



# ANÁLISE MORFOMÉTRICA E TIPOS DE USO E COBERTURA DO SOLO NA SUB-BACIA DO RIO ABAETÉ, SITUADO NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA-PA

Ellen Roberta Barbosa Gomes<sup>1</sup>  
Catiane da Rocha de Oliveira<sup>2</sup>  
Lucas Pereira Soares<sup>3</sup>

## RESUMO

O estudo analisou parâmetros morfométricos e mapeou os tipos de uso e cobertura do solo na sub-bacia do rio Abaeté, em Abaetetuba-PA, por meio de delimitação manual apoiada em dados SRTM (30 m) e carta topográfica 1:100 000, com processamento no *ArcGIS Pro* para extração de índices como fator de forma ( $F = 0,66$ ), índice de circularidade ( $IC = 0,64$ ), índice de capacidade ( $KC = 1,23$ ), altitudes (0–38 m), declividades (0–31,5 %), hierarquização de canais pela ordem de Strahler e cálculo de densidade de drenagem ( $0,71 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ ); paralelamente, imagens Sentinel-2B (10 m) foram classificadas supervisionadamente em seis classes de uso (área antropizada, recursos hídricos, solo exposto, área desmatada com campo agropastoril, área desmatada com vegetação rasteira, vegetação arbórea). Os resultados apontaram uma sub-bacia alongada, relevo predominantemente plano (declividade média 2,98 %), resposta hidrológica rápida (rio principal de 19,97 km; soma de canais 118,92 km) e potencial moderado de transporte de sedimentos, além de expansão urbana desordenada, ocupação irregular de Áreas de Preservação Permanente (APP), intensa extração mineral em margens fluviais e avanço de usos agropastoris, elevando riscos de erosão, assoreamento e enchentes sazonais. Conclui-se que a integração de sensoriamento remoto e análise morfométrica constitui ferramenta eficaz para subsidiar o planejamento territorial, a gestão ambiental e as políticas públicas voltadas à conservação dos recursos hídricos e à mitigação de riscos socioambientais na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise morfométrica, uso e cobertura do solo, sensoriamento remoto.

## INTRODUÇÃO

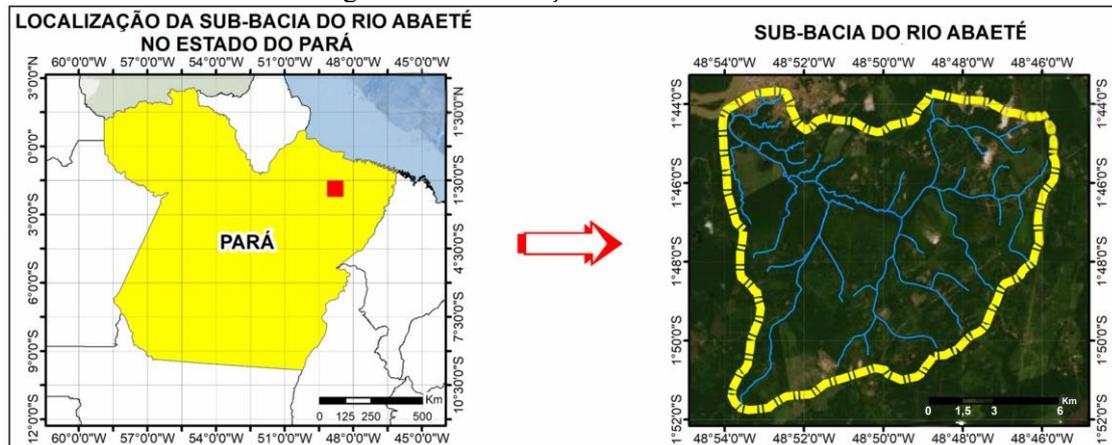
A presente pesquisa tem como objetivo a análise dos parâmetros morfométricos e o mapeamento dos tipos de uso e ocupação do solo da sub-bacia hidrográfica do rio Abaeté, localizada no município de Abaetetuba, porção nordeste do estado do Pará, conforme observado na Figura 1. A área de estudo, conta com aproximadamente  $165,99 \text{ km}^2$ , deságua na costa Maratauíra, pertencente a sub-bacia do rio Meruú-Açu, que é tributário da bacia hidrográfica do rio Tocantins. Abrange uma diversidade paisagística que inclui a densa floresta equatorial, o centro urbano de Abaetetuba e áreas voltadas para a atividade agropastoril.

