

UFRRJ

PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO,
LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Análise Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio São
José dos Dourados - SP**

Geovane Mariotto

2025



ESPECIALIZAÇÃO
Geoprocessamento, levantamento e
interpretação de solos
UFRRJ - UFPA - UFV - UFPA





UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO,
LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS

ANÁLISE INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO
DOS DOURADOS

GEOVANE MARIOTTO

Sob a Supervisão da Professora
Edileuza Dias de Queiroz

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido como requisito parcial para
obtenção do título de **Especialista** em
Geoprocessamento, Levantamento e
Interpretação de Solos.

Seropédica, RJ
Julho de 2025



ESPECIALIZAÇÃO
Geoprocessamento, levantamento e
interpretação de solos
UFRRJ - UFPA - UFV - UFPA





Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central/Seção de Processamento Técnico
Ficha catalográfica elaborada
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

MARIOTTO, Geovane

Análise Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados – SP /
Geovane Mariotto. – 2025.
111 f. : il., mapas, gráficos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento Aplicado
ao Levantamento de Solos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia, 2025.

Orientadora: Prof. (a). Edileuza Dias de Queiroz

1. Bacia hidrográfica. 2. Planejamento territorial. 3. Uso e ocupação do solo. 4. Conservação do solo. 5. Geotecnologias. I. Título.

É permitida a cópia parcial ou total deste documento, desde que seja citada a fonte.



ESPECIALIZAÇÃO

**Geoprocessamento, levantamento e
interpretação de solos**

UPRJ - UFMG - UFV - UFPA

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO PRÓ-REITORIA
DE EXTENSÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO,
LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS**

**Folha de aprovação (ESSA PÁGINA APENAS PARA VERSÃO FINAL e
PODERÁ SER SUBSTITUÍDA POR DOCUMENTO ELETRÔNICO
ELABORADO E ASSINADO NO SIGAA)**

GEOVANE MARIOTTO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi submetido como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos.

TCC APROVADO EM 18 de JULHO de 2025.

Prof.(a) Edileuza Dias de
Queiroz (Supervisor(a))

Prof.(a) Patrícia
de Oliveira
Placido
Instituição
Assinante Externo

Prof.(a) Luana de
Almeida Rangel
Instituição
Assinante Externo

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho representa muito mais do que um marco acadêmico: é a síntese de uma trajetória construída com esforço, fé e, sobretudo, com o amor e apoio de pessoas essenciais na minha vida.

Agradeço, com todo o meu coração, à minha mãe Marlene Righetto Mariotto, por ser abrigo, força e ternura em todos os momentos. Sua dedicação, coragem e amor incondicional são minha maior inspiração.

Ao meu pai Emir Antônio Mariotto, meu exemplo de sabedoria e integridade. Obrigado por todas as palavras certas nas horas incertas, pelo apoio silencioso e constante e por acreditar em mim mesmo nos dias difíceis.

Ao meu irmão Joemir Mariotto, meu parceiro de vida, que esteve ao meu lado com amizade sincera, força e incentivo quando mais precisei. Agradeço pelas conversas, pelas risadas e pela confiança mútua.

E, com saudade e reverência, dedico este trabalho à memória do meu avô Natal Mariotto — que, mesmo ausente fisicamente, permanece presente em tudo o que sou. Seus valores, sua história e seu legado caminham comigo todos os dias.

À minha orientadora, Prof.^a Edileuza Dias de Queiroz, agradeço profundamente pela orientação dedicada, pelo olhar atento, pela escuta generosa e pela confiança depositada em meu trabalho. Sua postura ética e sua sensibilidade científica foram fundamentais para a construção deste percurso.

Ao Núcleo de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos da UFRRJ, meu sincero reconhecimento pela formação sólida, pelo ambiente de aprendizado colaborativo e pelo estímulo constante ao pensamento crítico e ao rigor técnico.

E aos amigos que fiz durante as aulas práticas em Belo Horizonte – MG, em especial a minha amiga Melissa Carvalho, onde nas horas de dúvidas e incertezas foi amiga e companheira e pelos amigos criados na visita de campo pela Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, meu carinho e gratidão. Cada conversa na trilha, cada ajuda na coleta de dados, cada momento de troca e convivência fizeram parte da construção deste trabalho. Foi ao lado de vocês que a pesquisa ganhou vida, histórias e memórias que levarei comigo.

Este trabalho é fruto não apenas de estudo e pesquisa, mas também da força que recebi de todas essas pessoas e instituições. A elas, dedico cada linha, cada conquista e toda a minha gratidão.

RESUMO

Análise Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados – SP.

Análise Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados - SP. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos). Pró-reitoria de Extensão, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

Este estudo realiza uma análise integrada dos aspectos físico-naturais, socioambientais e territoriais da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, situada no noroeste do Estado de São Paulo. A bacia apresenta relevância regional, tanto por suas funções ecológicas e hidrológicas, quanto pela expressiva presença de atividades econômicas, como a agricultura mecanizada em larga escala e a expansão urbana periférica. A pesquisa tem como objetivo fornecer subsídios técnico-científicos ao planejamento territorial sustentável e à formulação de estratégias de gestão ambiental que levem em consideração a heterogeneidade espacial e a diversidade de realidades locais ao longo da bacia. Para isso, a metodologia utilizada combina abordagens qualitativas e quantitativas, com aplicação de técnicas de sensoriamento remoto, análise geoespacial, revisão bibliográfica, trabalho de campo e entrevistas com atores sociais. A compartimentação da bacia em subunidades possibilitou a organização e integração de dados sobre geologia, solos, relevo, clima, hidrografia e cobertura vegetal, os quais foram correlacionados com os padrões de uso e ocupação do solo, permitindo identificar áreas críticas de degradação ambiental e os principais vetores de transformação do território. Os resultados evidenciam impactos significativos decorrentes da intensificação do uso agropecuário e da urbanização desordenada sobre os sistemas naturais, como a supressão da vegetação nativa, a compactação e erosão dos solos, a formação de voçorocas e a poluição dos corpos hídricos. Observou-se também a ocupação irregular de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a vulnerabilidade das zonas de recarga aquífera. Além disso, a fragilidade institucional, a baixa articulação entre os municípios e a carência de políticas públicas integradas foram identificadas como entraves à gestão eficaz dos recursos naturais. Conclui-se que a adoção de práticas conservacionistas, a recomposição da vegetação nativa em áreas estratégicas, a recuperação de nascentes e o fortalecimento de instâncias participativas de governança ambiental são ações fundamentais para reverter os processos de degradação. O estudo apresenta propostas concretas de readequação ambiental e diretrizes para o uso e ocupação do solo, alinhadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e aos princípios de gestão integrada dos recursos hídricos, contribuindo, assim, para a construção de um modelo de desenvolvimento territorial mais justo, resiliente e ambientalmente responsável para a Bacia do Rio São José dos Dourados.

Palavras-chave: Gestão de bacias Hidrográficas. Planejamento territorial. Uso e ocupação do solo. Conservação do solo. Sustentabilidade ecológica.

ABSTRACT

Integrated Analysis of the São José dos Dourados Watershed – São Paulo, Brazil

Integrated Analysis of the São José dos Dourados Watershed – São Paulo, Brazil. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Specialization in Geoprocessing, Soil Survey and Interpretation) Pró-reitoria de Extensão, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

This study conducts an integrated analysis of the physical-natural, socio-environmental, and territorial aspects of the São José dos Dourados River Basin, located in the northwest region of the state of São Paulo. The basin holds significant regional relevance due to its ecological and hydrological functions, as well as the strong presence of economic activities such as large-scale mechanized agriculture and peripheral urban expansion. The research aims to provide technical and scientific support for sustainable territorial planning and the development of environmental management strategies that take into account spatial heterogeneity and the diversity of local realities throughout the basin. The methodology combines qualitative and quantitative approaches, including remote sensing techniques, geospatial analysis, literature review, fieldwork, and interviews with relevant social actors. Dividing the basin into subunits allowed for the organization and integration of data on geology, soils, relief, climate, hydrography, and vegetation cover, which were correlated with land use and land cover patterns. This analysis enabled the identification of critical areas of environmental degradation and the main drivers of territorial transformation. The results reveal significant impacts from the intensification of agricultural use and unplanned urbanization on natural systems, especially regarding the suppression of native vegetation, soil compaction and erosion, gully formation, and water body pollution. Irregular occupation of Permanent Preservation Areas (APPs) and the vulnerability of aquifer recharge zones were also observed. Institutional fragility, low intermunicipal coordination, and a lack of integrated public policies were identified as obstacles to effective natural resource management. It is concluded that adopting conservation practices, restoring native vegetation in strategic areas, recovering springs, and strengthening participatory instances of environmental governance are essential measures to reverse degradation processes. The study presents concrete proposals for environmental requalification and guidelines for land use and occupation, aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) and the principles of integrated water resources management, thus contributing to the construction of a more just, resilient, and environmentally responsible territorial development model for the São José dos Dourados River Basin.

Keywords: Watershed management. Territorial planning. Land use and land cover. Soil conservation. Ecological sustainability

LISTA DE MAPAS E FIGURAS

(ESSA PÁGINA APENAS PARA VERSÃO FINAL)

Figura 1 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.....	16
Figura 2 – Mapa temático do uso e cobertura da terra na Bacia do Rio São José dos Dourados nos anos de 1999, 2010 e 2023.....	37
Figura 3 – Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados.....	52
Figura 4 - Mapeamento Pedológico Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.....	55
Figura 5 - Mapa de hierarquia hidrográfica da Bacia do Rio São José dos Dourados.....	71
Figura 6 - Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.....	76
Figura 7 - Legenda geológica da bacia do rio São José dos Dourados	52
Figura 8 - Legenda Pedológica da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.....	56
Figura 9 - Área de localização da nascente do Rio São José dos Dourados..	17
Figura 10 - Limite dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul - Foz do Rio São José dos Dourados no Rio Paraná.....	19
Figura 11 - Cidade de Ilha Solteira - Última cidade localizada na divisa entre SP e MS	20
Figura 12 - Cultivo de cana-de-açúcar	21
Figura 13 - Cultivo de uvas próximo ao município de Palmeira d'Oeste	22
Fotografia 14 - Potencial de turismo - Praias de águas doces no rio São José dos Dourados.....	23
Figura 15 - Área de Pastagem.....	34
Figura 16 - Rio São José dos Dourados ainda no município de Monte Aprazível – SP	78
Figura 17 - Rio São José dos Dourados no limite dos municípios de Bandeirante d'Oeste e Dalas – SP	80

Figura 18 - Área próximo ao lazer municipal da cidade Valentil Gentil – SP	83
Figura 19 - Área próximo ao lazer municipal da cidade Valentil Gentil – SP	83
Figura 20 - Área próximo ao lazer municipal da cidade Valentil Gentil - SP (Área de Camping).....	84
Figura 21 - Barragem da Usina Hidroelétrica na Cidade de Ilha Solteira.	86
Figura 22 - Uso da pesca como fonte de renda.....	92
Figura 23 - Uso de embarcações para navegar e pescar no Rio São José dos Dourados	92

LISTA DE QUADRO E GRÁFICOS

Quadro 1 – Índices Morfométricos	69
Gráfico 1 – Variação absoluta das áreas das principais classes de uso e cobertura do solo entre 1999 e 2023 na Bacia do Rio São José dos Dourados. O gráfico apresenta os ganhos e perdas de área em hectares por classe, com destaque para a substituição significativa de pastagens por agricultura	29
Gráfico 2 – Distribuição das classes de uso do solo em 1999 (em hectares).....	31
Gráfico 3 - Distribuição das classes de uso do solo em 2010 (em hectares)	32
Gráfico 4 - Distribuição das classes de uso do solo em 2023 (em hectares)	32
Gráfico 5 - Comparativo de áreas ocupadas por classes de uso e cobertura do solo em 1999, 2010 e 2023 na Bacia do Rio São José dos Dourados	35
Gráfico 6 - Distribuição percentual e absoluta das unidades pedológicas na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados	59
Gráfico 7 - Distribuição percentual e absoluta das classes de textura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados	61
Gráfico 8 - Distribuição percentual e absoluta das classes de relevo na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados	65



Sumário

Sumário

LISTA DE MAPAS E FIGURAS	7
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. METODOLOGIA	16
2.1 Procedimentos de levantamento e tratamento dos dados espaciais	16
2.2 Análise do uso e cobertura da terra.....	17
2.3 Revisão teórica e levantamento documental	17
3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS – SP.....	19
3.1. Contextualização Regional e Histórica	20
3.2. Dinâmicas Agrárias e Transformações Territoriais	25
3.3. Padrões de Uso e Ocupação da Terra Permanências e Transformações	29
3.4. Dinâmica Espacial e Temporal do Uso e Cobertura da Terra (1999–2023)	31
3.5. Variação Absoluta entre 1999 e 2023	32
3.6. Comparativo Temporal por Categoria (1999, 2010, 2023).....	34
3.7. Implicações Ambientais e Socioeconômicas	43
3.8. Estratégias Sustentáveis e Governança Ambiental Integrada	44
3. ANÁLISE GEOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO.....	45
SÃO JOSÉ DOS DOURADOS – SP	45
3.1. Classes de Rochas	46
3.2. Depósitos de Rochas.....	47
3.3. Período Geológico	48
3.4. Litologia.....	50
3.5. Gestão Geológica.....	52
3.6. Cartografia Geológica.....	54
4. ANÁLISE PEDOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO.....	56
4.1. Cartografia Pedológica.....	60
4.2. Descrição Cartográfica	60
4.3. Mapa de Ordem Pedológica	60
4.4. Mapa de Textura.....	62
4.5. Mapa de Relevo	64
4.6. Análise Integrada Pedológica.....	66
5. ANÁLISE HIDROGRÁFICA E HIDROLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO	



JOSÉ DOS DOURADOS – SP	67
5.1. Mapeamento Hidrográfico	69
5.2. Caracterização Hidrográfica da Bacia	71
5.3. Caracterização Hidrológica da Bacia	73
5.4. Análise Morfométrica e Hipsométrica	74
5.5. Tempo de Concentração (Tempo de Resposta Hidrológica)	75
5.6. Análise Hipsométrica e Estágio Evolutivo do Relevo	76
5.7. Rede de Drenagem e Dinâmica Hidrológica	79
5.8. Sinuosidade e Gradiente Fluvial	79
5.9. Vulnerabilidades Ambientais e Gestão Hídrica	81
5.10. Pressões Antrópicas e Conflitos de Uso	82
5.11. Intervenções Antrópicas e Alterações no Regime Hidrológico	83
5.12. Indicadores de Risco e Impactos Hidrológicos	84
5.13. Gestão Integrada e Soluções Estruturantes	86
5.13.1 Aspectos Legais e Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	87
5.13.2. Complexibilidade da Bacia do Rio São José dos Dourados	89
6. INSTRUMENTOS PARTICIPATIVO TERRITORIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS	90
6.1. Multiterritorialidade da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados	92
7. RESULTADOS GERAIS DA ANÁLISE INTEGRADA	95
8. CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
9. ANEXO A — Poema	113

1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas constituem unidades de referência fundamentais para o planejamento ambiental e territorial, na medida em que englobam, de forma sistêmica, os componentes físicos, ecológicos e sociais de uma região. De acordo com Tucci (2006), uma bacia hidrográfica pode ser definida como uma porção do espaço terrestre delimitada por divisores topográficos naturais, onde todas as águas pluviais convergem para um mesmo ponto de saída, formando uma rede de drenagem interligada. Essa definição, embora técnico-hidrológica, tem sido progressivamente ampliada para incluir a complexidade dos processos que ocorrem em seu interior, especialmente no que diz respeito às relações entre sociedade e natureza.

Na perspectiva da Geografia Física, autores como Christofolletti (1980) defendem que a bacia deve ser entendida como uma unidade ecológica e geomorfológica integrada, pois permite observar, de forma articulada, os fluxos hídricos, a dinâmica do relevo, os padrões climáticos e os diferentes tipos de cobertura da terra. Essa abordagem possibilita uma leitura holística da paisagem e torna a bacia um recorte espacial estratégico para análises ambientais. Complementando essa visão, Bertrand (1971) e Ross (1994) propõem o conceito de geossistema, no qual a bacia é interpretada como um sistema dinâmico composto pela interação entre substratos naturais e ações humanas, o que permite incorporar à análise elementos sociais, econômicos e territoriais.

Do ponto de vista do planejamento territorial e da gestão dos recursos hídricos, as bacias hidrográficas também assumem um papel central nas políticas públicas voltadas à sustentabilidade. Elas são reconhecidas como unidades de gestão descentralizada, participativa e integrada, conforme preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), sendo adotadas por comitês de bacia, agências reguladoras e instâncias municipais e estaduais como referência para ações de monitoramento, recuperação e ordenamento ambiental. Nesse sentido, o estudo das bacias hidrográficas ultrapassa os limites da hidrologia, passando a dialogar com disciplinas como a ecologia da paisagem, a geotecnologia, a sociologia ambiental e a economia ecológica, consolidando-se como um campo de investigação interdisciplinar.

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, situada na região noroeste do Estado de São Paulo, é uma das mais importantes unidades de planejamento territorial e gestão ambiental da região Sudeste do Brasil. Com aproximadamente 15 000 km² de extensão, abrange uma área altamente dinâmica, tanto do ponto de vista natural quanto antrópico, sendo marcada por significativa diversidade geológica, pedológica e morfológica, além de uma intensa pressão socioeconômica sobre os recursos naturais. Essa bacia não apenas desempenha um papel fundamental no abastecimento hídrico e na produção agropecuária regional, mas também serve como referência para estudos de conservação, ordenamento territorial e sustentabilidade (Ab'Saber, 2003; Ana, 2013).

Do ponto de vista ecológico, a bacia se insere em uma zona de transição entre os domínios do Cerrado e da Mata Atlântica, o que historicamente lhe conferiu elevada biodiversidade e grande variedade de habitats (Ab'Saber, 2003). Contudo, a intensa conversão

do uso do solo, com substituição da vegetação nativa por monoculturas e pastagens, reduziu drasticamente os remanescentes florestais, concentrando-os, em geral, em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Unidades de Conservação, muitas vezes sob pressão antrópica. Os fragmentos remanescentes enfrentam desafios de conectividade ecológica e de proteção jurídica, o que dificulta sua manutenção em médio e longo prazo (Ana, 2021).

Adicionalmente, é necessário considerar os aspectos sociais e culturais que marcam a ocupação da bacia. Comunidades tradicionais e agricultores familiares coexistem com grandes propriedades rurais, criando um mosaico fundiário diverso, que nem sempre encontra respaldo em políticas públicas inclusivas (Haesbaert, 2004). A marginalização histórica de certos grupos sociais contribui para a manutenção de desigualdades no acesso à terra, à água e à infraestrutura básica, ampliando as vulnerabilidades socioambientais. A integração entre conhecimento técnico-científico e saberes locais representa uma estratégia promissora para fortalecer o planejamento participativo e o controle social na gestão da bacia (Acsehrad, 2004; Altieri, 2009).

A bacia encontra-se em uma posição geográfica privilegiada no interior do estado, compondo uma interface entre importantes divisores de águas e zonas de transição entre as regiões fisiográficas do Planalto Ocidental Paulista e a Depressão Periférica. Tal posição a insere como um elemento de conexão entre as bacias dos rios Tietê e Paraná, ampliando sua relevância no contexto da gestão interbacias e no planejamento interestadual dos recursos hídricos (Ab'Saber, 2003).

