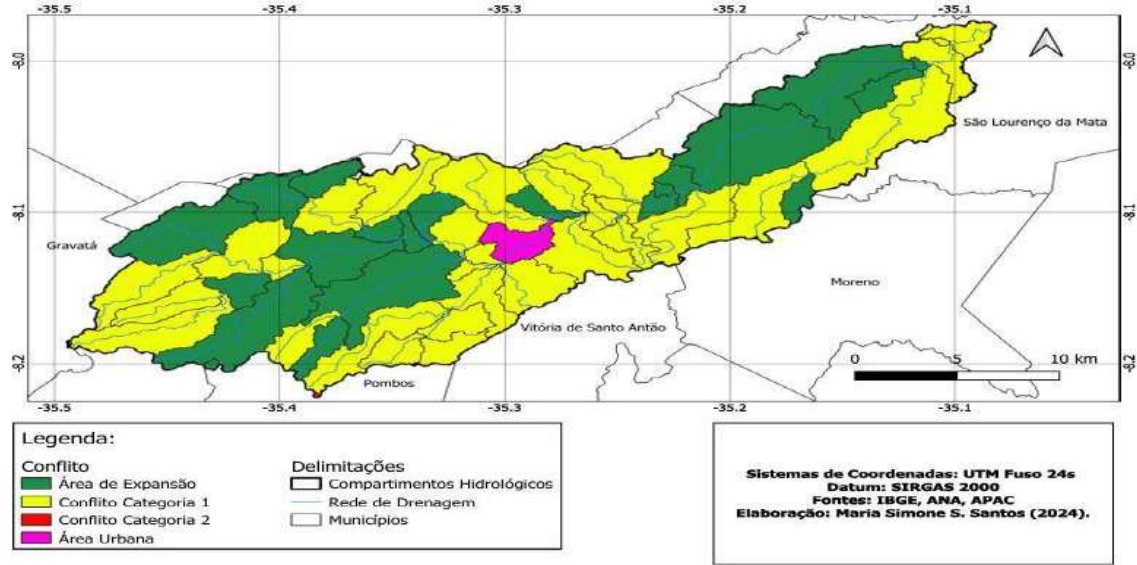
A principal classe de uso na Bacia do rio Tapacurá é a agricultura, com destaque para a cultura da cana-de-açúcar, que ocupa a maior área. A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a produção de açúcar e etanol, sendo fundamental para a economia da região. O cultivo é realizado de forma extensiva, com grandes áreas contínuas, e intensivo manejo do solo devido ao uso de máquinas e tratores. Portanto, é crucial que esse manejo seja realizado de maneira conservacionista.

As áreas de pastagem também ocupam uma parte significativa da bacia, caracterizadas por longos períodos de ocupação do solo com animais. Embora os produtores estejam preocupados em melhorar o uso dos forrageiros, o manejo

adequado não é uma prática comum. A falta desse manejo resulta frequentemente na degradação do solo. Uma pastagem é considerada degradada quando extensas áreas são invadidas por plantas invasoras ou quando o solo fica exposto. Essa degradação provoca o surgimento de sulcos erosivos cujo desenvolvimento desses processos erosivos está intimamente relacionado às características naturais do ambiente.

A Figura 7 apresenta a distribuição espacial das áreas de conflito de uso na Bacia do rio Tapacurá. Embora um conflito de uso possa existir sem necessariamente causar erosão antrópica, é crucial implementar práticas de manejo adequadas nas atividades agropecuárias da região para evitar tal degradação.

Figura 7. Mapa de conflito de uso do solo na Bacia do rio Tapacurá



Fonte: Autores (2024)

Na Tabela 7, são apresentados os valores em km² e os percentuais das três categorias de conflito identificadas na Bacia do rio Tapacurá. Das 467,57 km² da bacia, 268,99 km² estão em zonas de conflito, sendo a classe de conflito 1 a mais

predominante. Essas áreas, que enfrentam riscos ou limitações severas para o uso com culturas anuais e pastagens, correspondem a 99,97% da área de conflito e necessitam de técnicas integradas de conservação do solo.

Tabela 7. Área das categorias de conflito de uso da Bacia do rio Tapacurá

Classe de Conflito	Áreas (km ²)	%*
Categoria 1	268,99	99,97
Categoria 2	0,08	0,03
Total	269,07	100

*Percentual em relação à área total da Bacia.

Fonte: Autores (2024)

A classe de conflito 2, que abrange terras inadequadas para cultivos intensivos, mas ainda apropriadas para pastagem nativa, reflorestamento ou preservação ambiental, corresponde a 8,59 km², o que representa 1,82% da área da Bacia do rio Tapacurá. Nessas áreas, recomendam-se a adoção de práticas conservacionistas para minimizar a perda de solo e, conseqüentemente, melhorar o fornecimento de nutrientes às plantas.