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Geologia da Universidade Federal do Pará - UFPA, [ellenrbarbosa123@gmail.com](mailto:ellenrbarbosa123@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduanda do Curso de Geografia do Instituto Federal do Pará – IFPA Campus Belém, [catianedarochadeoliveira@gmail.com](mailto:catianedarochadeoliveira@gmail.com);

<sup>3</sup> Professor orientador: Doutor em Geografia, docente do Instituto Federal do Pará - Campus Abaetetuba, [lucas.soares@ifpa.edu.br](mailto:lucas.soares@ifpa.edu.br);

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: elaborado pelos autores.

Em termos de Geomorfologia Fluvial, a sub-bacia hidrográfica do rio Abaeté apresenta um tipo de leito menor de vazante, com um leito maior de periodicidade diária, devido à influência da preamar, além de um leito maior excepcional, por onde correm as cheias mais elevadas. Seu canal é meandrante irregular, com drenagem endorréica em função do seu escoamento. A geologia é caracterizada por terrenos recentes do Cenozóico, Tércio-Quaternário, do Grupo Barreiras (ENb) e Depósitos Fluviais (Qfpl) (IBGE, 2004).

A análise morfométrica da sub-bacia, foi realizada a partir de dados oriundos do *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, com os tipos de uso e ocupação do solo determinados a partir da classificação de imagens do satélite Sentinel 2-B, sendo utilizadas técnicas de sensoriamento remoto a fim de identificar as principais potencialidades e limitações, bem como os principais impactos ambientais na área em estudo.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da análise morfométrica e dos tipos de uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Abaeté, considerou-se os procedimentos listados, em respeito aos objetivos elencados à pesquisa e a aplicação de ações para a sua execução e elaboração deste trabalho.

A delimitação da sub-bacia ocorreu de forma manual, tendo em vista que o recorte automático da mesma se mostrou impreciso, devido à baixa altimetria da região e às limitações de resolução espacial dos sensores orbitais utilizados. Assim, optou-se pela delimitação manual, com apoio de imagens de radar do *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, extração de curvas de nível e ajustes pontuais realizados a partir da carta topográfica matricial de Abaetetuba,



com escala de 1:100.000, disponibilizada pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), obtendo-se maior confiabilidade nos contornos da área de estudo.

Após, partiu-se a análise morfométrica, realizada seguindo as instruções de Ribeiro *et al.* (2015), em consideração as etapas descritas:

- Coleta de dados para composição raster, a partir do *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, disponibilizados no sítio *on line*: <https://earthexplorer.usgs.gov/>, com resolução *1 Arc Second* (30m);
- Tratamento e processamento do arquivo matricial de código *s02\_w049\_1arc\_v3*, para cálculo de diversos parâmetros morfométricos, a partir do gerenciador *ArcGIS Pro*, licenciado junto ao Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Climáticos (LAGECLIM), do IFPA Campus Abaetetuba;
- Extração dos seguintes parâmetros morfométricos: Área da bacia; Altitude mínima, média e máxima; Declividade mínima, média e máxima; Fator de Forma (F); Índice de Capacidade (KC); Índice de Circularidade (IC); Declividade do curso d'água principal; Comprimento do rio principal (KM); Soma do comprimento de todos os canais; Densidade de drenagem; Tamanho da Bacia (Km<sup>2</sup>).
- Produção dos mapas temáticos: relevo sobreado, Modelo Digital de Elevação – MDE, declividade, direção das vertentes e hierarquia dos canais.

O mapeamento dos tipos de uso e ocupação do solo foi desenvolvido a partir das orientações de Fitz (2008), por meio dos processos a seguir:

- Coleta de dados para composição raster, a partir do satélite *Sentinel 2-B*, disponibilizados no sítio *on line*: <https://sentinel2explorer.esri.com/>;
- Tratamento e processamento do arquivo matricial em composição RGB, com resolução de 10 metros para área de estudo, a partir do *ArcGIS Pro*;
- Classificação supervisionada da composição *raster*, por meio do *ArcGIS Pro*, considerando o método paralelepípedo, com a definição das seguintes temáticas: ocupação urbana, recursos hídricos, solo exposto, área desmatada, vegetação arbustiva e vegetação arbórea;
- Elaboração do mapa com os tipos de uso e ocupação do solo da sub-bacia hidrográfica do rio Abaeté.