Além da hidrografia superficial, destaca-se também a presença de aquíferos subterrâneos estratégicos, em especial o Aquífero Guarani e o Aquífero Bauru, cuja recarga ocorre parcialmente na região da bacia. A vulnerabilidade dessas formações aquíferas à contaminação por atividades agrícolas intensivas e expansão urbana desordenada impõe a necessidade de medidas de proteção ambiental associadas à conservação do solo e da cobertura vegetal (Ana, 2013; Ana, 2021).

O clima predominante na bacia é o tropical com estação seca (Aw segundo a classificação de Köppen), apresentando verões quentes e chuvosos e invernos mais secos, com precipitação média anual em torno de 1 200 a 1 400 mm (Ana, 2021). Essa sazonalidade acentuada afeta diretamente a dinâmica dos corpos d'água e a disponibilidade hídrica, exigindo atenção especial para os períodos de estiagem, que afetam tanto o abastecimento humano quanto as atividades produtivas.

No campo institucional, a bacia integra a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI-18, sob responsabilidade do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. Embora existam instrumentos legais e planos de bacia elaborados, ainda se observa baixa efetividade nas ações de controle e recuperação ambiental, reflexo da fragilidade na articulação entre os entes municipais, estaduais e usuários dos recursos. O fortalecimento da governança local, a capacitação técnica e a inclusão da sociedade civil são fatores-chave para o sucesso de uma gestão participativa e eficaz (Ana, 2013; Acsehrad, 2004).

A complexidade estrutural e funcional das bacias hidrográficas torna essas unidades espaciais ideais para estudos que associam variáveis físicas, ecológicas e socioeconômicas. No caso da Bacia do Rio São José dos Dourados, tal abordagem revela-se ainda mais urgente diante das crescentes pressões exercidas sobre os recursos naturais e os ecossistemas locais. A

região representa um microcosmo dos desafios contemporâneos da gestão ambiental no Brasil: intensa mecanização agrícola, conflitos fundiários, degradação de áreas sensíveis, escassez hídrica sazonal e ausência de governança ambiental integrada (Altieri, 2009; Acsehrad, 2004).

A escolha pela elaboração de um relatório integrado visa oferecer uma leitura abrangente, multidisciplinar e crítica sobre as transformações da bacia nas últimas décadas. Esse documento surge da necessidade de reunir conhecimentos técnicos especializados dispersos em diferentes estudos — geológicos, morfométricos, pedológicos, hidrológicos, socioambientais — promovendo assim uma análise articulada e estratégica que possa subsidiar ações concretas de manejo, recuperação e planejamento territorial (Ana, 2013; Ana, 2021).

O presente estudo tem como objeto uma região de grande relevância ambiental, social e econômica, cuja complexidade demanda uma abordagem integrada para compreender as dinâmicas territoriais que nela operam. A escolha desta bacia como foco analítico se justifica tanto pela sua representatividade regional quanto pelos desafios contemporâneos relacionados ao uso e ocupação do solo, gestão dos recursos hídricos, conservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

A investigação propõe-se a desenvolver uma leitura detalhada dos elementos físicos e socioambientais da bacia, articulando conhecimentos da geografia física, geociências, planejamento ambiental e ciências sociais aplicadas. A delimitação do problema de pesquisa parte da constatação de que a intensificação do uso antrópico — com destaque para a agropecuária, a urbanização periférica e a fragmentação dos remanescentes de vegetação nativa tem provocado alterações significativas no equilíbrio dos sistemas naturais. Nesse contexto, levanta-se a hipótese de que a degradação ambiental observada em diversas sub-bacias está fortemente associada à ausência de planejamento territorial integrado e à fragilidade dos instrumentos de gestão ambiental.

O tema torna-se particularmente relevante em tempos de crise climática e hídrica, nos quais a segurança ambiental e a resiliência ecológica despontam como prioridades nas agendas públicas e científicas. A compreensão das características naturais da bacia — como relevo, geologia, solos, clima, hidrografia e cobertura vegetal — associada à análise do uso do solo, indicadores morfométricos e práticas de manejo, permite identificar as fragilidades e potencialidades do território.

A metodologia adotada neste estudo combina técnicas de sensoriamento remoto, análise geoespacial, revisão bibliográfica, levantamento de campo e entrevistas com atores locais. A integração entre métodos qualitativos e quantitativos busca assegurar a robustez da análise e garantir a construção de um diagnóstico capaz de subsidiar políticas públicas e ações práticas de manejo sustentável. A análise será guiada pelo modelo PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA (PER), que articula causas, consequências e medidas de enfrentamento dos problemas ambientais identificados.

Os objetivos principais do estudo são: (i) caracterizar os aspectos físico-naturais da bacia; (ii) identificar os principais processos de degradação ambiental; (iii) propor diretrizes de planejamento territorial e conservação ambiental; e (iv) fortalecer a base técnico-científica para a gestão integrada da bacia. Entre os objetivos específicos, destacam-se a produção de mapas temáticos, a sistematização de dados hidromorfológicos, a identificação de áreas

prioritárias para restauração e a articulação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

O estudo está organizado em capítulos que abordam sucessivamente: a caracterização físico-natural da bacia, a análise morfométrica, o uso e ocupação do solo, os índices hidrológicos e socioambientais, a abordagem geoecológica do território e, por fim, as recomendações de gestão e intervenções prioritárias. Espera-se, com isso, contribuir para a consolidação de um conhecimento territorial aplicado, acessível e comprometido com a sustentabilidade ecológica e social.

2. METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho seguiu uma abordagem qualitativa de caráter descritivo-analítico, articulando procedimentos de análise documental, levantamento de dados geoespaciais e interpretação crítica dos elementos que compõem a paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. A pesquisa fundamenta-se nos pressupostos da análise integrada da paisagem, conforme proposto por Bertrand (1971), que considera a paisagem como o resultado da interação dinâmica entre os componentes naturais e as ações humanas. Ross (1994), ao complementar essa perspectiva, destaca a importância de reconhecer o território como uma construção social e histórica, influenciada por múltiplas escalas e racionalidades.

Além disso, a metodologia adotada pauta-se no princípio da multiescalaridade, o que permite considerar tanto os aspectos locais da realidade territorial quanto sua inserção em contextos regionais e nacionais. Essa perspectiva orientou as escolhas analíticas e a organização dos dados, respeitando a complexidade e a heterogeneidade espacial da bacia estudada. A pesquisa também incorporou elementos da geografia crítica e da ecologia política, ao buscar compreender as relações de poder envolvidas na apropriação dos recursos naturais e nos conflitos socioambientais.

2.1 Procedimentos de Levantamento e Tratamento dos Dados Espaciais

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada com base em dados vetoriais oficiais disponibilizados pelo IBGE, ANA e CPRM. Utilizou-se a base cartográfica contínua do Brasil, com dados altimétricos e hidrológicos vetorizados, compatíveis com o sistema de referência geodésico SIRGAS 2000, na projeção UTM zona 22S. A manipulação e análise dessas informações foram realizadas por meio do software QGIS 3.34 Prizren, com o auxílio de complementos como o Semi-Automatic Classification Plugin e o GRASS GIS para processamento espacial.

A compartimentação fisiográfica da bacia levou em consideração os principais componentes naturais: unidades de relevo, tipos de solo, litologia, rede de drenagem e padrões climáticos. Os dados foram obtidos a partir de fontes como o Mapa Geológico do Brasil (CPRM), o Mapa de Solos em escala 1:250.000 (IBGE e Embrapa), e os dados pluviométricos e termométricos históricos do INMET. Para análise de declividade e altimetria, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do SRTM, com resolução de 30 metros, disponibilizado pela NASA.

A análise morfométrica da rede de drenagem considerou os seguintes parâmetros: área de drenagem (A), perímetro da bacia (P), extensão do canal principal (L), declividade média (S), densidade de drenagem (Dd), razão de bifurcação (Rb), índice de compacidade (Kc) e fator de forma (Rf). As fórmulas utilizadas seguem os modelos propostos por Horton (1945), Strahler (1957) e Villela & Mattos (1975), permitindo interpretar a estrutura geomorfológica da bacia e inferir padrões de escoamento superficial e vulnerabilidade a processos erosivos. Para o cálculo automatizado desses índices, utilizou-se o plugin “Morphometric Analysis”, no QGIS, facilitando a replicabilidade da metodologia.

2.2 Análise do Uso e Cobertura da Terra

Para a análise da dinâmica do uso e cobertura do solo, utilizou-se a Coleção 9 do projeto MapBiomas, que fornece dados anuais de classificação temática para o período de 1985 a 2023. As classes foram agrupadas em categorias analíticas (vegetação natural, agricultura, pastagem, áreas urbanas, corpos hídricos, entre outras), permitindo identificar padrões de transição e permanência ao longo do tempo. O processamento inicial das séries temporais foi realizado na plataforma Google Earth Engine, com posterior exportação para o QGIS, onde foram geradas as estatísticas de área, gráficos e mapas temáticos para os anos de referência (1999, 2010 e 2023).

A fim de aprofundar a análise, foram cruzadas as informações de uso e cobertura do solo com outras variáveis ambientais, como declividade (extraída de Modelos Digitais de Elevação – MDE), tipos de solo e compartimentos geomorfológicos. Essa abordagem multivariada permitiu avaliar a vulnerabilidade ambiental, as pressões sobre os recursos naturais e a distribuição desigual das formas de ocupação do território. Também foram gerados mapas de transição de uso, com foco em dinâmicas como desmatamento, substituição de pastagens por lavouras, e avanço da urbanização, permitindo inferir os principais vetores de transformação da paisagem.

2.3 Revisão Teórica e Levantamento Documental

A revisão teórica foi orientada pela busca de autores clássicos e contemporâneos que subsidiassem a construção do referencial analítico do estudo. Essa etapa foi essencial para embasar criticamente a delimitação do problema, a formulação das hipóteses e a definição dos objetivos específicos da pesquisa. Ao reunir diferentes abordagens conceituais — desde os fundamentos da análise integrada da paisagem até os debates contemporâneos sobre justiça ambiental e multiterritorialidade —, a revisão permitiu identificar lacunas no conhecimento existente e fundamentar a proposta metodológica adotada, contribuindo assim para o alinhamento entre teoria e prática na investigação da realidade socioambiental da bacia hidrográfica, que discutem os fundamentos conceituais da Geografia Física, da Geografia Crítica e do Planejamento Territorial. O objetivo foi construir uma base teórica sólida que permitisse interpretar a paisagem da bacia hidrográfica a partir de múltiplos olhares: físico-naturais, socioeconômicos e político-territoriais.

Autores como Bertrand (1971), Ross (1994) e Christofolletti (1980) foram fundamentais para embasar a concepção metodológica adotada na análise da paisagem da bacia. Bertrand (1971) influenciou diretamente na escolha de uma abordagem integrada, ao propor a análise da paisagem como um sistema de interações entre elementos físicos e humanos. Ross (1994) complementou esse entendimento ao incorporar a dimensão socioeconômica e a leitura geossistêmica na compartimentação territorial, reforçando a importância de considerar múltiplas escalas de análise. Já Christofolletti (1980) contribuiu com os métodos de leitura geomorfológica e a interpretação de formas do relevo como produto da dinâmica natural e antrópica. As contribuições desses autores se interconectam na formulação dos objetivos específicos da pesquisa, especialmente no que se refere à identificação das pressões ambientais, à caracterização integrada dos componentes naturais e ao entendimento da complexidade territorial da bacia estudada. Para a compreensão dos conceitos de paisagem, compartimentação e análise integrada. Ab'Sáber (2003) contribuiu com a noção de estruturas do relevo e unidades de paisagem. Já autores como Haesbaert (2004), Veiga (2006) e Acselrad (2010) fundamentaram a discussão sobre multiterritorialidade, gestão ambiental, conflitos socioespaciais e justiça ambiental. Além disso, Foley et al. (2005) e Perfecto et al. (2009) ofereceram referenciais para a análise das interações entre uso do solo, agroecossistemas e sustentabilidade.

Foram consultadas dissertações, artigos científicos, livros e relatórios técnicos, como por exemplo o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio São José dos Dourados (CBH-SJD, 2020), o qual foi empregado para mapear os principais conflitos de uso da água, identificar áreas críticas de pressão antrópica sobre os recursos hídricos e embasar as discussões sobre governança ambiental na região. Esse documento também forneceu informações essenciais sobre o enquadramento dos corpos hídricos, a situação da cobertura vegetal ripária e os principais instrumentos de gestão em vigor, sendo, portanto, uma fonte chave na análise institucional e na construção do diagnóstico ambiental integrado da bacia de instituições como IBGE, Embrapa, ANA e comitês de bacias. Essa triangulação entre literatura científica, documentos institucionais e dados empíricos garantiu densidade analítica à pesquisa, assegurando o alinhamento entre fundamentação teórica, evidências espaciais e realidade territorial.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS – SP

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, localizada no noroeste do Estado de São Paulo, é uma unidade territorial estratégica tanto do ponto de vista natural quanto socioeconômico. Com extensão aproximada de 15 000 km², a bacia drena áreas que se estendem do Planalto Ocidental Paulista até a Depressão Periférica, situando-se em uma zona de transição entre os domínios da Mata Atlântica e do Cerrado (Ab'Saber, 2003). Esse posicionamento confere à região elevada biodiversidade e complexidade geológica. O relevo predominante é suavemente ondulado, com altitudes médias entre 400 m e 550 m, favorecendo o escoamento superficial e a formação de vales amplos. A rede hidrográfica é composta por seis sub-bacias principais e inclui afluentes de diferentes ordens que deságuam no rio principal antes de sua foz no Rio Paraná.

Do ponto de vista geológico, a bacia apresenta uma combinação de rochas ígneas, como as da Formação Serra Geral, e sedimentos arenosos do Grupo Bauru, que condicionam a formação de solos Latossolos e Argissolos de fertilidade moderada a baixa (Ibge, 2003; Ross, 1990). Esses solos, embora propícios à agricultura, são suscetíveis à erosão e à compactação quando submetidos a manejo inadequado. O clima é tropical com estação seca (Aw, segundo Köppen), caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos mais secos, com precipitação anual entre 1 200 e 1 400 mm (Ana, 2021). Essa sazonalidade influencia diretamente o regime hidrológico, com períodos de estiagem que impactam o abastecimento e a produção agrícola.

A hidrografia superficial é complementada por aquíferos subterrâneos de importância regional, especialmente o Guarani e o Bauru, cuja recarga ocorre em parte dentro da bacia (Ana, 2013). A preservação das áreas de recarga e das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo dos cursos d'água é vital para manter a qualidade e a quantidade de água disponível. No entanto, a substituição da vegetação nativa por monoculturas e pastagens tem reduzido os remanescentes florestais a fragmentos isolados, prejudicando a conectividade ecológica e a proteção dos solos (Ana, 2021).

No âmbito socioeconômico, a bacia abriga municípios que variam desde pequenos centros rurais a cidades médias, como Jales, Fernandópolis e Santa Fé do Sul, cujo desenvolvimento histórico esteve ligado à expansão ferroviária e à cafeicultura no início do século XX (Christofolletti, 1980; Ab'Saber, 2003). Atualmente, a economia regional é marcada pela agropecuária, com destaque para cana-de-açúcar, soja, milho e pecuária de corte e de leite, além de atividades de silvicultura e agroindústria. Esse perfil produtivo gera pressão sobre os recursos naturais, intensificando processos de degradação ambiental, como erosão, assoreamento e contaminação de corpos d'água por sedimentos e agroquímicos (Altieri, 2009).

No campo institucional, a bacia integra a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI-18, sob responsabilidade do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. Embora existam instrumentos legais e planos de bacia elaborados, ainda se observa baixa efetividade nas ações de controle e recuperação ambiental, reflexo da fragilidade na articulação entre os entes municipais, estaduais e usuários dos recursos. O fortalecimento da governança local, a capacitação técnica e a inclusão da sociedade civil são fatores chave para o sucesso de uma gestão participativa e eficaz.

A complexidade estrutural e funcional das bacias hidrográficas torna essas unidades espaciais ideais para estudos que associam variáveis físicas, ecológicas e socioeconômicas. No caso da Bacia do Rio São José dos Dourados, tal abordagem revela-se ainda mais urgente diante das crescentes pressões exercidas sobre os recursos naturais e os ecossistemas locais. A região representa um microcosmo dos desafios contemporâneos da gestão ambiental no Brasil: intensa mecanização agrícola, conflitos fundiários, degradação de áreas sensíveis, escassez hídrica sazonal e ausência de governança ambiental integrada.

A escolha pela elaboração de um relatório integrado que visa oferecer uma leitura abrangente, multidisciplinar e crítica sobre as transformações da bacia nas últimas décadas. Esse documento surge da necessidade de reunir conhecimentos técnicos especializados dispersos em diferentes estudos — geológicos, morfométricos, pedológicos, hidrológicos, socioambientais — promovendo assim uma análise articulada e estratégica que possa subsidiar ações concretas de manejo, recuperação e planejamento territorial.

3.1. Contextualização Regional e Histórica

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, localizada no noroeste do Estado de São Paulo (Mapa 1), representa um território cuja conformação espacial foi moldada por uma complexa articulação de processos históricos de ocupação, condições naturais e dinâmicas socioeconômicas interdependentes, que influenciaram diretamente sua organização territorial e uso dos recursos naturais.

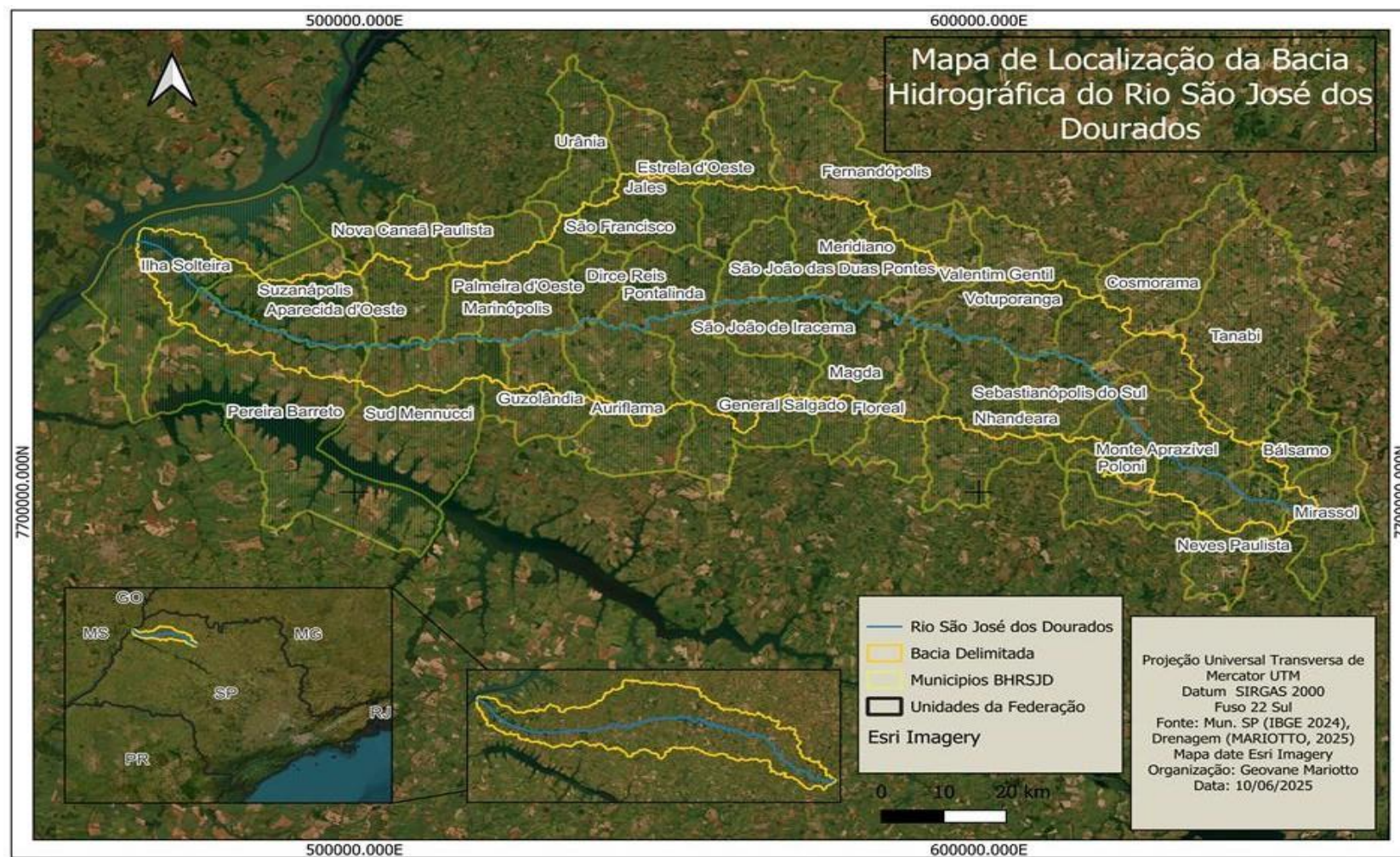


Figura 1 — Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados
Fonte: Mariotto (2025).