Campos *et al.* (2009) destacam a importância das áreas de preservação permanente, que desempenham um papel crucial na manutenção, preservação e

conservação dos ecossistemas. Essas áreas devem estar sempre cobertas pela vegetação original, pois a cobertura vegetal ajuda a reduzir a erosão, a lixiviação dos solos e contribui para a regulação do fluxo hídrico, diminuição do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, beneficiando diretamente a fauna e a população humana.

A análise revelou que os conflitos de uso surgem principalmente devido à ocupação inadequada, resultante de ações antrópicas e, frequentemente, de ocupações irregulares com manejo inadequado, desconsiderando a legislação ambiental

brasileira.

É fundamental lembrar que as legislações federais, estaduais e municipais protegem os recursos naturais da área. Portanto, a região deve adotar planejamentos para o uso e ocupação do solo, baseados em estudos como este, além de promover uma fiscalização rigorosa para preservar esses recursos para as futuras gerações.

6 CONCLUSÃO

A análise da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, com ênfase nos conflitos de uso do solo, ressalta a relevância das ferramentas de geoprocessamento, como o Sistema de Informação Geográfica (SIG), para uma gestão ambiental eficaz. A caracterização morfométrica e a avaliação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) permitiram uma compreensão aprofundada da dinâmica da bacia, identificando áreas de risco e os impactos das atividades agropecuárias desordenadas.

Os resultados indicam que o conflito de classe 1, associado às terras com riscos ou severas limitações permanentes para o uso em culturas anuais e pastagens, abrange a maior parte da bacia, totalizando 268,99 km². A classe de conflito 2, que compreende terras inadequadas para cultivos intensivos, mas apropriadas para pastagem nativa, reflorestamento ou preservação ambiental, cobre apenas 0,08 km², o que corresponde a 0,03% da área total da bacia.

Este estudo evidencia a necessidade crítica de avaliar as limitações do uso da terra, uma vez que o uso inadequado pode desequilibrar as características naturais da paisagem, comprometendo o sistema ambiental e a qualidade de vida humana. Portanto, é fundamental compreender melhor a dinâmica da bacia para estabelecer diretrizes que orientem o uso, manejo e implementação de medidas conservacionistas dos recursos naturais, além de determinar restrições mais seguras

para o uso e manejo do solo.

Recomenda-se um planejamento cuidadoso das atividades de implantação de sistemas de produção, alinhado com as características do meio ambiente, e a identificação de áreas prioritárias para ordenação e reordenação do uso da terra.

7 AGRADECIMENTOS

Este trabalho é resultado de atividades desenvolvidas no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Voluntário (PIC) da Unioversidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), a partir do relatório elaborado por Maria Simone Santana dos Santos.

8 REFERÊNCIAS

- ALVES, W. S.; MORAIS, W. A.; OLIVEIRA, L. D.; PEREIRA, M. A. B.; MARTINS, A. P.; VASCONCELOS, S. M. A.; RAMALHO, F. L. Análise das relações entre uso do solo e qualidade da água do Lago Bonsucesso, em Jataí, Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 12, n. 1, p. 326-342, 15 jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.1.p326-342>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/236129>. Acesso em: 25 maio 2026.
- ARAGÃO, H. G. Desenvolvimento de um sistema de informação geográfica Web (SIG Web) para a área de saneamento básico utilizando tecnologias livres. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 6835-6840, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n2-108. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6808>. Acesso em: 12 apr. 2023.

- CAMPOS, S.; PESSOA, M. L.; BARBOSA, A. P.; RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; MORA, V. B. Geoprocessamento aplicado na identificação e localização potencial de conflitos de uso em áreas de preservação permanente na microbacia do córrego Monte Belo, Botucatu - SP, Brasil. **Acta Agronômica**, Palmira, v. 58, n. 4, p. 299-302, 2009.
- COSTA, R. C. A.; PISSARRA, T. C. T.; DANTAS, M. K.; PASSADOR, C. S. Programa Município VerdeAzul: uma análise integrada da gestão ambiental no estado de São Paulo. **Organizações & Sociedade**, Salvador, v. 27, n. 95, p. 820-854, out./dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-9270958>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/osoc/a/jLbKL5CdScTY9gypwRsdgM/>. Acesso em: 26 maio 2026.
- DUARTE, C. C.; GALVÍNIO, J. D.; CORRÊA, A. C. B.; ARAÚJO, M. S. B. Análise Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá-PE. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 2, p. 50-64, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/228696>. Acesso em: 22 mar. 2025.
- HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 13, p. 350-361, 1932.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.
- KIRPICH, Z. P. Time of concentration of small agricultural watersheds. **Journal of CALDAS, A. M.; VALLE JUNIOR, R. F.** Conflito de uso e indicadores morfométricos para a gestão de política de uso do solo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 467-476, maio/jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522020154825>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/k5vnbhMp4kkFSXWCKQDtDfz/>. Acesso em: 25 maio 2026.
- Civil Engineering**, v. 10, n. 6, p. 362, 1940.
- LORENA, E. M. G.; SOBRAL, D. M.; LIRA, A. S.; MORAES, A. S.; ROLIM NETO, F. C.; HOLANDA, R. M. Modelo de diagnóstico de risco de inundações em área urbana na Zona da Mata de Pernambuco, Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 3, n. 2, p. 210-217, abr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.3.2.2018.1804>. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/1804>. Acesso em: 26 maio 2026.
- MIRANDA, M. R. B.; BARBOSA NETO, M. V.; SILVA, O. G.; MENEZES JÚNIOR, E. M. Análise do perigo de inundação na bacia hidrográfica do Rio Tapacurá-PE. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Primeira edição São Paulo: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017. p. 99-110. DOI: 10.20396/sbgfa.v1i2017.1781. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1781>. Acesso em: 26 maio 2026.
- PACHECO, F. A. L. Diagnosis of degraded pastures using an improved NDVI - based remote sensing approach: An application to the Environmental Protection Area of Uberaba River Basin (Minas Gerais,