Com isso, essa integração entre as análises morfométrica e dos tipos de uso e ocupação do solo na sub-bacia possibilitou uma compreensão mais abrangente da dinâmica ambiental da

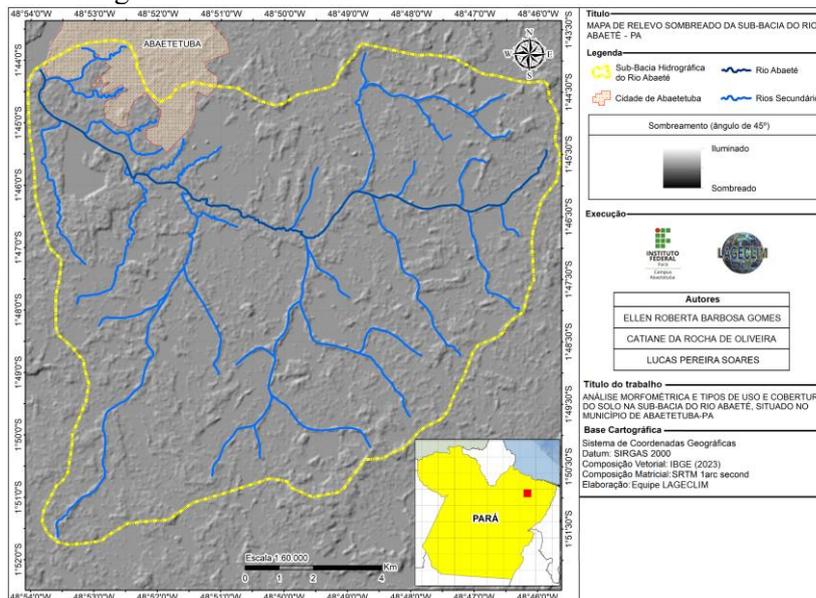
área de estudo. A sobreposição das informações geradas permitiu identificar possíveis relações entre as características do terreno e os padrões de uso da terra, auxiliando na delimitação de áreas mais suscetíveis a processos erosivos ou com maior potencial para determinados usos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, no âmbito da análise morfométrica ressalta-se uma descrição baseada nos índices quantitativos da bacia, a fim de conhecer seus atributos naturais básicos, bem como, representar algumas dessas facetas ao nível cartográfico.

O mapa de relevo sombreado, observado na Figura 2, foi empregado considerando uma melhor visualização da compartimentação dos padrões de relevo, identificando as feições rebaixadas e elevadas da superfície em estudo. A partir deste é possível identificar ainda que a sub-bacia hidrográfica localiza-se na direção preferencial SE-NW. O terreno tem uma disposição muito regular quanto a variação altimétrica.

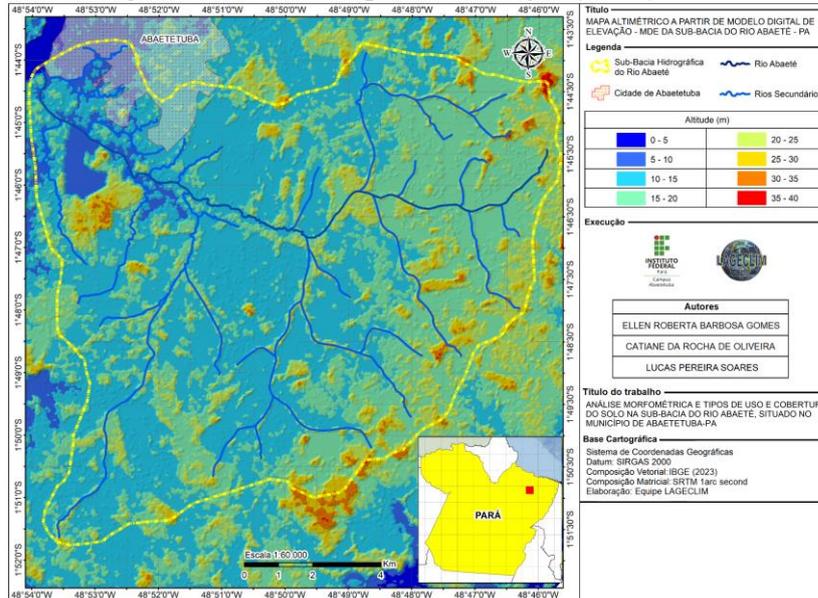
Figura 2 – Relevo sombreado da sub-bacia do rio Abaeté.