Figura 2 — Área de localização da nascente do Rio São José dos Dourados
Fonte: O autor (2025).

A nascente do Rio São José dos Dourados está localizado na cidade de Mirassol-SP, cidade localizada no interior do Estado de São Paulo, distante aproximadamente da capital paulista 480 km, a nascente está localizado em uma área de preservação permanente próximo a área urbana no município de Mirassol-SP, resultado da integração urbano-ambiental local que se encontra casas e comércios próximo a área de preservação. (Fotografia 1)

A Bacia Hidrografia do Rio São José dos Dourados passou por um longo processo histórico de ocupação e transformação territorial, esse território reflete as diversas fases do desenvolvimento regional paulista. Sua formação está diretamente relacionada aos ciclos econômicos e políticas públicas que orientaram a ocupação do interior paulista ao longo do século XX, com destaque para a expansão da cafeicultura, a construção da malha ferroviária e os incentivos à modernização agroindustrial (Ab'Sáber, 2003; Basilici et al., 2012). Desde o início do século XX, a dinâmica de povoamento da bacia foi impulsionada por políticas de interiorização e pela chegada da ferrovia. Estas foram fundamentais para consolidar os primeiros núcleos urbanos, cuja funcionalidade estava diretamente atrelada ao escoamento da produção agrícola, sobretudo do café — cultura que dominava a paisagem produtiva naquele contexto histórico. e transformação territorial que reflete as diversas fases do desenvolvimento regional paulista. Sua formação está diretamente relacionada aos ciclos econômicos e políticas públicas que orientaram a ocupação do interior paulista ao longo do século XX, com destaque para a expansão da cafeicultura, a construção da malha ferroviária e os incentivos à modernização agroindustrial (Ab'sáber, 2003; Basilici et al., 2012). Desde o início do século XX, a dinâmica de povoamento da bacia foi impulsionada por políticas de interiorização e pela chegada da ferrovia. Estas foram fundamentais para consolidar os primeiros núcleos urbanos, cuja funcionalidade estava diretamente atrelada ao escoamento da produção agrícola, sobretudo do café — cultura que dominava a paisagem produtiva naquele contexto histórico.

Entre as décadas de 1910 e 1950, foram formados ao menos 20 núcleos urbanos em torno das estações ferroviárias da Companhia Paulista e da Estrada de Ferro Araraquarense, os quais evoluíram para sedes de municípios como Jales, Fernandópolis e Santa Fé do Sul. A infraestrutura ferroviária possibilitou a circulação de bens, serviços e pessoas, consolidando uma rede urbana hierarquizada que articulava centros produtores agrícolas a cidades regionais e à capital (christofoletti, 1980). Conforme destacado por Ab'Sáber (2003), a ferrovia não apenas definiu os vetores de ocupação como estruturou as relações entre campo e cidade em um modelo territorial fragmentado, mas funcional, marcando de forma duradoura a organização espacial da bacia.

Historicamente, a região da bacia se insere em um contexto de transição entre as paisagens do Planalto Ocidental Paulista e os limites com o Mato Grosso do Sul (fotografias 2 e 3), compondo uma área de conectividade estratégica para o desenvolvimento econômico estadual (Ab'Saber, 2003). Os fatores geográficos — como a predominância de relevo suavemente ondulado, solos de boa fertilidade relativa (notadamente Latossolos e Argissolos) e clima tropical com estação seca bem definida (Aw, segundo Köppen) — contribuíram para a vocação agrícola da região, favorecendo inicialmente a expansão do cultivo do café e, posteriormente, sua substituição por outras culturas temporárias e permanentes, como algodão, milho, soja e cana de açúcar (Ibge, 2003; Ross, 1990).



Figura 3 — Limite dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul - Foz do Rio São José dos Dourados no Rio Paraná
Fonte: O autor (2025).



Figura 4 — Cidade de Ilha Solteira - Última cidade localizada na divisa entre SP e MS
Fonte: O autor (2025).

3.2. Dinâmicas Agrárias e Transformações Territoriais

A partir da década de 1970, a intensificação da mecanização agrícola e a expansão do agronegócio reconfiguraram profundamente a paisagem rural brasileira. Esse processo impulsionou o êxodo rural e promoveu a substituição das pequenas propriedades por grandes latifúndios voltados à produção agroindustrial, consolidando um modelo de desenvolvimento excludente. Trata-se do que se convencionou chamar de “modernização conservadora” do campo, marcada pela adoção de tecnologias modernas sem transformações estruturais nas relações fundiárias (Rodrigues et al., 2015; Abramovay, 1992). Como apontam Graziano da Silva (2001) e Del Grossi (1999), essa modernização marginalizou práticas sustentáveis, como a agricultura familiar e os sistemas agroecológicos, concentrando ainda mais a renda e a terra. Como consequência, observou-se o crescimento acelerado e desordenado de centros urbanos de pequeno e médio porte, geralmente com infraestrutura precária, sobretudo nas áreas periurbanas, onde se intensificam os desafios sociais e ambientais (Martins et al., 2009).



Figura 5 — Cultivo de cana-de-açúcar
Fonte: O autor (2025).



Figura 6 — Cultivo de uvas próximo ao município de Palmeira d' Oeste
Fonte: O autor (2025).



A infraestrutura de transportes, composta por antigas ferrovias e uma malha rodoviária densa, também desempenhou papel estruturante na configuração territorial da bacia. Além de facilitar o fluxo de mercadorias e o acesso a mercados consumidores e portos exportadores, essa rede viária contribuiu para a fragmentação dos ecossistemas nativos, conforme apontado por Oliveira et al. (2012). As rodovias, embora vitais para a logística regional, impuseram impactos significativos sobre as áreas de preservação permanente (APPs), comprometendo a conectividade ecológica e ampliando os passivos ambientais (tucci, 2002).

O processo de industrialização incipiente observado em algumas cidades médias da bacia, aliado à diversificação parcial do setor terciário, não foi suficiente para romper a dependência estrutural do agronegócio. A economia regional continua fortemente ancorada nas atividades primárias, o que limita as alternativas de desenvolvimento local e torna vulneráveis os municípios frente às oscilações do mercado agrícola. Nesse contexto, os serviços públicos e o comércio regionalizado exercem papel relevante, mas ainda insuficiente para promover uma transição socioeconômica sustentável e inclusiva (ab'sáber, 2003).



Figura 7 - Potencial de turismo - Praias de águas doces no rio São José dos Dourado
Fonte: O autor (2025).



A bacia ocupa uma posição geoestratégica no cenário estadual, atuando como elo entre os sistemas hidrográficos do interior paulista e o rio Paraná. Sua importância hídrica e produtiva torna ainda mais relevante a compreensão dos processos históricos que moldaram sua configuração atual. O modelo de ocupação adotado ao longo do século XX, ancorado em políticas desenvolvimentistas e incentivos à mecanização, contribuiu para a construção de um mosaico territorial marcado por disparidades econômicas, degradação ambiental e baixa resiliência social (christofoletti, 1980). Dessa forma, torna-se imprescindível compreender essas transformações históricas, pois elas oferecem subsídios valiosos para a construção de propostas de gestão territorial mais equitativas, resilientes e embasadas em princípios sólidos de justiça socioambiental.

No início do século XXI, com a intensificação dos debates sobre sustentabilidade e mudança climática, a bacia passou a integrar o foco de estudos voltados à gestão integrada dos recursos hídricos e à adaptação às pressões antrópicas sobre os ecossistemas. Diversos instrumentos legais e institucionais foram criados (Faniran, 1968; Tucci, 2002), como comitês de bacia hidrográfica e planos de recursos hídricos, mas ainda persistem lacunas significativas na articulação entre diagnóstico ambiental, participação social e ações efetivas de mitigação. Um exemplo regional relevante é a atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, que, apesar de avanços pontuais, ainda enfrenta desafios para integrar ações intermunicipais de proteção das nascentes e recuperação de APPs. A dualidade entre conservação e produção se manifesta em todo o território da bacia, exigindo soluções inovadoras e multiescalares (ANA, 2013).

Além disso, as transformações no perfil demográfico e a crescente urbanização trouxeram (IBGE, 2003; Ross, 1990) novos desafios à gestão territorial, como a regularização fundiária, o acesso a saneamento básico, a gestão de resíduos sólidos e a proteção de áreas verdes urbanas. As cidades da bacia, embora pequenas ou médias, enfrentam pressões similares às de centros metropolitanos, sem, contudo, dispor da mesma estrutura administrativa e financeira para lidar com tais demandas. A complexidade da governança ambiental regional evidencia a necessidade de políticas públicas mais integradas e de maior articulação entre os diferentes níveis de governo, a academia e a sociedade civil organizada (Villela; Mattos, 1975). Portanto, compreender a contextualização histórica da Bacia do Rio São José dos Dourados é essencial não apenas para interpretar sua configuração atual, mas também para propor diretrizes capazes de harmonizar desenvolvimento socioeconômico, conservação ambiental e inclusão social. Somente por meio de uma abordagem histórica, crítica e territorialmente sensível será possível fomentar um modelo de gestão que valorize os saberes locais, respeite os limites ecológicos e promova justiça ambiental no território da bacia. Diante dos múltiplos desafios acumulados ao longo de décadas — como a concentração fundiária, os impactos ambientais e a baixa capacidade institucional de enfrentamento —, repensar o futuro da bacia exige ações urgentes, articuladas e baseadas no conhecimento técnico-científico. É nesse esforço que reside a esperança de um modelo de desenvolvimento regional mais justo, equilibrado e sustentável

3.3. Padrões de Uso e Ocupação da Terra Permanências e Transformações

A análise dos padrões de uso e ocupação do solo na Bacia do Rio São José dos Dourados revela processos dinâmicos de conversão da cobertura vegetal nativa em áreas agrícolas, pastagens e zonas urbanas, com implicações diretas sobre a sustentabilidade ambiental da região. Dados do MapBiomas indicam que, entre 1985 e 2023, houve uma redução significativa da vegetação nativa, especialmente nas margens de corpos hídricos e fragmentos florestais remanescentes, que vêm sendo progressivamente substituídos por lavouras temporárias, especialmente cana-de-açúcar, soja e milho (MapBiomas, 2024).

As transformações identificadas apontam para um modelo de ocupação funcionalmente vinculado à lógica do agronegócio, mas desconectado dos princípios de conservação ambiental. A ausência de planejamento territorial integrado e o baixo índice de recomposição da vegetação nativa em áreas de preservação permanente (APPs) agravam os riscos de assoreamento, perda da biodiversidade e comprometimento da qualidade da água. Estudos de Martins et al. (2009) e ANA (2013) apontam que esse cenário está associado a uma lógica de uso da terra que prioriza a produtividade econômica imediata em detrimento dos serviços ecossistêmicos de longo prazo. Essa constatação dialoga com os pressupostos de Ab'Sáber (2003), ao enfatizar que o ordenamento territorial no Brasil historicamente negligenciou os limites ecológicos dos sistemas naturais.

A heterogeneidade de padrões de ocupação, inclusive em escalas intra-municipais, também evidencia um mosaico de pressões e vulnerabilidades que devem ser tratadas com enfoques espacializados. Como apontado por Oliveira et al. (2012), a compartimentação fisiográfica influencia diretamente as possibilidades de uso sustentável da terra, e seu desconhecimento gera políticas públicas desarticuladas das realidades biofísicas locais. Essa limitação compromete, por exemplo, a aplicabilidade do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), cuja efetividade depende da caracterização técnica dos territórios.

O mapeamento de uso e cobertura, aliado a dados geoespaciais, permite identificar zonas críticas, como áreas agrícolas em declividades acentuadas, regiões com alta densidade de estradas vicinais e áreas urbanas com expansão recente sobre zonas de recarga aquífera. A incorporação desses dados em modelos de fragilidade ambiental, como os propostos por Christofoletti (1980), Faniran (1968) e Ross (1990), pode subsidiar políticas públicas mais eficazes de ordenamento territorial e orientar ações de fiscalização e restauração ecológica. A aplicação de modelos integrados, como o proposto por Rodrigues et al. (2015), também permite a associação entre variáveis morfométricas e indicadores de pressão antrópica, contribuindo para uma abordagem mais robusta da análise ambiental.

No início do século XXI, com a intensificação dos debates sobre sustentabilidade e mudança climática, a bacia passou a integrar o foco de estudos voltados à gestão integrada dos recursos hídricos e à adaptação às pressões antrópicas sobre os ecossistemas. Diversos instrumentos legais e institucionais foram criados (Faniran, 1968; Tucci, 2002), como comitês de bacia hidrográfica e planos de recursos hídricos, mas ainda persistem lacunas significativas na articulação entre diagnóstico ambiental, participação social e ações efetivas de mitigação.

Um exemplo regional relevante é a atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, que, apesar de avanços pontuais, ainda enfrenta desafios para integrar ações intermunicipais de proteção das nascentes e recuperação de APPs. A dualidade entre conservação e produção se manifesta em todo o território da bacia, exigindo soluções inovadoras e multiescalares (ANA, 2013).

Essas dificuldades são agravadas por fatores estruturais como a concentração fundiária, o modelo técnico-produtivo dominante e a limitação da capacidade técnica das gestões municipais. Conforme apontado por Villela e Mattos (1975), a ausência de integração entre os sistemas de informação hidrológica e de planejamento territorial acarreta a ineficácia dos instrumentos regulatórios, mesmo quando estes estão juridicamente consolidados. Tal constatação é reforçada por Tucci (2002), que destaca a urgência de integração entre conhecimento técnico, gestão participativa e indicadores de efetividade.

Além disso, as transformações no perfil demográfico e a crescente urbanização trouxeram (IBGE, 2003; Ross, 1990) novos desafios à gestão territorial, como a regularização fundiária, o acesso a saneamento básico, a gestão de resíduos sólidos e a proteção de áreas verdes urbanas. As cidades da bacia, embora pequenas ou médias, enfrentam pressões similares às de centros metropolitanos, sem, contudo, dispor da mesma estrutura administrativa e financeira para lidar com tais demandas. A complexidade da governança ambiental regional evidencia a necessidade de políticas públicas mais integradas e de maior articulação entre os diferentes níveis de governo, a academia e a sociedade civil organizada (Villela; Mattos, 1975).

A construção de alternativas sustentáveis para a bacia exige a adoção de uma abordagem ecossistêmica que considere os processos naturais e suas interações com as práticas humanas. Como defendido por Christofolletti (1980), é fundamental compreender a paisagem como um sistema integrado, cuja dinâmica resulta da interação entre fatores físicos, bióticos e antrópicos. Dessa forma, o diagnóstico do uso e cobertura do solo não deve ser apenas descritivo, mas explicativo e prospectivo, oferecendo subsídios para a formulação de políticas públicas territorialmente orientadas e cientificamente fundamentadas. A incorporação de tecnologias como sensoriamento remoto e geoprocessamento, bem como o fortalecimento de redes locais de monitoramento participativo, surge como estratégia promissora para consolidar uma governança ambiental eficiente e inclusiva.

3.4. Dinâmica Espacial e Temporal do Uso e Cobertura da Terra (1999–2023)

A Bacia do Rio São José dos Dourados passou por profundas transformações no uso e cobertura da terra ao longo do período entre 1999 e 2023. Os dados mapeados demonstram mudanças significativas na paisagem natural e no uso do solo, com forte expansão de lavouras temporárias, retração da vegetação nativa e incremento de áreas urbanizadas, em especial nos municípios de maior dinamismo econômico da bacia. Tais alterações indicam uma trajetória territorial voltada à intensificação do uso da terra, frequentemente em detrimento de atributos ecológicos e da resiliência ambiental regional (Martins et al., 2009).

Segundo os levantamentos realizados com base nos dados do MapBiomas (2024), observa-se que a vegetação nativa — incluindo formações florestais e savânicas — sofreu uma redução considerável ao longo dessas duas décadas. Em contrapartida, houve crescimento expressivo de áreas voltadas à agricultura intensiva, principalmente cana-de-açúcar e soja. A análise comparativa entre os anos de 1999, 2010 e 2023 demonstra que a expansão agrícola se deu, em grande parte, sobre áreas de vegetação anteriormente preservadas ou em processo de regeneração. Essa transformação está inserida em um contexto mais amplo de reconfiguração do uso da terra no Brasil, que tem privilegiado a produtividade de commodities em detrimento da conservação ambiental (Rodrigues et al., 2015).

Do ponto de vista técnico, os mapas de uso e cobertura do solo indicam três tendências principais:

- a) Expansão agrícola em zonas ambientalmente sensíveis: diversas áreas de preservação permanente (APPs) foram incorporadas ao uso agropecuário, comprometendo funções ecológicas essenciais, como a proteção de nascentes e a estabilidade de encostas.
- b) Crescimento urbano difuso: o crescimento das manchas urbanas, embora modesto em termos absolutos, revela uma tendência de urbanização pulverizada, avançando sobre áreas rurais próximas às sedes municipais.
- c) Redução proporcional de pastagens: ainda que extensas, as pastagens vêm perdendo espaço para cultivos mais intensivos, refletindo a modernização das práticas agrícolas.

Essa dinâmica reflete o modelo hegemônico de ocupação baseado no agronegócio exportador, associado à mecanização, uso intensivo de insumos e concentração fundiária. A conversão da vegetação nativa para lavouras contribui para a fragmentação dos ecossistemas e aumenta a vulnerabilidade ambiental da bacia. Estudos como os de Ross (1990) e Ab'Sáber (2003) alertam que o uso da terra desvinculado das características geoambientais tende a acentuar desequilíbrios ecológicos e sociais. Nesse sentido, o conceito de paisagem como totalidade sistêmica, proposto por Christofoletti (1980), torna-se fundamental para compreender os impactos cumulativos dessas alterações na estrutura ambiental da bacia.