- Brazil). **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 14, p. 20-33, 2019.
- PISSARRA, T. C. T.; VALERA, C. A.; COSTA, R. C. A.; SIQUEIRA, H. E.; MARTINS FILHO, M. V.; JÚNIOR, V.; PACHECO, F. A. L. A Regression Model of Stream Water Quality Based on Interactions between Landscape Composition and Riparian Buffer Width in Small Catchments. **Water**, v. 11, n. 9, article 1757, 2019.
- PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R.; FIEDLER, N. C. **Mapeamento de áreas de preservação permanente no ARCGIS 9.3**. Alegre: Caufes, 2010.
- ROCHA, J. S. M.; KURTS, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4. ed. Santa Maria: UFSM: CCR, 2001.
- SANDIM, T. L.; MACHADO, D. A. **O paradigma das políticas públicas baseadas em evidências na gestão pública brasileira: uma análise das publicações acadêmicas**. Boletim de Análise Político-Institucional, Brasília: Ipea, n. 24, p. 25-33, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.38116/bapi24art3>. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/items/60bb2fea-06e3-490f-bf89-685384cbf890>. Acesso em: 26 maio 2026.
- SILVA, L. A. S.; SILVA, A. B.; SANTANA, G. N.; CARDOSO, A. L.; SANTOS, R. L.; ARAUJO, R. W. O. Hydrological dynamics of the Subaé River basin in the Recôncavo of Bahia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e46101421611, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.21611. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21611>. Acesso em: 14 apr. 2023.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions, American Geophysical Union**, Washington, v. 38, n. 6, p. 913-920, Dec. 1957. DOI: <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/TR038i006p00913>. Acesso em: 26 maio 2026.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. **GSA Bulletin**, Boulder, v. 67, n. 5, p. 597-646, May 1956. DOI: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2). Disponível em: <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article/67/5/597/4811/EVOLUTION-OF-DRAINAGE-SYSTEMS-AND-SLOPES-IN>. Acesso em: 26 maio 2026.
- SOUZA, E. G. F.; NASCIMENTO, A. H. C.; CRUZ, E. A.; PEREIRA, D. F.; SILVA, R. S.; SILVA, T. P.; FREIRE, W. A. Delimitação e caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Riacho do Navio, Pernambuco, a partir de dados SRTM processados no QGIS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 3, p. 1530-1540, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1530-1540>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/244836>. Acesso em: 26 maio 2026.
- SMICHOWSKI, H.; CONTRERAS, F. I. Análisis morfométrico de la cuenca río Santa Lucía (Corrientes, Argentina). **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, v. 1, n. 70, p. 297-320, jan./jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.15359/rgac.70-1.11>. Disponível em: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/16294>. Acesso em: 26

maio 2026.

VALLE JÚNIOR, R. F. do; SIQUEIRA, H. E.; VALERA, C. A.; OLIVEIRA, C. F.; FERNANDES, L. F. S.; PACHECO, F. A. L. Diagnosis of degraded pastures using an improved NDVI-based remote sensing approach: An application to the Environmental Protection Area of Uberaba River Basin (Minas Gerais, Brazil).

Remote Sensing Applications: Society and Environment, v. 14, p. 20-33, abr. 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.02.001>. Disponível em:

<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgzQgMCXNpqFPmHdJzz>

LqMfsPvSnG. Acesso em: 26 maio 2026.

VIEIRA, Y. S. S.; STANTON, N. S. G.; VILLENA, H. H.; REBOUÇAS, R. C. Impacto antrópico no processo de assoreamento da enseada da Japuiba, Angra dos Reis - RJ. **Geociências**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 481-491, jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5016/geociencias.v39i2.13463>. Disponível em: <https://revistas.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/13463>. Acesso em: 25 maio 2026.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A.

Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.