Fonte: elaborado pelos autores.

A altimetria, revelada no MDE, conforme Figura 3, demonstra que as feições de maior elevação no interior da sub-bacia hidrográfica situam-se na porção Leste, quando a cota de 35 m é atingida. As áreas de menor elevação, chegando ao nível do mar, na porção Oeste, encontram-se já no baixo curso da sub-bacia, quando a mesma deságua na costa Maratauíra.

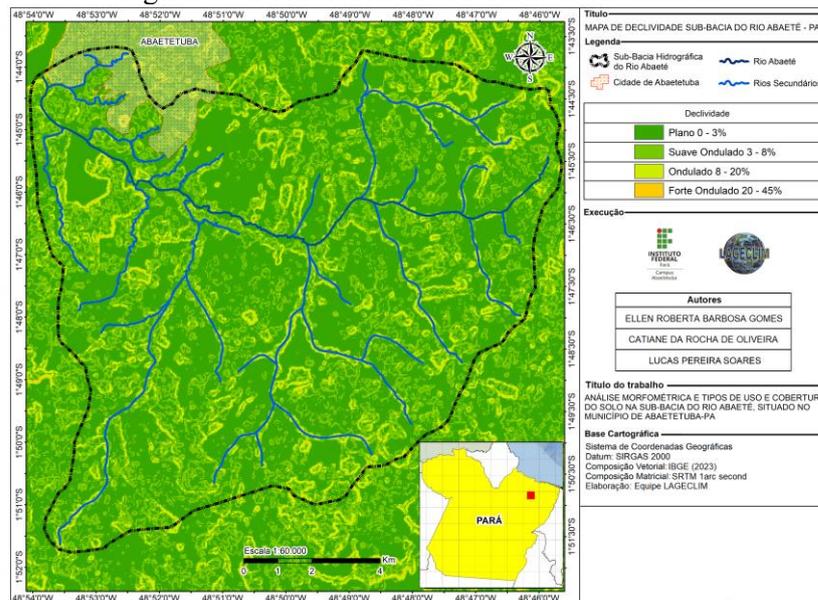
Figura 3 – Altimetria a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE) da sub-bacia do rio Abaeté.



Fonte: elaborado pelos autores.

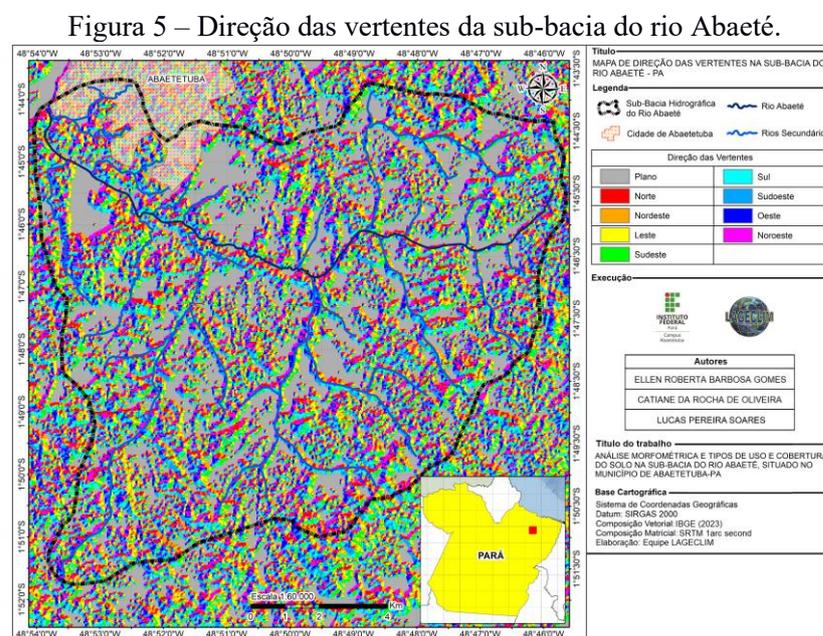
O mapa de declividade apresentado na Figura 4 destaca as variações do gradiente topográfico da sub-bacia, elemento fundamental para compreender processos de transporte gravitacional, como escoamento superficial, erosão hídrica e potenciais deslizamentos de massa. Observa-se que a sub-bacia é predominantemente caracterizada por relevo plano (0–3%), estendendo-se por toda a sua extensão. Não há classificação de relevo montanhoso (inclinação >45%), devido às características de terreno plano típicas das áreas de planície e tabuleiros.