Além disso, os dados cartográficos revelam que muitos municípios da bacia apresentam baixa proporção de áreas legalmente protegidas ou restauradas, indicando a necessidade de estratégias mais eficazes de recomposição florestal e adequação ao Código Florestal (Lei nº

12.651/2012). A carência de instrumentos eficazes de fiscalização e a fragilidade institucional agravam esse cenário, como apontado por Tucci (2002) e Villela e Mattos (1975).

A análise espacial integrada da cobertura da terra deve ser compreendida não apenas como levantamento estatístico, mas como insumo estratégico para o planejamento territorial, a conservação da biodiversidade e a gestão dos recursos hídricos. O uso de geotecnologias e plataformas como o Google Earth Engine e o QGIS possibilita a identificação de hotspots de degradação e o monitoramento de políticas públicas, ampliando a capacidade de ação dos conselhos municipais e comitês de bacia (ANA, 2013). A partir dessas ferramentas, torna-se possível realizar análises multitemporais com elevada acurácia, favorecendo a implementação de estratégias de mitigação mais eficazes e territorialmente direcionadas (Faniran, 1968).

A fragmentação da vegetação nativa, associada à pressão contínua das atividades agropecuárias, também afeta negativamente a conectividade ecológica entre os remanescentes florestais. Isso compromete a biodiversidade local e os serviços ecossistêmicos prestados por essas áreas, como regulação climática, controle de erosão e manutenção da qualidade da água. Nesse contexto, a incorporação de análises de conectividade, como os índices de métrica de paisagem e corredores ecológicos, torna-se indispensável para o ordenamento territorial sustentável (IBGE, 2003; Mapbiomas, 2024).

Outro ponto crítico refere-se à ocupação irregular de áreas de preservação permanente e zonas de recarga aquífera, com destaque para margens de cursos d'água e cabeceiras. Estudos regionais (oliveira et al., 2012) apontam que a pressão antrópica sobre essas áreas tem resultado na degradação progressiva de corpos hídricos, aumento do risco de eventos hidrológicos extremos e diminuição da resiliência hidroambiental da bacia.

Essas transformações geram implicações diretas sobre a gestão do território rural. A redução da vegetação nativa e a expansão das monoculturas comprometem a diversificação produtiva, aumentam os riscos de contaminação do solo e da água por agroquímicos e promovem o desequilíbrio dos sistemas agroecológicos. De acordo com a literatura, o uso sustentável da terra está associado à adoção de práticas conservacionistas, como os sistemas agroflorestais, a recuperação de áreas degradadas e o manejo integrado das bacias hidrográficas (Altieri, 2004; Perfecto & Vandermeer, 2010; Sparovek, 2003). Além disso, Veiga (2001) ressalta que políticas públicas de desenvolvimento rural sustentável são fundamentais para viabilizar essas práticas, garantindo justiça socioambiental e a preservação dos recursos naturais no longo prazo.

3.5. Variação Absoluta entre 1999 e 2023

A classe "Pastagem" apresentou a maior redução de área, com uma perda de aproximadamente 181.533 hectares. Em contrapartida, a categoria "Agricultura" aumentou 135.535 hectares, seguida por "Lavoura Temporária" com +33.507 ha, e "Formação Florestal" com +10.204 ha.

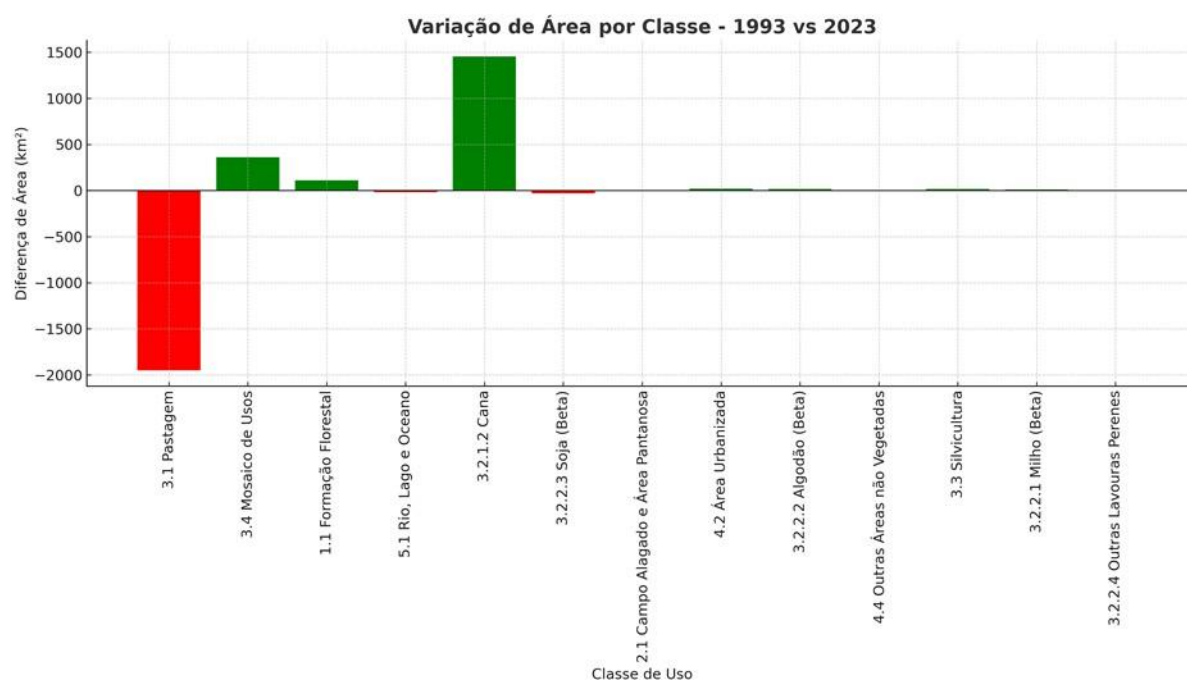
Essa substituição de pastagens por atividades agrícolas reflete um processo de intensificação do uso da terra, o que pode resultar em impactos ambientais significativos, como o aumento da compactação do solo, maior risco de erosão e perda da biodiversidade local,

possivelmente relacionado ao aumento da produtividade agrícola e à política de expansão da fronteira agrícola. A conversão de uso da terra é um indicativo claro das pressões socioeconômicas exercidas sobre os sistemas ambientais, sendo fundamental analisar os trade-offs entre produtividade e sustentabilidade ecológica.

Outras mudanças relevantes incluem:

1. Crescimento urbano modesto: "Área Urbanizada" teve um acréscimo de +1.719 ha.
2. Ampliação de práticas silviculturais: "Silvicultura" apareceu em 2023 com +323 ha, praticamente inexistente em 1999.

Gráfico 1 — Variação absoluta das áreas das principais classes de uso e cobertura do solo entre 1999 e 2023 na Bacia do Rio São José dos Dourados. O gráfico apresenta os ganhos e perdas de área em hectares por classe, com destaque para a substituição significativa de pastagens por agricultura. Fonte: MapBiomias.



Fonte: MapBiomias (2023). Coleção 8 do Projeto MapBiomias.

3.6. Comparativo Temporal por Categoria (1999, 2010, 2023)

A análise comparativa do uso e cobertura da terra ao longo do tempo representa uma ferramenta essencial para compreender as tendências de transformação espacial em bacias hidrográficas. Conforme destacado por Turner et al. (2007), as mudanças no uso da terra são resultado de interações complexas entre fatores ambientais, tecnológicos e socioeconômicos, refletindo escolhas territoriais e dinâmicas estruturais de longo prazo.

Neste relatório, os dados obtidos a partir da plataforma MapBiomas, uma das mais robustas iniciativas de mapeamento multitemporal da cobertura da terra no Brasil, oferecem uma base segura e comparável para o acompanhamento das transformações ocorridas na Bacia do Rio São José dos Dourados. Foram selecionados três anos-chave para o recorte histórico — 1999, 2010 e 2023 —, permitindo a observação de tendências e rupturas nos padrões de uso do solo.

Os gráficos gerados a partir dessa base ilustram, em termos absolutos (hectares) e relativos (percentuais), a distribuição de categorias como vegetação nativa, lavouras temporárias, pastagens, áreas urbanas, corpos d'água e outras classes de uso da terra. Essa visualização facilita a leitura comparativa entre os períodos, evidenciando a velocidade e a magnitude das mudanças.

A análise indica que, ao longo desses 24 anos, houve:

- Um declínio contínuo das áreas cobertas por vegetação nativa, especialmente nas zonas de planalto agrícola;
- Um crescimento sistemático das lavouras temporárias, com destaque para soja e cana-de-açúcar;
- A estabilidade relativa das pastagens, embora com redução proporcional frente à expansão agrícola;
- A ampliação de áreas urbanizadas e não vegetadas, ainda que em proporções menores, mas com implicações significativas sobre os recursos hídricos e a qualidade ambiental.

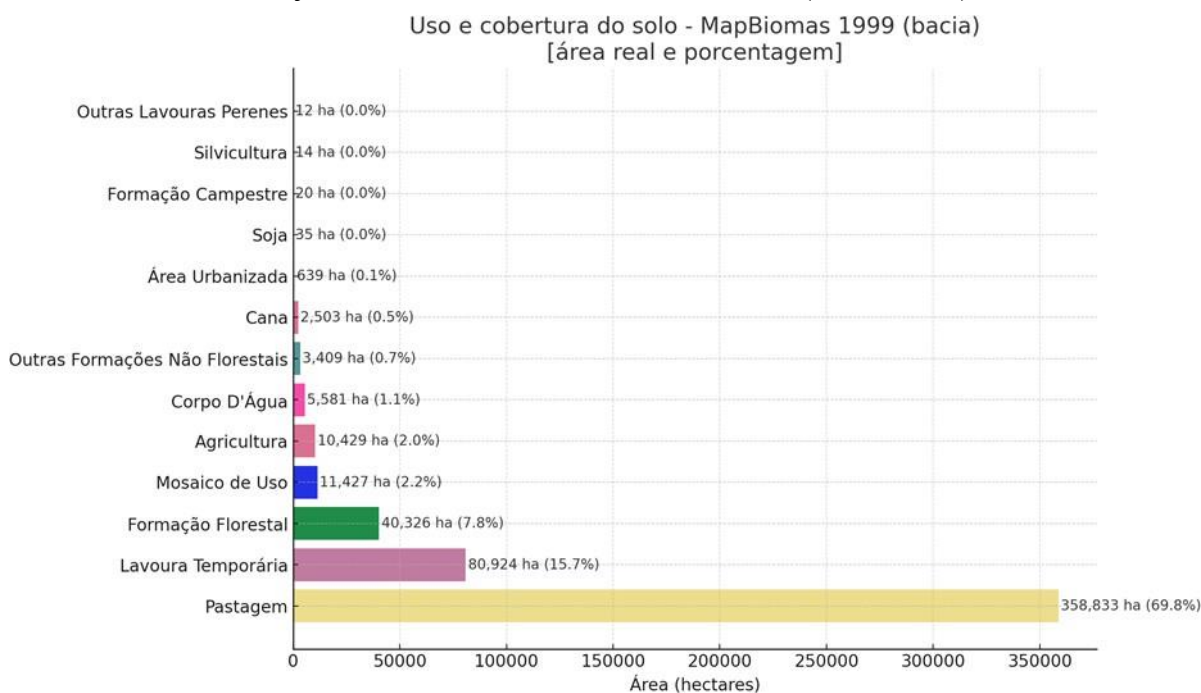
Essa abordagem permite relacionar diretamente os dados territoriais a processos socioeconômicos como a intensificação produtiva, o avanço do agronegócio, as políticas públicas de crédito agrícola e o próprio ordenamento territorial municipal. A leitura multitemporal revela não apenas os impactos físicos sobre a paisagem, mas também os vetores de transformação estruturante que atuam sobre a bacia como um todo.

Tais resultados reforçam a necessidade de adoção de políticas de uso da terra mais sustentáveis e integradas, baseadas em conhecimento técnico-científico e em plataformas de monitoramento contínuo como o MapBiomas e o Google Earth Engine.

Portanto, o período de 1999 a 2023 consolida uma fase crítica na trajetória territorial da Bacia do Rio São José dos Dourados, marcada por avanços no uso produtivo da terra, mas também por perdas significativas do patrimônio natural e por desigualdades no acesso e no controle dos recursos ambientais. A leitura crítica dessa dinâmica é essencial para orientar políticas públicas que conciliem produtividade e sustentabilidade, garantindo a integridade ecológica e a justiça socioambiental na região.

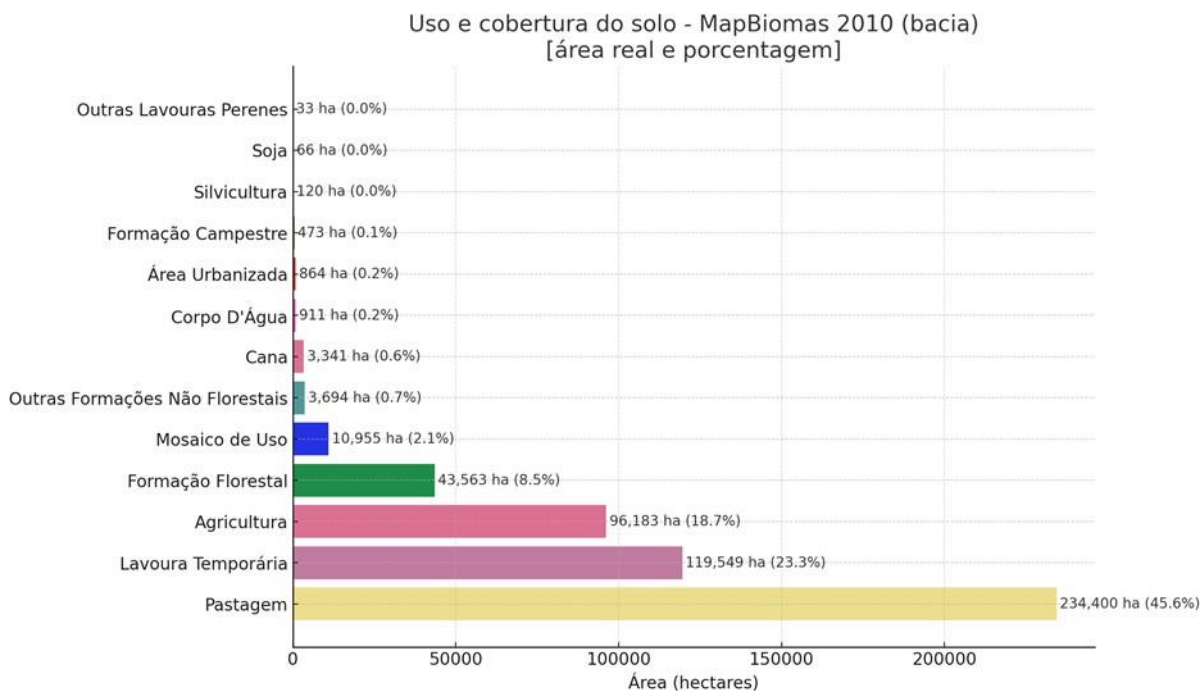
A evolução do uso e cobertura da terra na bacia entre os anos de 1999, 2010 e 2023 está representada nos gráficos a seguir. Cada gráfico mostra a distribuição das categorias de uso do solo em termos absolutos (hectares) e relativos (percentuais), facilitando a comparação temporal direta entre os períodos.

Gráfico 2 — Distribuição das classes de uso do solo em 1999 (em hectares)



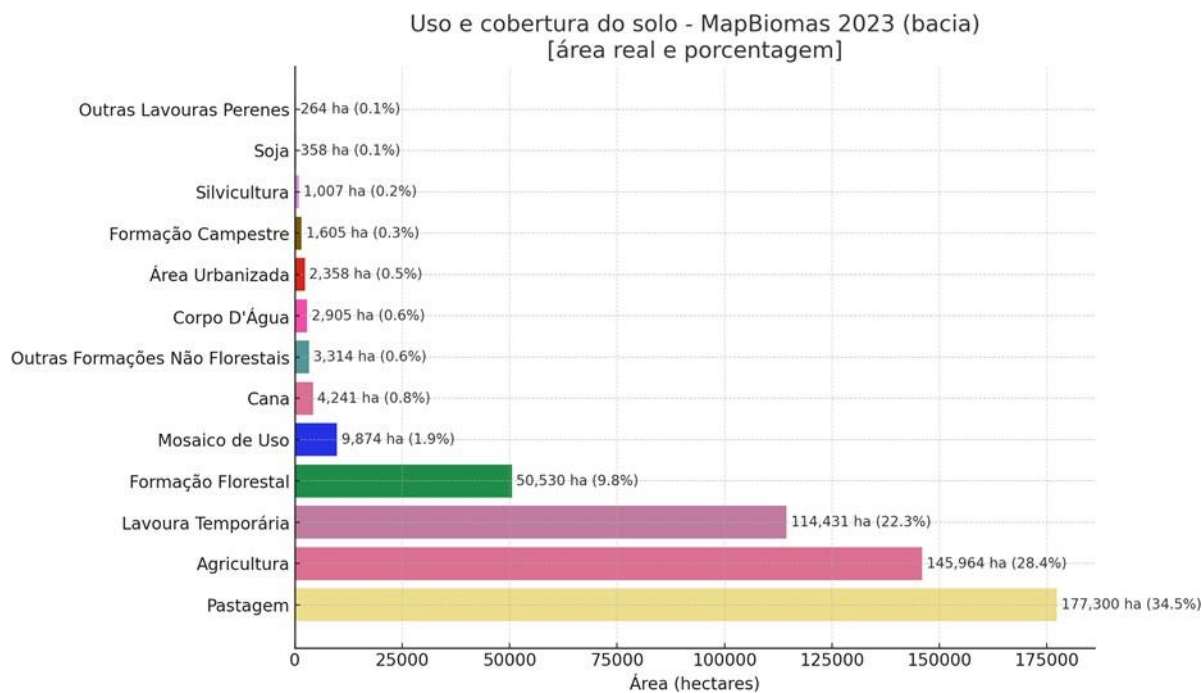
Fonte: MapBiomas (2023). Coleção 8 do Projeto MapBiomas.

Gráfico 3 — Distribuição das classes de uso do solo em 2010 (em hectares).



Fonte: MapBiomas (2023). Coleção 8 do Projeto MapBiomas.

Gráfico 4 — Distribuição das classes de uso do solo em 2023 (em hectares).



Fonte: MapBiomas (2023). Coleção 8 do Projeto MapBiomas.



Observa-se que, em 1999, a categoria "Pastagem" dominava amplamente a paisagem da Bacia do Rio São José dos Dourados, refletindo um modelo tradicional de ocupação rural sustentado na pecuária extensiva. Essa configuração territorial foi historicamente favorecida por fatores como a disponibilidade de grandes áreas, a baixa exigência tecnológica do sistema pecuário e o predomínio de propriedades familiares e médias. Até o início dos anos 2000, essa matriz produtiva prevalecia em grande parte da bacia, sendo também compatível com os padrões de infraestrutura rural da época (christofolletti, 1980; ab'sáber, 2003).

Contudo, a partir da década de 2000, a valorização das commodities agrícolas no mercado internacional — especialmente soja e milho — aliada à modernização tecnológica no campo e à ampliação do crédito rural por meio de programas como o PRONAF e o Moderfrota, incentivou a conversão de extensas áreas de pastagem em lavouras mecanizadas. Essa transição marca uma reestruturação profunda do espaço rural da bacia, com consolidação de sistemas produtivos de alta performance voltados à exportação (rodrigues et al., 2015; oliveira et al., 2012).

Em 2023, a categoria "Agricultura" assume papel central na estrutura de uso da terra, respondendo por mais da metade da superfície da bacia. Esse deslocamento territorial evidencia não apenas a intensificação produtiva, mas também transformações estruturais nas práticas de uso do solo. Houve a substituição dos sistemas agropecuários tradicionais por grandes monoculturas (Fotografia 7 área de pastagem) , a reorganização fundiária com consolidação de grandes propriedades e a crescente especialização em cadeias produtivas orientadas para o mercado global.



Figura 8 — Área de Pastagem

Fonte: O autor (2025).

A análise comparativa dos dados dos anos de 1999, 2010 e 2023 revela uma transição gradual, porém constante, da dominância das pastagens para o predomínio de atividades agrícolas. Estima-se uma redução de aproximadamente 49% na área de pastagens e um aumento de cerca de 65% na área agrícola ao longo do período analisado. Tais variações não ocorrem de maneira homogênea na bacia: municípios com maior infraestrutura de armazenamento, transporte e acesso a crédito apresentaram mudanças mais rápidas e acentuadas, o que reforça a relação entre dinâmicas socioeconômicas locais e transformações no uso da terra (tuner et al., 2007; martins et al., 2009).

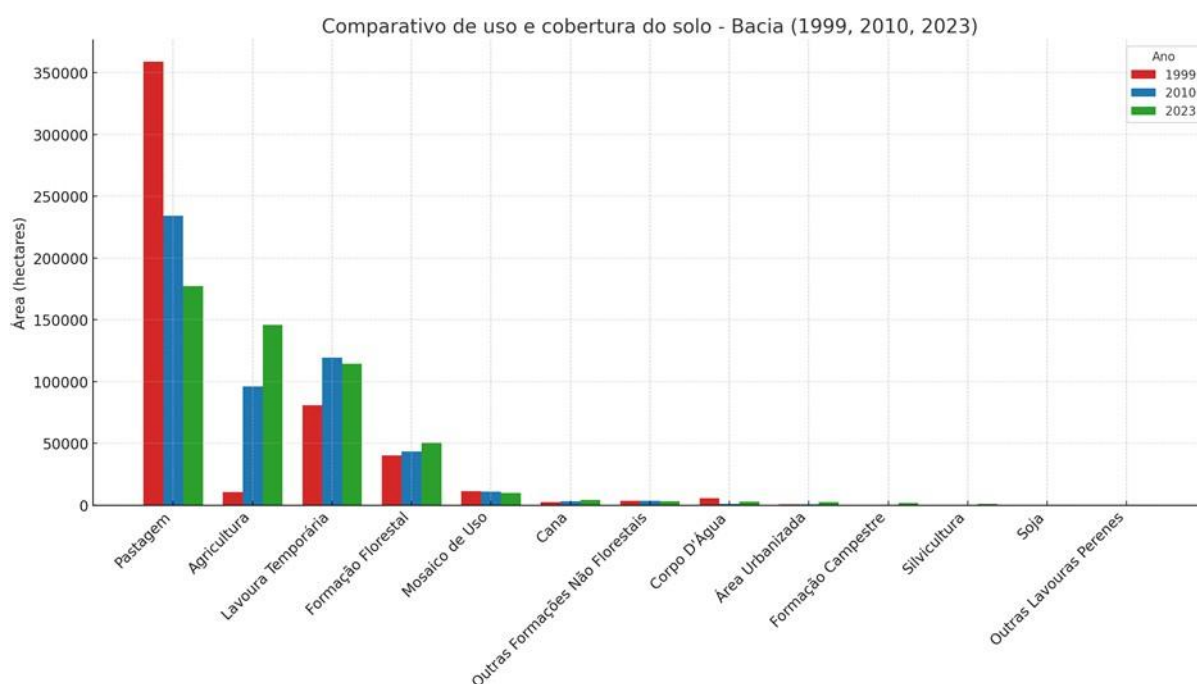
Essa intensificação do uso agrícola da terra tem impactos profundos sobre os ecossistemas da bacia. A substituição da vegetação nativa e das pastagens por monoculturas provoca fragmentação ecológica, aumento da erosão, alteração nos fluxos hidrológicos e redução da biodiversidade. Além disso, a pressão sobre áreas ambientalmente sensíveis, como margens de rios e zonas de recarga aquífera, agrava os riscos ambientais e compromete a sustentabilidade dos sistemas produtivos no longo prazo (faniran, 1968; tucci, 2002).

A consolidação de um novo paradigma territorial — centrado na lógica do agronegócio moderno — impõe o desafio de compatibilizar produtividade com conservação ambiental e justiça territorial. Para tanto, torna-se fundamental o fortalecimento de instrumentos como o zoneamento ecológico-econômico, os planos diretores municipais e os comitês de bacia, que

podem atuar como mediadores de interesses e promotores de uma governança ambiental multiescalar.

O gráfico a seguir ilustra a progressiva substituição de usos do solo, destacando a evolução das principais categorias entre 1999, 2010 e 2023. Essa visualização facilita a compreensão das tendências estruturais que marcaram a transformação produtiva da bacia, revelando a importância de uma leitura crítica e territorialmente contextualizada dessas mudanças para o planejamento ambiental integrado.

Gráfico 5 — Comparativo de áreas ocupadas por classes de uso e cobertura do solo em 1999, 2010 e 2023 na Bacia do Rio São José dos Dourados.



Fonte: MapBiomas (2023). Coleção 8 do Projeto MapBiomas.

Observa-se que, em 1999, a categoria "Pastagem" dominava amplamente a paisagem da Bacia do Rio São José dos Dourados, refletindo um modelo tradicional de ocupação rural sustentado na pecuária extensiva. Essa configuração territorial foi historicamente favorecida por fatores como a disponibilidade de grandes áreas, a baixa exigência tecnológica do sistema pecuário e o predomínio de propriedades familiares e médias. Até o início dos anos 2000, essa matriz produtiva prevalecia em grande parte da bacia, sendo também compatível com os padrões de infraestrutura rural da época (christofoletti, 1980; ab'sáber, 2003).

Contudo, a partir da década de 2000, a valorização das commodities agrícolas no mercado internacional — especialmente soja e milho — aliada à modernização tecnológica no campo e à ampliação do crédito rural por meio de programas como o PRONAF e o Moderfrota, incentivou a conversão de extensas áreas de pastagem em lavouras mecanizadas. Essa transição marca uma reestruturação profunda do espaço rural da bacia, com consolidação de sistemas produtivos de alta performance voltados à exportação (rodrigues et al., 2015; oliveira et al., 2012).

Em 2023, a categoria "Agricultura" assume papel central na estrutura de uso da terra, respondendo por mais da metade da superfície da bacia. Esse deslocamento territorial evidencia não apenas a intensificação produtiva, mas também transformações estruturais nas práticas de uso do solo. Houve a substituição dos sistemas agropecuários tradicionais por grandes monoculturas, a reorganização fundiária com consolidação de grandes propriedades e a crescente especialização em cadeias produtivas orientadas para o mercado global (batezelli, s.d.; dias-brito et al., 2001).

A análise comparativa dos dados dos anos de 1999, 2010 e 2023 revela uma transição gradual, porém constante, da dominância das pastagens para o predomínio de atividades agrícolas. Estima-se uma redução de aproximadamente 49% na área de pastagens e um aumento de cerca de 65% na área agrícola ao longo do período analisado. Tais variações não ocorrem de maneira homogênea na bacia: municípios com maior infraestrutura de armazenamento, transporte e acesso a crédito apresentaram mudanças mais rápidas e acentuadas, o que reforça a relação entre dinâmicas socioeconômicas locais e transformações no uso da terra (turner et al., 2007; martins et al., 2009).

Essa intensificação do uso agrícola da terra tem impactos profundos sobre os ecossistemas da bacia. A substituição da vegetação nativa e das pastagens por monoculturas provoca fragmentação ecológica, aumento da erosão, alteração nos fluxos hidrológicos e redução da biodiversidade (ANA, 2013; tucci, 2002). Além disso, a pressão sobre áreas ambientalmente sensíveis, como margens de rios e zonas de recarga aquífera, agrava os riscos ambientais e compromete a sustentabilidade dos sistemas produtivos no longo prazo.

A consolidação de um novo paradigma territorial — centrado na lógica do agronegócio moderno — impõe o desafio de compatibilizar produtividade com conservação ambiental e justiça territorial. Para tanto, torna-se fundamental o fortalecimento de instrumentos como o zoneamento ecológico-econômico, os planos diretores municipais e os comitês de bacia, que podem atuar como mediadores de interesses e promotores de uma governança ambiental multiescalar (IPT, 2015; CBH-SJD, s.d.).

Os gráficos de colunas 2, 3 e 4 evidencia a substituição progressiva de pastagens por agricultura e lavouras temporárias, refletindo um processo de intensificação territorial ao longo das últimas duas décadas. As barras coloridas correspondem aos anos avaliados (1999, 2010 e 2023), permitindo uma leitura direta e comparativa das variações nas principais categorias de uso do solo. Os dados foram extraídos da plataforma MapBiomas, referência nacional em mapeamento multitemporal, e estruturados em planilhas eletrônicas para posterior representação gráfica por meio de softwares estatísticos como Excel e R.

A metodologia adotada segue os princípios da análise visual eficaz propostos por Tufte (2001), privilegiando a clareza na comunicação de padrões e tendências. Em 1999, as pastagens ocupavam mais de 350 mil hectares da bacia, área que foi reduzida para cerca de 180 mil hectares em 2023. No mesmo intervalo, a agricultura apresentou crescimento contínuo, praticamente triplicando sua extensão. Essa transição espacial é consistente com os dados de mercado e com o histórico de políticas de incentivo à produção agroexportadora no estado de São Paulo (Villela; , 1975).

Além das mudanças associadas à agropecuária, observa-se também um crescimento relativo da categoria "Formação Florestal", o que pode indicar processos de recuperação da vegetação nativa ou implementação de projetos de reflorestamento com fins econômicos (como

a silvicultura), ou ainda ações compensatórias vinculadas a políticas públicas ambientais. Estudos como os de Brancalion et al. (2012) e Rodrigues et al. (2011) corroboram essa tendência, ao apontar o aumento das iniciativas privadas e públicas voltadas à restauração ecológica em áreas de alta fragilidade ambiental ou de relevância hídrica.

A visualização gráfica dessas tendências, portanto, não apenas comunica as transformações em curso, mas também reforça a importância da análise multitemporal como ferramenta estratégica para o planejamento territorial sustentável e a gestão ambiental da bacia.

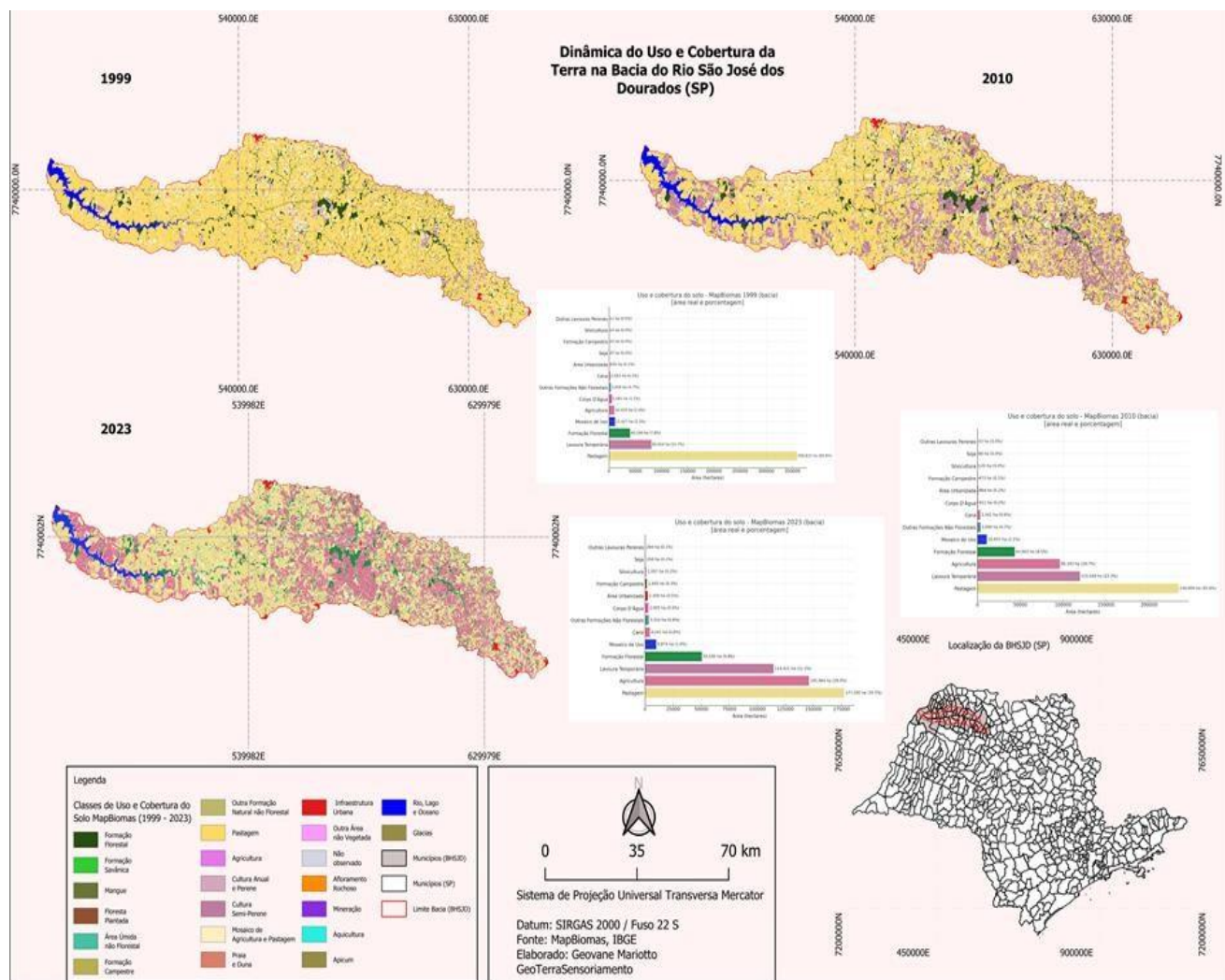


Figura 9 — Mapa temático do uso e cobertura da terra na Bacia do Rio São José dos Dourados nos anos de 1999, 2010 e 2023.

Fonte: Mariotto (2025).

O mapa 1 apresenta três mapas comparativos da Bacia do Rio São José dos Dourados, correspondentes aos anos de 1999, 2010 e 2023. Esses mapas permitem observar com clareza a evolução espacial das principais categorias de uso e cobertura da terra, revelando mudanças expressivas na estrutura territorial da bacia ao longo de duas décadas. Notadamente, identifica-se o recuo significativo das áreas de pastagem e a expansão marcante das áreas agrícolas, sobretudo nas porções centrais e marginais da bacia.

Os gráficos 2, 3 e 4 apresentam a distribuição percentual e absoluta (em hectares) das classes de uso, possibilitando uma interpretação visual direta dos dados cartográficos. A legenda padronizada, conforme a metodologia oficial do MapBiomas, assegura consistência classificatória e facilita a leitura comparativa das imagens. Tais representações visuais são fundamentais para revelar não apenas a extensão das alterações, mas também a direção e intensidade dos vetores de transformação territorial (turner et al., 2007; martins et al., 2009).

A análise espacial constitui-se como um eixo metodológico indispensável nos estudos de uso e cobertura da terra, pois permite identificar padrões estruturantes de ocupação, áreas de expansão agrícola, fragmentação de remanescentes vegetais e zonas críticas de vulnerabilidade ambiental. Segundo Christofletti (1980), a leitura espacial das transformações territoriais potencializa a compreensão integrada entre dinâmica antrópica e estrutura física do território. Nesse sentido, os mapas temáticos utilizados funcionam como instrumentos analíticos para o diagnóstico territorial e suporte técnico para o ordenamento ambiental.

As séries temporais cartográficas, ao evidenciarem padrões recorrentes de transformação, possibilitam a delimitação de hotspots de mudança — regiões onde as taxas de conversão de uso do solo são mais aceleradas — contribuindo para o planejamento de ações prioritárias de conservação, restauração ecológica e mitigação de impactos ambientais. Como apontam Ferreira et al. (2019), a cartografia comparativa multitemporal representa uma estratégia robusta para avaliar a trajetória de ocupação de bacias hidrográficas em contextos de pressão antrópica crescente.

Na Bacia do Rio São José dos Dourados, a espacialização dos dados evidencia uma tendência clara de adensamento das atividades agrícolas nas áreas centrais da bacia, com destaque para a porção oeste. Esse padrão territorial pode ser explicado pela maior fertilidade natural dos solos latossólicos presentes na região, bem como pela acessibilidade à infraestrutura logística (rodovias, armazéns, usinas) que favorece a produção em escala. Nas bordas da bacia, também se nota um avanço da agricultura em direção a áreas anteriormente ocupadas por pastagens ou vegetação nativa, revelando a intensificação do uso da terra em zonas antes consideradas marginais.

Os corpos d'água e as áreas urbanizadas, por outro lado, apresentaram estabilidade relativa, com variações localizadas relacionadas a expansão urbana pontual e obras de infraestrutura hídrica. Contudo, o avanço agrícola sobre áreas de preservação permanente (APPs) e fragmentos florestais adjacentes a nascentes e cursos d'água evidencia riscos ambientais relevantes, como a degradação da qualidade hídrica e o comprometimento da biodiversidade local (ANA, 2013; rodrigues et al., 2011).

A distribuição espacial das classes de uso do solo, conforme demonstrada nas representações cartográficas, aponta para padrões heterogêneos de ocupação e indica zonas críticas de pressão sobre os recursos naturais. Essas zonas devem ser tratadas como prioritárias em programas de recomposição florestal, implementação de políticas públicas ambientais e revisão de instrumentos de planejamento territorial. A integração da análise espacial com dados socioeconômicos locais também se mostra estratégica para orientar ações multissetoriais e fomentar uma governança ambiental mais eficaz e territorialmente sensível.

Dessa forma, a análise cartográfica da evolução do uso da terra se configura como ferramenta não apenas descritiva, mas também normativa, ao indicar caminhos possíveis para

o equilíbrio entre produção e conservação em um território marcado por intensas dinâmicas antrópicas.

3.7. Implicações Ambientais e Socioeconômicas

As alterações no uso da terra observadas na Bacia do Rio São José dos Dourados não refletem apenas transformações produtivas, mas também acarretam repercussões ecológicas, sociais e institucionais significativas. A intensificação agrícola, marcada pelo predomínio de monoculturas como soja e milho, embora gere incremento na renda regional e ampliação das cadeias logísticas e exportadoras, impõe pressões crescentes sobre os recursos naturais. Entre os principais impactos ambientais destacam-se a contaminação difusa de cursos d'água por insumos agrícolas, a fragmentação de habitats, a redução da biodiversidade funcional e a diminuição da resiliência ecológica da paisagem (Foley et al., 2005; Christofolletti, 1980).