Figura 4 – Declividade da sub-bacia do rio Abaeté.



Fonte: elaborado pelos autores.

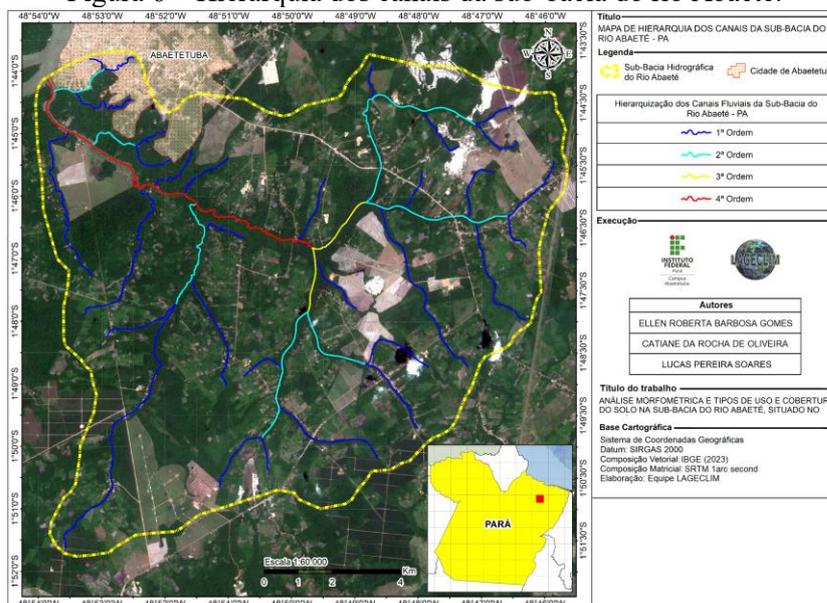
A orientação das vertentes, observada na Figura 5, evidencia que, mesmo em áreas de baixa altitude, associadas aos terrenos recentes de origem Tércio-Quaternária, predominam exposições com orientação Norte, Sul e Leste. Esse padrão reflete a dinâmica deposicional típica de planícies aluviais, onde os sedimentos finos se acomodam de forma relativamente uniforme. Destaca-se também, conforme as definições já identificadas nos mapas de relevo sombreado, altitude e declividade, a extensa área de relevo plano caracteriza a sub-bacia, conferindo-lhe homogeneidade topográfica que influencia diretamente o escoamento superficial e os regimes de inundação. Esse entendimento é fundamental para orientar a adoção de práticas de uso do solo capazes de minimizar processos erosivos e proteger as comunidades ribeirinhas.



Fonte: elaborado pelos autores.

Como características da rede de drenagem, a Figura 6 revela que a hierarquia dos canais apresenta-se até a 4ª ordem, conforme a classificação de Strahler, com uma drenagem de padrão dendrítica, típico de ambientes com litologia e altimetria relativamente homogêneas. O tamanho do rio principal é 19,97, e a soma do tamanho de todos os canais é de 118,92 Km. Sua densidade de drenagem de 0,71 Km Km<sup>-2</sup> confere um valor que vai de moderado a alto em regiões tropicais úmidas, indicando rápida captação e dispersão do escoamento superficial, conferindo à sub-bacia resposta hidrológica ágil a eventos de precipitação intensa e potencial elevado de enchentes súbitas em trechos de baixa altitude, contudo, tal resposta passa a ser mais lenta em regiões impermeabilizadas, como nos trechos urbanos que a constituem.

Figura 6 – Hierarquia dos canais da sub-bacia do rio Abaeté.



Fonte: elaborado pelos autores.

Em resumo, e com base nos dados da Tabela 1, a sub-bacia do rio Abaeté é alongada ( $F = 0,66$ ;  $IC = 0,64$ ), de relevo predominantemente plano (declividade média de 2,98 %, mínima de 0 % e máxima de 31,51 %), com altitudes variando de 0 a 38 m e uma rede de drenagem expressiva (rio principal de 19,97 km; soma de canais de 118,92 km; densidade de  $0,71 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ ). O índice de capacidade ( $KC = 1,23$ ) indica potencial moderado de transporte de água e sedimentos, enquanto a forma alongada e a densidade de drenagem relativamente alta sinalizam resposta hidrológica rápida a chuvas intensas. Em conjunto, esses indicadores apontam para uma área sensível a enchentes, assoreamento e erosão localizada, reforçando a importância de medidas de controle de fluxo e conservação do solo.