Do ponto de vista edáfico, o uso intensivo do solo sem a devida conservação tende a aumentar os riscos de compactação, erosão laminar e degradação química, especialmente em áreas de relevo ondulado e solos mais suscetíveis, como os Argissolos e Neossolos Litólicos (IBGE, 2003). Além disso, há um comprometimento dos serviços ecossistêmicos, como a regulação do ciclo hidrológico, o controle biológico de pragas e a manutenção de polinizadores, elementos cruciais à sustentabilidade agrícola no médio e longo prazo (MEA, 2005).

No plano socioeconômico, as mudanças estruturais no uso da terra impactam diretamente os pequenos e médios produtores, que frequentemente possuem menor acesso a tecnologias de precisão, assistência técnica e capital de investimento. A consolidação de grandes propriedades agrícolas tende a acentuar processos de exclusão social, êxodo rural e concentração fundiária, além de dificultar a implementação de políticas públicas voltadas à agricultura familiar e agroecológica (ab's, sáber, 2003; rodrigues et al., 2011).

A ausência histórica de planejamento territorial integrado e a fragilidade institucional de alguns municípios da bacia contribuem para ocupações irregulares, supressão ilegal de vegetação nativa e uso inadequado de Áreas de Preservação Permanente (APPs). Essas práticas, ao desrespeitarem a legislação ambiental vigente, como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), comprometem os objetivos de conservação dos recursos hídricos e de manutenção da conectividade ecológica (ANA, 2013).

Frente a esse cenário, torna-se fundamental a adoção de instrumentos de gestão territorial ambientalmente responsáveis. Destacam-se os programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), como o Programa Produtor de Água da ANA, que já demonstraram resultados positivos na recuperação de nascentes e na redução do assoreamento em diferentes bacias brasileiras. Além disso, o uso combinado de instrumentos econômicos, mecanismos de comando e controle e incentivos fiscais pode criar um ambiente propício à transição para práticas agrícolas sustentáveis, como o plantio direto, sistemas agroflorestais e a recomposição florestal de APPs e Reservas Legais (brancalion et al., 2012).

A sustentabilidade da Bacia do Rio São José dos Dourados dependerá, portanto, da capacidade de articular estratégias multiescalares de governança, que integrem ações locais com

políticas públicas regionais e nacionais, baseadas em evidências científicas, participação social e valorização dos territórios. A integração entre produção e conservação deve ser o eixo norteador das próximas décadas, sob pena de comprometer não apenas os ecossistemas, mas a viabilidade socioeconômica de toda a região.

3.8. Estratégias Sustentáveis e Governança Ambiental Integrada

criação de corredores ecológicos entre fragmentos florestais, aliada ao zoneamento ecológico-econômico (ZEE) e ao fortalecimento dos conselhos de meio ambiente, pode auxiliar na construção de uma governança territorial participativa. Para isso, é fundamental ampliar o acesso à informação, capacitar produtores e gestores locais, e integrar instrumentos como os Planos Diretores Municipais, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e os instrumentos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

A promoção de estratégias sustentáveis na Bacia do Rio São José dos Dourados exige mais do que o reconhecimento das mudanças no uso do solo — requer a formulação de diretrizes integradas de planejamento territorial. Diante da intensificação agrícola e da expansão de monoculturas, torna-se fundamental fortalecer práticas de conservação ambiental, como a recuperação de áreas degradadas, a proteção da biodiversidade e o manejo racional da água e do solo.

A governança ambiental integrada, neste contexto, deve articular políticas públicas com participação social e instrumentos de regulação que considerem as especificidades locais. Conforme apontam Foley et al. (2005), medidas voltadas à sustentabilidade devem abordar de forma sistêmica os impactos sobre a biodiversidade, os ciclos hidrológicos e a resiliência dos ecossistemas.

Recomenda-se, portanto, a implementação de políticas públicas voltadas para a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, como o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), que incentiva a adoção de tecnologias voltadas à mitigação das emissões de gases de efeito estufa e ao uso racional dos recursos naturais. Estratégias como sistemas agroflorestais, rotação de culturas, plantio direto e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são alternativas eficazes para o equilíbrio entre produtividade e conservação ambiental (Altieri, 1995; Perfecto et al., 2009).

Além disso, a educação ambiental desempenha papel estratégico na transformação de valores e práticas, principalmente em áreas rurais, onde o manejo sustentável e o respeito à legislação ambiental ainda enfrentam desafios de implementação (Jacobi, 2003). Campanhas educativas, assistência técnica continuada e investimentos em extensão rural são medidas necessárias para ampliar a adoção de boas práticas e reduzir os impactos negativos associados à expansão agropecuária.

Assim, conciliar a intensificação produtiva com a conservação dos recursos naturais exige uma abordagem integrada e multiescalar, na qual a ciência, a política pública e a participação social atuem em sinergia. A sustentabilidade da Bacia do Rio São José dos Dourados dependerá da capacidade de alinhar interesses diversos em torno de um projeto comum de desenvolvimento territorial que reconheça os limites ecológicos da paisagem e promova justiça socioambiental.

3. ANÁLISE GEOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS – SP

Este relatório objetiva apresentar a compartimentação geológica da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (RSJD), localizada no estado de São Paulo, Brasil. O conhecimento da geologia regional é fundamental para orientar o planejamento territorial, a gestão dos recursos naturais e a adoção de práticas sustentáveis de uso e conservação do solo, além de ser decisivo para a prevenção de riscos naturais como deslizamentos, enchentes e processos erosivos, que afetam a segurança das populações e a estabilidade ambiental das bacias hidrográficas. Exemplos claros dessa aplicação incluem mapeamentos geotécnicos urbanos, que subsidiam a ocupação segura do território, e programas de prevenção de desastres naturais, como sistemas de alerta para áreas suscetíveis a movimentos de massa e inundações.

A geologia desempenha um papel central na compreensão da evolução do relevo, na distribuição dos recursos hídricos e minerais, e na formação das condições edáficas que determinam a aptidão agrícola da região. Além disso, está intrinsecamente relacionada à vulnerabilidade hidrogeológica, sendo determinante na identificação de áreas de recarga aquífera, essenciais para o planejamento e a proteção dos sistemas hídricos contra contaminações. Estudos geológicos permitem a identificação de estruturas tectônicas, padrões de sedimentação e a cronologia dos eventos geológicos, possibilitando a reconstituição paleoambiental da paisagem. Complementarmente, os modelos geodinâmicos contemporâneos são instrumentos valiosos nesse processo, pois favorecem uma interpretação integrada das interações entre processos internos e externos que moldam a paisagem. Destaca-se, ainda, o papel dos métodos geofísicos e do sensoriamento remoto, que permitem a obtenção de dados de subsuperfície e a modelagem estrutural com maior precisão e abrangência, auxiliando na identificação de estruturas geológicas ocultas e na delimitação de unidades litológicas (salvador, 2006; almeida, 1969; teixeira et al., 2015). A análise geológica também é essencial para avaliar a estabilidade geotécnica das encostas, a vulnerabilidade a processos erosivos e o risco de contaminação dos aquíferos.

No RSJD, destacam-se as Formações Serra Geral, Araçatuba, Santo Anastácio, São José do Rio Preto e Vale do Rio do Peixe, além dos depósitos quaternários, que conferem à bacia uma complexidade geológica relevante. Essas unidades representam distintas fases deposicionais e magmáticas associadas à evolução da Bacia do Paraná, cuja estratigrafia reflete ciclos sedimentares e eventos vulcânicos significativos (Milani & Ramos, 1993; Mizusaki et al., 2001). A compreensão dessa organização estratigráfica é indispensável para explicar a variabilidade dos solos, a disponibilidade hídrica e as potencialidades econômicas, como a agricultura, a mineração e o abastecimento público. Ademais, esse conhecimento é essencial

para direcionar atividades como a exploração mineral e a prospecção de aquíferos, favorecendo o desenvolvimento econômico e a gestão sustentável dos recursos naturais.

A caracterização geológica é indispensável para embasar o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), identificar áreas de risco geotécnico, orientar atividades produtivas compatíveis com a capacidade de uso do solo e fomentar políticas públicas de conservação ambiental. Um exemplo prático é a aplicação da compartimentação geológica para definir zonas propícias à expansão agrícola e áreas destinadas à preservação permanente, conforme discutido por Zalan et al. (2007), que ressaltam a relevância dessa abordagem para o ordenamento territorial em bacias hidrográficas brasileiras. Além disso, políticas públicas brasileiras, como o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais, reforçam a necessidade de incorporar o conhecimento geológico nas ações de planejamento e prevenção de riscos, possibilitando, ainda, a compreensão da evolução da paisagem, a avaliação dos potenciais aquíferos e a distribuição dos recursos minerais, aspectos fundamentais para o desenvolvimento sustentável da região.

O estudo geológico de uma bacia hidrográfica envolve a análise integrada das rochas, estruturas e processos que moldam sua evolução ao longo do tempo geológico (Rossetti & Goés, 2008; Almeida, 1971; Salvador, 2006). Tal abordagem permite interpretar os registros estratigráficos e compreender os eventos tectônicos, sedimentares e erosivos que definem a paisagem atual. No contexto brasileiro, as províncias geológicas sedimentares e ígneas, como a Bacia do Paraná, são essenciais para explicar a distribuição e as características das formações que compõem diversas bacias hidrográficas (petri & fúlfaro, 1988; milani & ramos, 1993; mizusaki et al., 2001; sial, 1986).

Portanto, a análise da compartimentação geológica do RSJD é estratégica, não apenas para fins acadêmicos e científicos, mas também para orientar diretrizes que fomentem a sustentabilidade e a resiliência frente às mudanças ambientais e aos impactos antrópicos. É imprescindível considerar os desafios contemporâneos, como as mudanças climáticas, que intensificam processos erosivos, alteram o regime hídrico e ameaçam a estabilidade dos ecossistemas locais. Esses eventos extremos, como secas prolongadas e enchentes severas, estão diretamente relacionados a instabilidades geológicas, que podem desencadear processos de erosão acelerada, movimentos de massa e degradação de ambientes frágeis. Nesse contexto, a integração do conhecimento geológico com políticas públicas e estratégias de adaptação é essencial para assegurar a conservação dos recursos naturais e a segurança ambiental (hasui et al., 2010).

3.1. Classes de Rochas

As classes de rochas identificadas abrangem quatro categorias principais, cuja caracterização é fundamental para entender os processos de formação da paisagem e definir estratégias de manejo e conservação:

- **Ígnea:** associada principalmente ao basalto toleítico da Formação Serra Geral, cuja presença confere características marcantes à paisagem, como relevo mais acidentado, presença de escarpas e solos derivados de rochas máficas, geralmente profundos, bem estruturados e de elevada fertilidade química. A resistência mecânica dessas rochas também condiciona a evolução do relevo e a ocorrência de processos erosivos diferenciais.
- **Sedimentar:** incluindo as formações Araçatuba, Santo Anastácio, São José do Rio Preto e Vale do Rio do Peixe, que dominam extensas áreas da bacia. Estas formações são compostas predominantemente por arenitos, argilitos e siltitos, com diferentes graus de consolidação, favorecendo a formação de solos de textura média a arenosa, importantes para a agricultura regional. Além disso, essas rochas sedimentares influenciam a morfodinâmica das vertentes, a recarga de aquíferos e a suscetibilidade a processos de instabilidade de encostas.
- **Sedimentar não consolidado:** caracterizando depósitos aluvionares e terraços fluviais do Holoceno, que indicam a dinâmica fluvial ativa da bacia, com processos recentes de sedimentação que impactam diretamente a estabilidade das margens, o risco de inundações e a formação de ambientes ecologicamente sensíveis, como zonas úmidas e matas ciliares.

Essa categorização é essencial para compreender as interações entre geologia, pedologia e geomorfologia (Christofolletti, 1980; Fernandes et al., 1995; Hasui et al., 2010), permitindo a definição de unidades de manejo ambiental que considerem não apenas o uso potencial dos solos, mas também as restrições impostas pelos materiais geológicos e as exigências de conservação ambiental.

3.2. Depósitos de Rochas

O mapeamento dos depósitos de rochas da bacia evidencia unidades litoestratigráficas com características distintas, cuja distribuição espacial reflete os processos de evolução geológica, estrutural e geomorfológica ao longo do tempo, bem como suas implicações para a dinâmica hidrossedimentar, a aptidão agrícola e a gestão ambiental.

O basalto toleítico, associado à Formação Serra Geral, possui ocorrência significativa na porção ocidental da bacia, onde configura relevos mais acidentados e compartimentados, resultantes da elevada resistência mecânica dessa rocha frente aos processos erosivos e intempéricos (Fairbridge, 1968; Peate, 1997). Os solos derivados do intemperismo dos basaltos apresentam textura predominantemente argilosa, elevada capacidade de retenção de água e fertilidade química significativa, características que favorecem usos agrícolas intensivos (Oliveira; Ker; Fontes, 1992). No entanto, quando há remoção da cobertura vegetal ou práticas inadequadas de manejo, a baixa coesão superficial do solo pode incrementar significativamente os processos erosivos, promovendo o surgimento de ravinas e voçorocas, fenômeno amplamente documentado em ambientes de relevo dissecado sobre derrames máficos (Bigarella; Salamuni, 1962).

As formações sedimentares, compostas principalmente por arenitos, conglomerados e siltitos, predominam nas porções centrais e orientais da bacia, integrando sequências siliciclásticas continentais com variados graus de consolidação e coesão (fernandes et al., 1995). Estas litologias são marcadas por elevada porosidade e permeabilidade, o que favorece a infiltração hídrica e a recarga de aquíferos sedimentares, desempenhando papel fundamental no balanço hídrico regional (tóth, 2009). Contudo, tais características também ampliam a vulnerabilidade a processos erosivos, especialmente quando associadas a solos de textura arenosa e declividades acentuadas, onde há predisposição à formação de ravinas e perda de capacidade produtiva do solo (silva; santos, 2010). A facilidade de mecanização e o potencial agrícola dessas áreas explicam sua ampla ocupação para atividades agropecuárias e urbanas, o que acentua a necessidade de práticas conservacionistas rigorosas.

A Formação Araçatuba apresenta uma composição dominada por argilitos, siltitos e folhelhos, materiais de baixa permeabilidade que condicionam a dinâmica do escoamento superficial e subterrâneo (fernandes et al., 1995). A presença dessas litologias resulta em terrenos com potencial elevado para a geração de escoamento superficial concentrado e, conseqüentemente, de processos erosivos laminares, sobretudo em áreas de uso inadequado do solo. Adicionalmente, o comportamento impermeável dessas rochas favorece a formação de lençóis freáticos suspensos e áreas de saturação, podendo também limitar a infiltração de água e afetar a produtividade agrícola em determinadas condições (miall, 2014).

Os terraços fluviais e depósitos aluvionares, constituídos por sedimentos inconsolidados, como areias, siltes e cascalhos, representam depósitos quaternários recentes associados à dinâmica fluvial ativa da bacia (bridge, 2003; miall, 2014). Esses depósitos possuem extrema importância hidrogeológica, funcionando como zonas preferenciais de recarga de aquíferos rasos e promovendo a manutenção do fluxo de base dos cursos d'água (ward et al., 2002). Além disso, configuram ambientes ecologicamente sensíveis, frequentemente associados a zonas úmidas e matas ciliares, fundamentais para a conservação da biodiversidade e a mitigação de eventos hidrológicos extremos, como inundações e alagamentos (mitsch; gosselink, 2000). Contudo, essas áreas são altamente suscetíveis à degradação em função do uso inadequado do solo, como a expansão desordenada de atividades agrícolas, a mineração de areia e a ocupação urbana irregular, que comprometem a estabilidade das margens fluviais e a qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos (pimentel; kounang, 1998).

As áreas de depósitos recentes assumem, portanto, papel estratégico para a gestão de risco ambiental e o planejamento territorial. Sua adequada caracterização e mapeamento são essenciais para orientar ações de conservação, recuperação de áreas degradadas e definição de zonas prioritárias para a proteção de recursos hídricos e ecossistemas associados (christofoletti, 1980; hasui et al., 2010).

3.3.Período Geológico



A cronologia das unidades geológicas que compõem a bacia evidencia uma predominância de formações do Cretáceo, especialmente do Cretáceo Superior (~90 milhões de anos), período associado à deposição das principais sequências sedimentares que estruturam a bacia, e do Cretáceo Inferior (~132–130 milhões de anos), época em que ocorreu a extrusão dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, com importância regional destacada no contexto dos eventos magmáticos expressivos relacionados à fragmentação do supercontinente Gondwana (peate, 1997).

Este evento geodinâmico integra o magmatismo da Província Magmática do Paraná-Etendeka, considerado um dos maiores sistemas de derrames basálticos conhecidos no planeta, com volume estimado superior a 1,5 milhão de km³ de lavas, cuja extensão abrange vastas áreas do sul e sudeste do Brasil, além de partes da Namíbia e Angola, na África (peate, 1997; deckart et al., 2005). O empilhamento sucessivo de fluxos de lavas máficas propiciou a formação de extensos platôs basálticos e impôs uma reorganização substancial no sistema hidrográfico regional, com a instalação de novas redes de drenagem adaptadas às estruturas vulcânicas e às descontinuidades tectônicas associadas (bigarella; salamuni, 1962; fairbridge, 1968).

Na bacia do rio São José dos Dourados, estas características geológicas são de fundamental importância, pois a presença dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, especialmente na porção ocidental da bacia, influencia diretamente o relevo acidentado, a formação de solos profundos e férteis, bem como a configuração do sistema hidrográfico, que se ajusta aos padrões estruturais condicionados pelas litologias resistentes (hasui et al., 2010).

A compartimentação do relevo e a rede de drenagem fortemente controlada por lineamentos geológicos influenciam ainda os processos erosivos e a distribuição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, aspectos críticos para o planejamento e gestão ambiental da bacia.

As unidades sedimentares cretácicas da bacia, depositadas sobre o substrato vulcânico ou intercaladas a ele, correspondem a sistemas deposicionais predominantemente fluviais e lacustres, integrando paleopaisagens marcadas pela transição de regimes climáticos úmidos a mais áridos ao longo do Mesozoico (fernandes et al., 1995). No contexto da bacia do rio São José dos Dourados, estas unidades sedimentares possuem significativa importância hidrogeológica, formando os principais aquíferos que abastecem comunidades e atividades econômicas locais, além de influenciarem a morfodinâmica das vertentes e a aptidão agrícola dos solos (tóth, 2009).

Em contraposição às unidades cretácicas, os depósitos quaternários, datados principalmente do Holoceno (últimos ~11.700 anos), representam registros sedimentares recentes, constituídos por depósitos aluvionares e terraços fluviais formados em resposta a processos hidrossedimentares ativos e às variações climáticas típicas do Quaternário (BRIDGE, 2003; miall, 2014). Na bacia do rio São José dos Dourados, tais depósitos são particularmente relevantes para a recarga de aquíferos superficiais e para a configuração das planícies de inundação, que abrigam ecossistemas sensíveis como zonas úmidas e matas ciliares, essenciais para a manutenção da biodiversidade e a regulação dos fluxos hidrológicos (mitsch; gosselink, 2000).

A dinâmica sedimentar quaternária, impulsionada pelas flutuações climáticas e hidrológicas do Pleistoceno e Holoceno, foi responsável pela modelagem atual do relevo da bacia do rio São José dos Dourados, com processos geomorfológicos intensos, como enchentes, migração de canais fluviais e formação de terraços, que têm implicações diretas para o uso e a



ocupação do solo, além de representar riscos ambientais significativos, como a erosão de margens e a inundação de áreas urbanas e agrícolas (miall, 2014; junk; bayley; sparks, 1989).