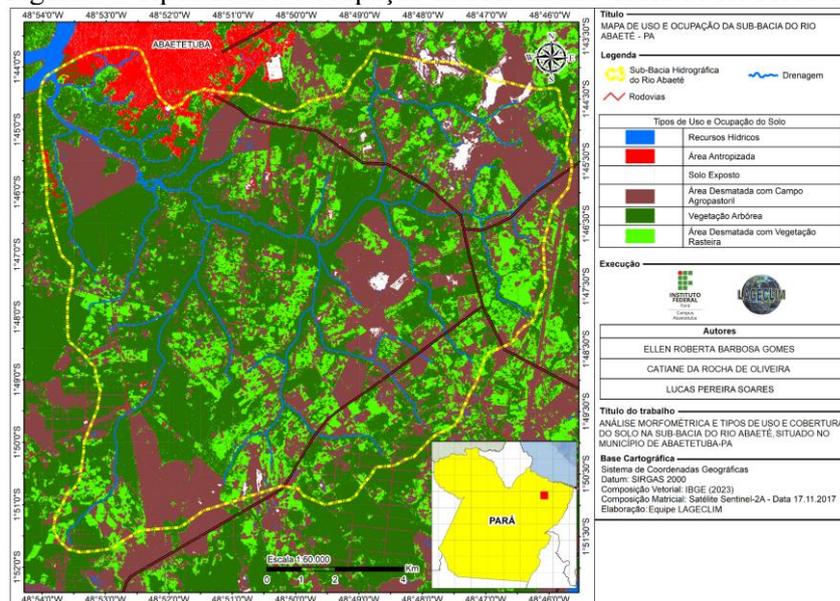
Tabela 1 – Características morfométricas da sub-bacia do rio Abaeté.

| CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS | VALORES | CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS                | VALORES |
|-------------------------------|---------|--|---------|
| Fator de Forma (F)            | 0,66    | Altitude Média (m)                           | 16,17   |
| Índice de Capacidade (KC)     | 1,23    | Altitude Máxima (m)                          | 38,00   |
| Índice de Circularidade (IC)  | 0,64    | Comprimento Rio Principal (Km)               | 19,97   |
| Declividade Mínima (%)        | 0       | Declividade Curso D'água Principal (%)       | 1,15    |
| Declividade Média (%)         | 2,98    | Soma tamanho canais (Km)                     | 118,92  |
| Declividade Máxima (%)        | 31,51   | Tamanho da bacia (Km <sup>2</sup> )          | 165,99  |
| Altitude Mínima (m)           | 0       | Densidade de Drenagem (Km Km <sup>-2</sup> ) | 0,71    |

Fonte: elaborado pelos autores.

Esses parâmetros, associados às características físicas da sub-bacia, são fundamentais para a compreensão da dinâmica hidrológica local e para subsidiar ações de planejamento e gestão ambiental. Combinado a isso, destaca-se uma análise sobre os tipos de uso e cobertura do solo, revelando um panorama multifacetado de impactos socioambientais ao longo de suas margens. A partir dessas classes, identificou-se a intensificação de processos erosivos, a expansão desordenada de áreas impermeabilizadas urbanas e o avanço de ocupações voltadas a atividades agropastoris. Na sequência, esses indicativos são apresentados em maior detalhe, com base nos apontamentos da Figura 7, que ilustra os diferentes tipos de uso e ocupação do solo na sub-bacia do rio Abaeté.

Figura 7 – Tipos de uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Abaeté.



Fonte: elaborado pelos autores.

Conforme a Figura 7, observa-se que as ocupações às margens dos rios que compõem a sub-bacia, de modo geral, não apresentam impactos significativos. No entanto, nos trechos inseridos no circuito urbano, verifica-se a ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APP), algo que induz a população de menor poder aquisitivo a problemas de origem socioambiental, como alagamentos, deslizamentos e desabamentos. Esses fatores de risco são agravados pelas cheias diárias, bastante recorrentes na área de estudo.

Foram identificadas, ainda, extensas áreas de solo exposto, reflexo direto da extração mineral, seja de areia, argila ou saibro, orientada praticamente de forma exclusiva ao suprimento da indústria da construção civil. Esse fenômeno não só altera a estrutura física do terreno, como



também intensifica a suscetibilidade a processos erosivos e assoreamento dos corpos hídricos adjacentes.