A análise da distribuição temporal das unidades geológicas é fundamental para a reconstituição da evolução paleoambiental da bacia, permitindo interpretar a sucessão de eventos que moldaram a atual configuração fisiográfica da bacia do rio São José dos Dourados. Tal abordagem é imprescindível para a avaliação do potencial de recursos minerais, como areias e cascalhos extraídos dos depósitos aluvionares recentes, além de apoiar a exploração sustentável dos recursos hídricos, especialmente os aquíferos sedimentares associados às formações cretácicas que são estratégicos para o abastecimento humano e para a irrigação agrícola na região (pimentel; kounang, 1998; ward et al., 2002).

Do ponto de vista da gestão territorial da bacia do rio São José dos Dourados, o conhecimento detalhado sobre o período geológico das unidades fornece subsídios essenciais para a identificação de áreas de maior fragilidade geotécnica, como zonas sujeitas à erosão ou instabilidade de encostas, além de orientar a delimitação de zonas prioritárias para conservação ambiental, recuperação de áreas degradadas e implementação de práticas sustentáveis de uso e ocupação do solo, compatibilizando o desenvolvimento socioeconômico com a proteção dos recursos naturais e ecossistemas (christofoletti, 1980; hasui et al., 2010).

3.4.Litologia

A análise litológica da bacia do rio São José dos Dourados consolidou a presença de diversas unidades geológicas, destacando-se pela heterogeneidade de tipos rochosos e sedimentos que condicionam, de maneira direta, os processos de pedogênese, a morfodinâmica e os usos potenciais do solo. A caracterização litológica é indispensável para compreender a gênese e evolução dos solos, a dinâmica hidrológica e a estabilidade geotécnica da paisagem, fatores essenciais para orientar práticas agrícolas, estratégias de conservação e políticas de uso sustentável dos recursos naturais (Christofoletti, 1980; Hasui et al., 2010).

A unidade K1_beta_sg, correspondente ao basalto da Formação Serra Geral, é uma rocha ígnea extrusiva, originada de eventos magmáticos expressivos no Cretáceo Inferior, vinculados ao episódio da Província Magmática do Paraná-Etendeka (Peate, 1997; Deckart et al., 2005). Este material destaca-se por sua elevada resistência mecânica e baixa porosidade, favorecendo a formação de solos profundos e bem estruturados, classificados predominantemente como Latossolos e Nitossolos (Oliveira; Ker; fontes, 1992). Além disso, os basaltos desempenham papel relevante no armazenamento hídrico subsuperficial, influenciando diretamente o desenvolvimento de aquíferos fraturados em zonas tectonicamente mais ativas ou intensamente diaclasadas (Bigarella; Salamuni, 1962). A decomposição dos minerais máficos

— sobretudo piroxênios e plagioclásios — é responsável pela liberação de nutrientes essenciais, como cálcio, magnésio e potássio, tornando essa unidade litológica uma das mais importantes para a agricultura em ambientes tropicais, dada a sua elevada fertilidade natural (Oliveira; Ker; fontes, 1992).



A unidade K2ar, correspondente à Formação Araçatuba, é composta predominantemente por argilitos, siltitos e folhelhos, representando ambientes deposicionais de baixa energia que caracterizam sistemas lacustres e fluviais de regime mais calmo (Fernandes et al., 1995). Sua baixa permeabilidade condiciona a dinâmica hidrológica, promovendo escoamento superficial concentrado e restringindo a infiltração de água. Tais condições favorecem a formação de solos argilosos, com potencial agrícola moderado, porém limitados quanto à drenagem natural e à suscetibilidade à compactação e à erosão superficial, especialmente em áreas manejadas inadequadamente (Miall, 2014). Assim, recomenda-se a adoção de práticas que reduzam a compactação e aumentem a capacidade de infiltração, como a manutenção da cobertura vegetal e o uso de práticas conservacionistas.

A unidade K2rp, que corresponde à Formação São José do Rio Preto, é constituída principalmente por arenitos quartzosos, com intercalações de pelitos que indicam oscilações ambientais no contexto deposicional cretácico (Fernandes et al., 1995). A textura arenosa dessas rochas propicia a formação de solos leves, de alta permeabilidade e baixa capacidade de retenção de água, sendo indicados para culturas agrícolas de ciclo curto e baixa exigência hídrica. Contudo, essas mesmas características conferem elevada vulnerabilidade a processos erosivos e à perda de nutrientes, exigindo a implementação de técnicas conservacionistas como o plantio direto, a cobertura permanente do solo e o manejo adequado das práticas de irrigação (Silva; Santos, 2010).

A unidade K2sa, correspondente à Formação Santo Anastácio, é composta por arenitos finos a médios, bem estratificados, depositados em ambientes predominantemente fluviais e deltaicos durante o Cretáceo Superior (Fernandes et al., 1995). A natureza litológica desses arenitos favorece a formação de solos arenosos a franco-arenosos, com aptidão para o uso agrícola, especialmente em sistemas de sequeiro. Todavia, são áreas que requerem manejo criterioso, dado que a combinação de textura arenosa, declividade e práticas agrícolas inadequadas pode resultar em degradação física, como compactação e erosão laminar (Pimentel; Kounang, 1998).

A unidade K2vp, referente à Formação Vale do Rio do Peixe, é composta por sedimentos siliciclásticos, como arenitos e conglomerados, oriundos de ambientes fluviais de alta energia, caracterizados por fluxos com grande capacidade de transporte sedimentar (Fernandes et al., 1995). Esta unidade apresenta importante potencial para o desenvolvimento agropecuário, frequentemente associada a paisagens de relevo suave ondulado, que favorecem a mecanização agrícola. Entretanto, em setores de relevo mais movimentado, a presença de litologias menos coesas aumenta a suscetibilidade à erosão hídrica, demandando ações preventivas, como a construção de terraços, bacias de retenção e práticas de conservação do solo e da água (Silva; Santos, 2010).

Por fim, as unidades Q1t e Q2a correspondem a depósitos quaternários relacionados a processos aluviais e fluviais recentes, compostos predominantemente por areia, silte e cascalho (bridge, 2003; miall, 2014). Estes depósitos desempenham um papel fundamental na manutenção das zonas úmidas, na recarga de aquíferos rasos e na atenuação de cheias, funcionando como sistemas naturais de regulação hidrológica (Ward et al., 2002). Entretanto, são ambientes frágeis, altamente sensíveis a intervenções antrópicas, como desmatamentos, atividades minerárias e ocupações irregulares, que podem comprometer sua funcionalidade ecológica e a segurança hídrica da região (Mitsch; Gosselink, 2000; Pimentel; Kounang,

1998).

Esta análise reforça a importância do conhecimento litológico como subsídio essencial para o planejamento territorial da bacia do rio São José dos Dourados, indicando áreas prioritárias para conservação, zonas adequadas para expansão agrícola e setores que requerem ações específicas de manejo ambiental e mitigação de riscos. A articulação entre a caracterização litológica, o uso do solo e a conservação dos recursos naturais é indispensável para garantir a sustentabilidade ecológica, econômica e social da bacia (christofoletti, 1980; hasui et al., 2010).

3.5. Gestão Geológica

A compartimentação geológica da bacia do rio São José dos Dourados evidencia uma marcante heterogeneidade litológica e cronológica, que reflete a complexa história geológica da região, marcada por episódios magmáticos expressivos vinculados à Província Magmática do Paraná-Etendeka, processos sedimentares variados e dinâmica geomorfológica ativa (peate, 1997; fernandes et al., 1995; hasui et al., 2010).

Essa diversidade condiciona diretamente os processos ambientais que ocorrem na bacia, influenciando a pedogênese, a morfodinâmica das vertentes, a hidrogeologia e a estabilidade geotécnica da paisagem. As diferentes litologias, com suas propriedades físicas e químicas específicas, determinam o desenvolvimento dos solos, a distribuição dos aquíferos, a susceptibilidade a processos erosivos e a adequação de determinadas áreas para atividades produtivas ou para preservação ambiental (christofoletti, 1980; ROSS, 2006).

O conhecimento detalhado das unidades litoestratigráficas constitui um instrumento indispensável para o planejamento territorial e a definição de estratégias de gestão ambiental sustentável. Sua aplicação é essencial no âmbito do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), que orienta a formulação de políticas públicas voltadas à conciliação entre desenvolvimento socioeconômico e conservação dos recursos naturais (sánchez, 2006; ross, 2006).

A relevância desse conhecimento torna-se ainda mais evidente diante das mudanças ambientais contemporâneas, caracterizadas pela intensificação do desmatamento, da expansão agrícola, da urbanização desordenada e dos impactos provocados pelas mudanças climáticas globais (IPCC, 2021). Esses processos vêm promovendo alterações significativas na pedologia dos solos, modificando suas propriedades físicas e químicas, especialmente em termos de estrutura, fertilidade, capacidade de retenção hídrica e resiliência frente a eventos climáticos extremos (lal, 2004; bridge, 2003).

Na bacia do rio São José dos Dourados, essas alterações são particularmente acentuadas em áreas de agricultura intensiva sobre solos derivados de arenitos, que apresentam elevada susceptibilidade à erosão, compactação e perda de nutrientes, comprometendo não apenas a produtividade agrícola, mas também a qualidade ambiental e a sustentabilidade dos recursos naturais (silva; santos, 2010; lal, 2004).

Adicionalmente, a variabilidade litológica impõe distintos graus de fragilidade ambiental. As áreas associadas aos depósitos quaternários e aos solos arenosos são mais

vulneráveis a erosão e degradação, enquanto as unidades basálticas da Formação Serra Geral, embora dotadas de elevada fertilidade natural, demandam manejo apropriado para prevenir processos erosivos em setores de relevo dissecado e de fragilidade geotécnica (oliveira; ker; fontes, 1992).

Diante dessa realidade, recomenda-se a realização de estudos complementares, com ênfase em investigações geotécnicas para avaliar a estabilidade de encostas, a erosividade dos solos e o risco de movimentos de massa. Paralelamente, são necessárias pesquisas hidrogeológicas voltadas à caracterização do potencial e da vulnerabilidade dos aquíferos sedimentares e fraturados da região, essenciais para a gestão integrada dos recursos hídricos (tóth, 2009; ward et al., 2002).

As investigações geotécnicas são particularmente relevantes em áreas com expansão de infraestruturas urbanas e rodoviárias, a fim de mitigar riscos geológicos e reduzir impactos socioambientais. As pesquisas hidrogeológicas assumem caráter estratégico para assegurar a segurança hídrica, tanto para o abastecimento humano quanto para atividades agropecuárias, que desempenham papel econômico fundamental na região (hasui et al., 2010; christofoletti, 1980).

Paralelamente, é imprescindível a consolidação de um sistema de monitoramento ambiental contínuo, integrado a uma base de dados geoespaciais robusta, que permita a realização de análises multicritério para embasar decisões de planejamento e gestão territorial. Esse sistema deve contemplar o uso e cobertura da terra, a qualidade da água, os processos erosivos e a dinâmica fluvial, subsidiando políticas públicas fundamentadas na sustentabilidade e na resiliência ambiental (ross, 2006).

No contexto atual, torna-se indispensável fortalecer ações de restauração de áreas degradadas e de promoção do uso sustentável do solo, com destaque para práticas como o plantio direto, a rotação de culturas e a manutenção da cobertura vegetal, fundamentais para preservar a estrutura e a fertilidade dos solos, especialmente frente ao risco de desertificação e de declínio funcional pedológico (lal, 2004; silva; santos, 2010).

Adicionalmente, recomenda-se a implementação de programas de educação ambiental, visando à mobilização das comunidades locais na preservação dos recursos naturais e na adoção de práticas sustentáveis de uso do solo, principalmente em áreas ecologicamente sensíveis ou suscetíveis à degradação (mitsch; gosselink, 2000). A participação social é elemento-chave para o sucesso das ações de conservação, recuperação ambiental e mitigação de riscos, assegurando a resiliência da paisagem e a sustentabilidade dos ecossistemas que integram a bacia do rio São José dos Dourados.

Em síntese, a integração do conhecimento geológico, geomorfológico, pedológico e hidrogeológico constitui a base para a elaboração de políticas públicas efetivas, orientadas para o desenvolvimento territorial sustentável, a gestão racional dos recursos naturais e a adaptação aos desafios ambientais contemporâneos, incluindo as mudanças climáticas e a crescente pressão antrópica sobre os sistemas naturais (hasui et al., 2010; ross, 2006; IPCC, 2021).

3.6. Cartografia Geológica

O mapeamento geológico foi elaborado com base em fontes cartográficas oficiais, destacando-se o Mapa Geológico do Estado de São Paulo (CPRM, 2021) e o Mapa de Recursos Naturais do Brasil: Geologia (IBGE, 2022), ambos na escala de 1:250.000. A escolha dessas bases justifica-se pela abrangência, padronização metodológica e reconhecida precisão no contexto do mapeamento geológico nacional.

As informações foram processadas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o software QGIS. Esta plataforma permitiu a manipulação e análise espacial dos dados de maneira eficiente e reproduzível. A projeção cartográfica utilizada foi SIRGAS 2000, UTM - Fuso 22 Sul, assegurando compatibilidade e precisão espacial com outras bases de dados geográficas regionais.

O procedimento metodológico envolveu a vetorização das unidades geológicas, seguida pela aplicação de técnicas de classificação temática para a produção de mapas específicos. Foram gerados mapas temáticos que contemplam quatro dimensões principais: classes de rochas, depósitos de rochas, período geológico e litologia. A classificação das unidades atendeu rigorosamente aos critérios estratigráficos e litológicos definidos na literatura especializada e nos sistemas oficiais de classificação do Serviço Geológico do Brasil.

A integração dessas dimensões possibilitou uma análise espacial mais detalhada da compartimentação geológica, permitindo não apenas visualizar a distribuição das unidades, mas também identificar correlações entre as características litológicas, os processos geomorfológicos e os usos potenciais do território. Complementarmente, a análise foi enriquecida com a validação topológica das camadas vetoriais e a checagem da consistência dos atributos descritivos, assegurando qualidade e confiabilidade aos resultados.

A análise espacial integrada dos dados geológicos da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados permitiu a identificação de padrões claros de distribuição litológica, estrutural e cronológica, que condicionam de maneira significativa a configuração ambiental da bacia e as estratégias de planejamento territorial. A heterogeneidade geológica encontrada reflete processos tectônicos, sedimentares e magmáticos que atuaram ao longo de milhões de anos, modelando uma paisagem complexa, com distintas potencialidades e limitações para o uso da terra.

Essa variabilidade geológica impacta diretamente a formação dos solos, os fluxos hidrológicos e a estabilidade geomorfológica, sendo, portanto, um elemento central na definição de zonas de aptidão agrícola, áreas de risco geotécnico e regiões prioritárias para conservação ambiental. Além disso, a distribuição espacial das unidades geológicas influencia a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais, essenciais para o abastecimento humano, a agricultura e a manutenção dos ecossistemas aquáticos (Santos & Ferreira, 2018; Schobbenhaus & Brito Neves, 2003; Lima & Rosa Filho, 2012).

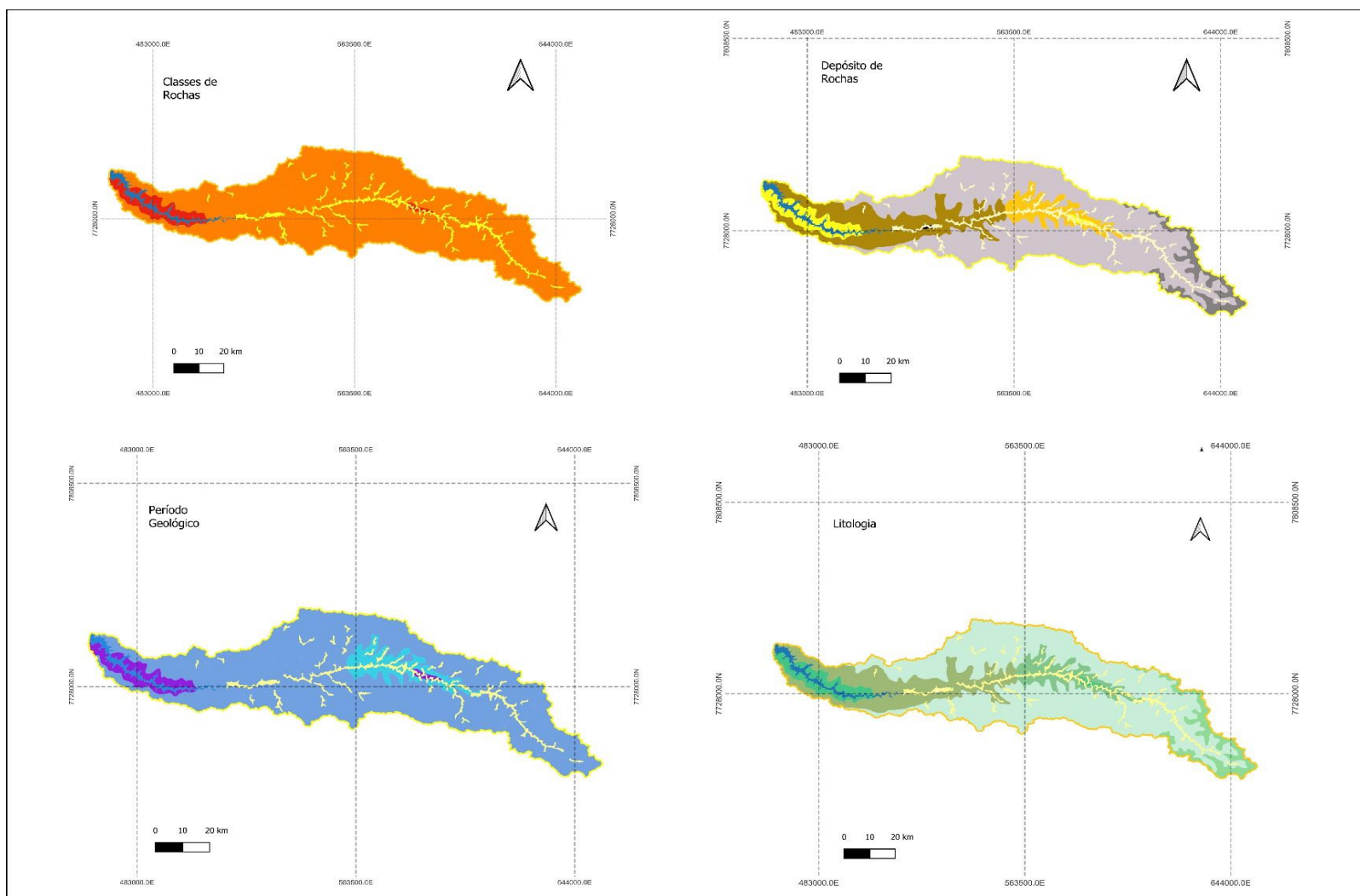


Figura 10 — Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados
Fonte: Mariotto (2025).