O expressivo crescimento do núcleo urbano de Abaetetuba tem contribuído para a expansão das superfícies impermeabilizadas na sub-bacia, comprometendo a capacidade natural de infiltração do solo. Como consequência, observa-se um incremento nos escoamentos de água pluvial, o que não apenas eleva o risco de enchentes nos períodos de chuva, mas também reduz a recarga dos aquíferos locais e agrava as variações de vazão dos cursos d'água.

Ao longo das margens dos rios que drenam a sub-bacia, estabelecem-se comunidades ribeirinhas que vivem em condições precárias: as cheias sazonais frequentemente ultrapassam a cota de vazante excepcional do rio Abaeté, ocasionando alagamentos severos e danos estruturais recorrentes às residências. A ausência de sistemas de tratamento de esgoto, tanto na sede municipal quanto nas áreas rurais, agrava ainda mais a poluição dos recursos hídricos, comprometendo a qualidade da água consumida pelas populações locais e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Por fim, constatou-se que a intensa expansão de fazendas destinadas à atividade agropastoril se apresenta como a principal responsável pelo avanço do desmatamento na região. Esse processo acelera a degradação dos remanescentes florestais, reduz a biodiversidade local e contribui para alterações microclimáticas, além de intensificar a emissão de gases de efeito estufa. Somadas, essas pressões socioambientais delineiam um cenário de elevada vulnerabilidade, que demanda intervenções integradas de planejamento territorial, fiscalização ambiental e promoção de práticas sustentáveis de uso do solo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa evidencia a importância do uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e da análise morfométrica no estudo das sub-bacias hidrográficas amazônicas, destacando-se como uma contribuição relevante para a compreensão dos processos de uso e ocupação do solo na região de Abaetetuba-PA. O emprego de imagens orbitais e dados altimétricos provenientes do projeto *SRTM* permitiu traçar um panorama inicial da sub-bacia do rio Abaeté, recurso hídrico essencial, mas até então pouco estudado sob a perspectiva da Geografia Física.

As dificuldades impostas pelas características climáticas da Amazônia, como a constante nebulosidade registrada por sensores passivos, limitaram a obtenção de imagens com qualidade suficiente para um mapeamento contínuo e preciso das classes de uso e cobertura do solo. Ainda assim, os dados obtidos proporcionaram uma base significativa para a análise espacial e



identificação de padrões de ocupação, os quais estão diretamente associados a problemáticas socioambientais recorrentes, muitas vezes invisibilizadas ou negligenciadas pelo poder público.

Mesmo em estágio inicial, o trabalho demonstrou potencial formativo e científico, ao integrar práticas técnicas e metodológicas consolidadas no campo da Geografia com alunas de graduação de formação interdisciplinar. A construção de um banco de dados geoespaciais, ainda que embrionário, representa um avanço no monitoramento territorial e na promoção de uma cultura investigativa sobre as transformações da paisagem.

Reforça-se, portanto, a necessidade de investimentos em infraestrutura de monitoramento, como a instalação de estações fluviométricas, e em ações de continuidade da pesquisa, a fim de ampliar a capacidade de análise e consolidar um sistema de acompanhamento das dinâmicas ambientais locais. Assim, os estudos aqui iniciados contribuem não apenas para a formação científica de seus autores, mas também para subsidiar futuras políticas públicas voltadas à gestão sustentável dos recursos hídricos e à mitigação de riscos socioambientais na região.

## REFERÊNCIAS

Diretoria de Serviço Geográfico (DSG). **Carta Topográfica:** Abaetetuba. Escala 1:100 000. Rio de Janeiro: DSG. Disponível em: <https://bdgex.eb.mil.br/bdgexapp> Acesso em: 26 jul. 2025.

European Space Agency (UE). **Sentinel-2B.** Disponível: <https://sentinel2explorer.esri.com/> Acesso em: 26 jul. 2025.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

IBGE. **Mapa Geológico do Estado do Pará.** Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Escala 1:1.000.000.

RIBEIRO, E. G. P.; FERREIRA, B. M.; MACIEL M de N. M.; PEREIRA B. W. de F.; SOARES, J A. C. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do igarapé do una por meio de geotecnologias. enciclopédia biosfera, **Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.11 n.21; 2015

USGS (EUA). **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM):** 1 Arc-Second Global. Reston, VA: U.S. Geological Survey; 2004. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/> Acesso em: 26 jul. 2025.