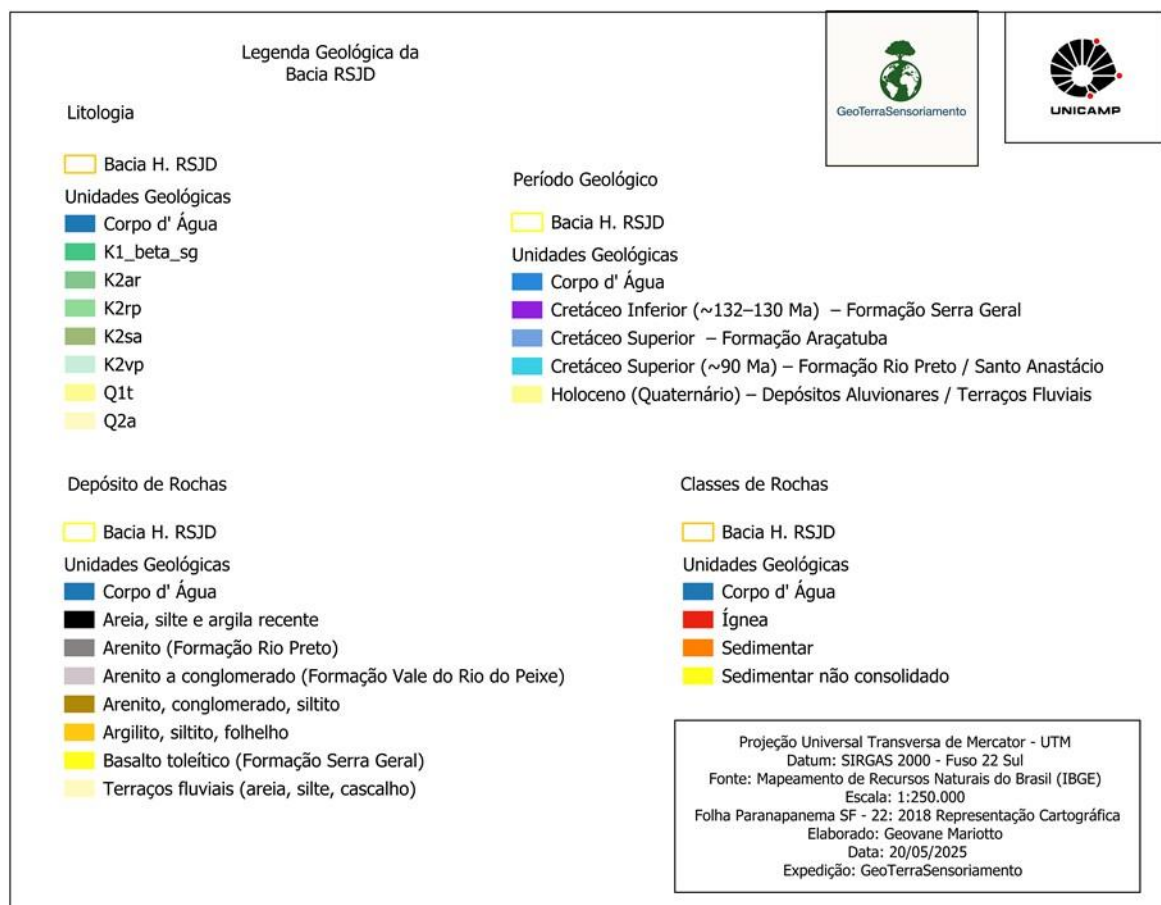


Figura 11 — Legenda geológica da bacia do rio São José dos Dourados – SP

Fonte: Mariotto (2025).

4. ANÁLISE PEDOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

A análise e o mapeamento dos solos são fundamentais para entender os recursos naturais e orientar o planejamento territorial, especialmente em ambientes complexos como a Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (RSJD). Esta bacia, situada no Estado de São Paulo, possui aproximadamente 15.700 km² e apresenta uma notável diversidade no uso da terra, que abrange setores agropecuários, áreas urbanizadas e fragmentos remanescentes de vegetação nativa. A diversidade nos atributos pedológicos, texturais e morfológicos do relevo exige estudos detalhados e especializados para embasar estratégias de conservação e uso racional dos recursos naturais.

O entendimento aprofundado das características dos solos é essencial para práticas adequadas de manejo, permitindo, entre outras ações, a implementação de técnicas conservacionistas como o terraceamento — que reduz processos erosivos em áreas inclinadas — e o plantio direto, que mantém a cobertura vegetal, favorecendo a estruturação do solo e a infiltração hídrica. A variabilidade pedológica influencia diretamente fenômenos como o escoamento superficial, a disponibilidade de nutrientes e a estabilidade geomorfológica, além de afetar a vulnerabilidade do ambiente à degradação (santos et al., 2019).

Enquanto ciência, a pedologia desempenha um papel central na formulação de políticas públicas e na execução de programas governamentais. Exemplo disso são o Programa Nacional de Conservação de Solo e Água (ProSa), que incentiva práticas agrícolas sustentáveis, e o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG), que orienta ações de restauração com base em atributos pedológicos. Além disso, essa disciplina é indispensável para avaliar a aptidão agrícola, identificar áreas suscetíveis à degradação e desenvolver estratégias de conservação. No contexto das bacias hidrográficas, como a RSJD, os levantamentos pedológicos fornecem uma visão integrada do meio físico, apoiando o gerenciamento dos recursos hídricos, a definição de zonas prioritárias para preservação e a ordenação do uso da terra (lepsch, 2019).

A necessidade de estudos dessa natureza torna-se ainda mais evidente frente aos desafios contemporâneos, como as mudanças climáticas e a expansão das fronteiras agrícolas. Dados recentes indicam que, na última década, houve um crescimento estimado de 15% nas áreas agrícolas e 10% no processo de urbanização na região da bacia (IBGE, 2022). Tal cenário intensifica as pressões sobre os recursos naturais, principalmente os solos, que sofrem frequentemente com processos de degradação, como erosão, compactação e perda de fertilidade (EMBRAPA, 2018).

Nesse contexto, o mapeamento pedológico detalhado é uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de práticas conservacionistas e para mitigar os impactos negativos sobre o meio ambiente.

O presente trabalho propõe o Mapeamento Pedológico Integrado da Bacia Hidrográfica do RSJD, considerando quatro componentes principais: classificação pedológica, ordem pedológica, textura e relevo. A combinação dessas variáveis possibilita uma caracterização sistêmica, essencial para o planejamento do uso e conservação dos solos.

Este estudo encontra-se alinhado com os preceitos da Gestão Integrada dos Recursos Naturais, que enfatiza a relação interdependente entre os elementos físicos da paisagem e promove a exploração sustentável dos recursos, conforme estabelecido em diversas políticas públicas nacionais e internacionais (BRASIL, 2012; FAO, 2020). Ressalta-se, ainda, que a região da bacia do RSJD apresenta intensa dinâmica agropecuária e de urbanização, o que reforça a necessidade de estudos que subsidiem ações voltadas à mitigação de impactos ambientais, à promoção da sustentabilidade e à garantia da segurança alimentar e hídrica para as populações locais.

Dessa forma, este relatório visa fornecer informações técnicas qualificadas, que possam orientar gestores públicos no ordenamento territorial, agricultores no aprimoramento de práticas produtivas sustentáveis e pesquisadores no avanço do conhecimento sobre os recursos naturais da bacia do RSJD.

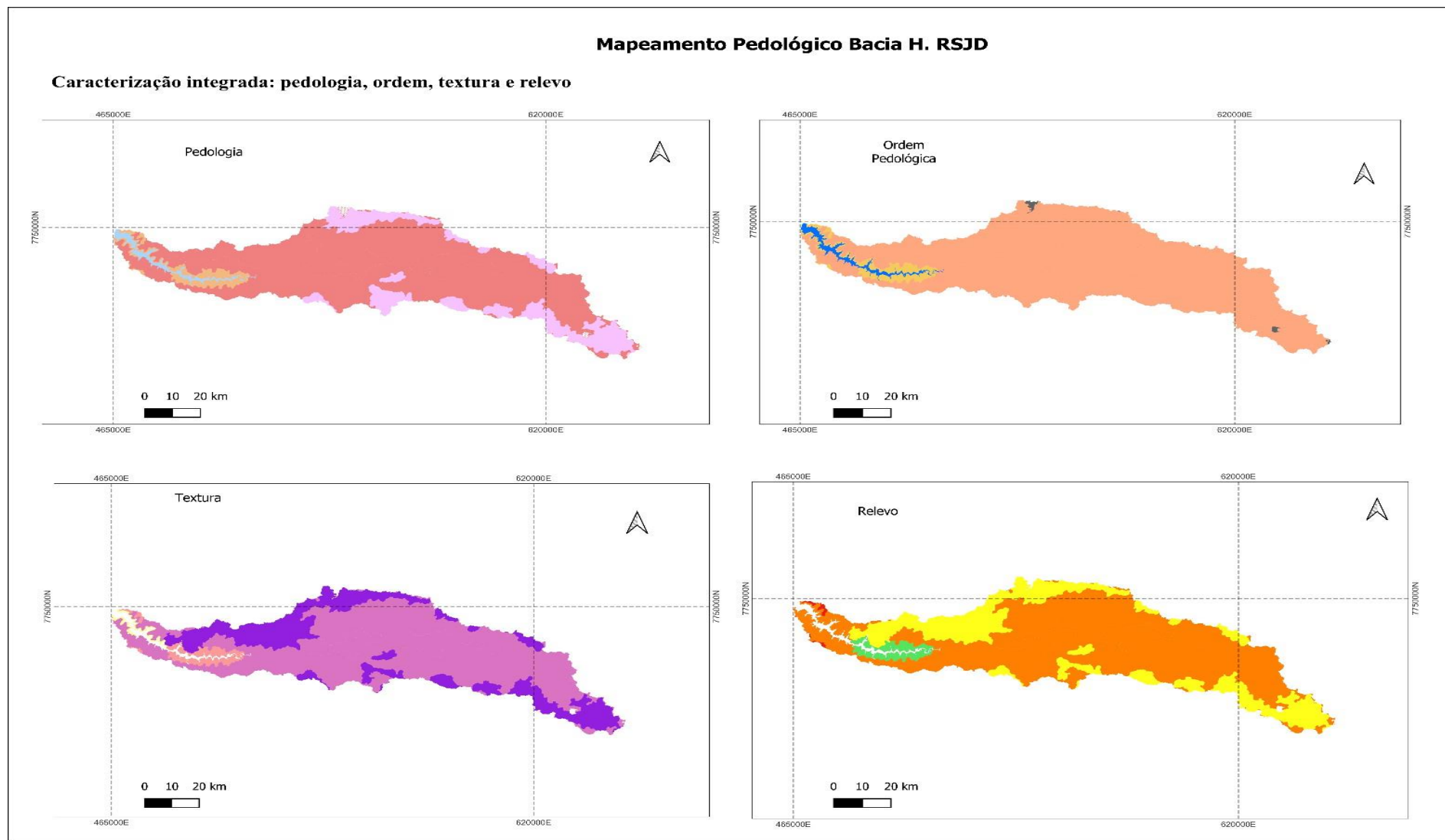


Figura 12 — Mapeamento Pedológico Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.

Fonte: Mariotto (2025).



Figura 13 — Legenda Pedológica da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.
Fonte: Mariotto (2025).

4.1. Cartografia Pedológica

A elaboração dos mapas foi realizada com base no Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil (IBGE, Pedologia, escala 1:250.000). Os dados foram processados em ambiente SIG, com projeção cartográfica em SIRGAS 2000, UTM - Fuso 22 Sul.

Foram aplicadas técnicas de simbologia temática para representar as seguintes variáveis:

- Pedologia: detalhamento das unidades pedológicas conforme a classificação brasileira (SiBCS).
- Ordem Pedológica: generalização das unidades em classes de ordem segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.
- Textura: diferenciação das classes texturais principais.
- Relevo: categorização conforme a declividade predominante, evidenciando a relação com os processos pedogenéticos.

A representação cartográfica buscou o equilíbrio visual entre a precisão científica e a clareza interpretativa, seguindo boas práticas de cartografia temática.

4.2. Descrição Cartográfica

O mapa de pedologia evidencia a diversidade das classes pedológicas presentes na Bacia do RSJD.

Dentre as principais unidades, destacam-se os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) e os Latossolos Vermelhos (LV), predominantes nas áreas de relevo suave ondulado.

Além destes, são observadas manchas expressivas de Gleissolos nas áreas de baixada, com maior influência da hidromorfia, e Neossolos em setores de relevo mais acidentado, indicativos de processos erosivos e instabilidade geomorfológica.

A legenda, extremamente detalhada, possibilita a identificação de mais de 80 classes pedológicas, com códigos e descrições conforme o SiBCS.

4.3. Mapa de Ordem Pedológica

A generalização das unidades em ordens pedológicas simplifica a visualização das tendências predominantes. A Bacia do Rio São José dos Dourados é caracterizada majoritariamente por:

- Argissolos: solos de elevada suscetibilidade à erosão, comuns em relevos ondulados.
- Latossolos: solos profundos e bem desenvolvidos, indicativos de estabilidade geomorfológica e clima tropical.
- Neossolos e Gleissolos: restritos a áreas específicas, mas relevantes na dinâmica hidrológica e na definição de áreas de preservação permanente (APPs)

Este mapa é essencial para análises mais amplas de aptidão agrícola, manejo conservacionista e suscetibilidade à erosão.

A análise da distribuição espacial das unidades pedológicas evidencia um predomínio expressivo da unidade PVe13, que ocupa aproximadamente 2807,5 km², correspondendo a 54,76% da superfície total da bacia, em seguida, destacam-se as unidades PVAe2 (830,3 km²; 16,19%), PVe4 (538,3 km²; 10,50%) e PVe12 (505,3 km²; 9,86%), que, juntamente com a unidade dominante, totalizam mais de 91% da área da bacia.

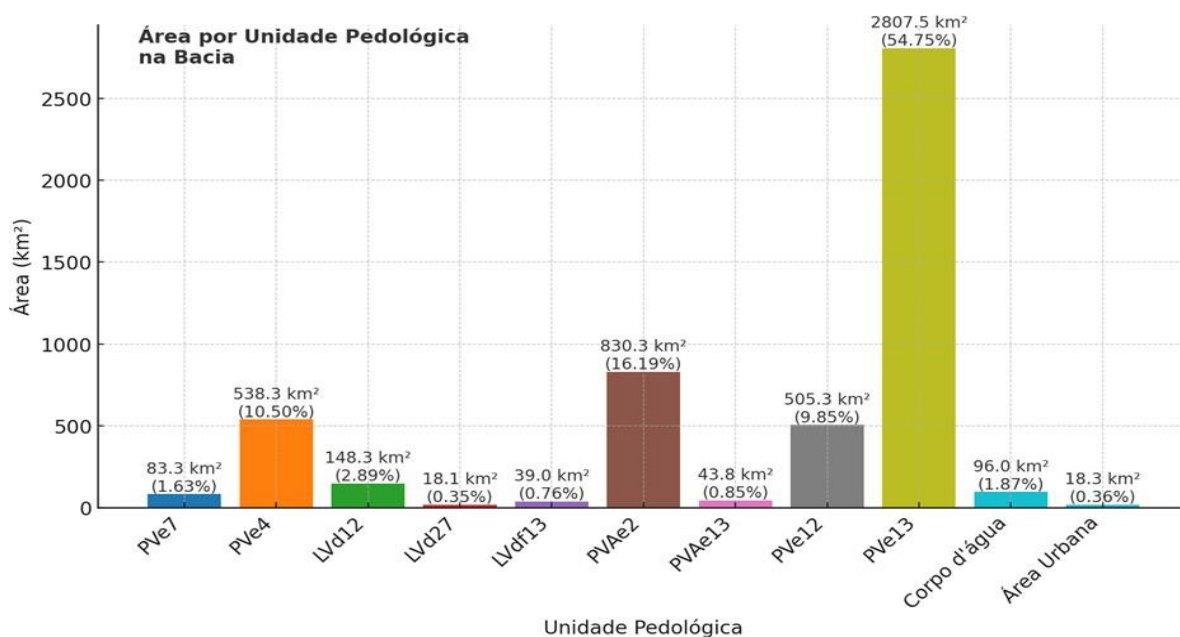
As demais unidades pedológicas apresentam áreas significativamente menores, com destaque para LVd12 (148,4 km²; 2,89%), PVAe13 (43,8 km²; 0,85%) e LVdf13 (39,0 km²; 0,76%). Além das unidades pedológicas propriamente ditas, a bacia inclui áreas classificadas como Corpo d'Água (96,0 km²; 1,87%) e Área Urbana (18,3 km²; 0,36%), cuja presença reforça a necessidade de considerar aspectos de uso e ocupação do solo na interpretação dos resultados pedológicos.

A expressiva predominância da unidade PVe13 sugere uma uniformidade significativa nos aspectos relacionados à gênese, morfologia e propriedades químico-físicas do solo na maior parte da bacia, o que pode ter implicações diretas sobre a aptidão agrícola, a vulnerabilidade ambiental e as estratégias de manejo e conservação do solo.

Por outro lado, a presença de unidades com menor extensão, embora menos representativas em termos de área, pode indicar ambientes pedológicos diferenciados, com relevância para a diversidade edáfica, a conservação ambiental e a definição de zonas de manejo específico.

O gráfico apresentado na Figura 1 sintetiza a distribuição das unidades pedológicas, evidenciando a predominância da PVe13 e a participação das demais unidades e classes de uso do solo no contexto da bacia.

Gráfico 6 — Distribuição percentual e absoluta das unidades pedológicas na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados



Fonte: Mariotto (2025).

4.4. Mapa de Textura

A textura do solo é um dos atributos físicos mais determinantes na definição da dinâmica hidrológica, fertilidade natural e potencial de uso das terras, constituindo-se como um dos principais parâmetros na avaliação da suscetibilidade à erosão e na definição de práticas conservacionistas.

O mapeamento da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados revelou o predomínio das seguintes classes texturais:

- Argilosas e muito argilosas: associadas principalmente aos Latossolos e Argissolos, predominando nas porções centrais e orientais da bacia. Essas texturas, caracterizadas por elevada capacidade de retenção de água e boa coesão estrutural, conferem maior estabilidade física ao solo, embora possam apresentar baixa permeabilidade e suscetibilidade à compactação sob práticas agrícolas intensivas.
- Arenosas a média: localizadas especialmente em vertentes mais declivosas e na borda ocidental da bacia. Solos com esta textura apresentam elevada macroporosidade e, conseqüentemente, uma maior taxa de infiltração inicial. No entanto, são mais vulneráveis à perda de partículas finas e à erosão hídrica, especialmente sob condições de chuvas intensas e uso inadequado da terra.

A variação textural na bacia condiciona diretamente aspectos como:

- Infiltração da água no solo, afetando a recarga de aquíferos e a superficiência de escoamento.
- Disponibilidade hídrica para as plantas, influenciando o desenvolvimento das culturas e a necessidade de práticas irrigantes ou de adubação orgânica.
- Resistência à erosão, com texturas mais arenosas sendo mais susceptíveis, enquanto texturas argilosas oferecem maior coesividade e resistência mecânica.

A análise da distribuição das classes texturais revelou um predomínio expressivo da textura arenosa/média (dominante), ocupando aproximadamente 3439,9 km², equivalente a 67,08% da área da bacia. Essa classe é seguida pela textura arenosa/média, com 1368,5 km², correspondendo a 26,69% do território.

Juntas, essas classes compreendem mais de 93% da área total, indicando uma predominância de solos de textura leve, com baixa capacidade de retenção de água, elevada permeabilidade e suscetibilidade à erosão laminar e ravinamento, principalmente em áreas declivosas e desprovidas de cobertura vegetal.

As demais classes possuem participação significativamente inferior:

- A textura média ocupa 166,4 km² (3,25%), apresentando características intermediárias entre a retenção de água e a drenagem.
- A textura muito argilosa corresponde a 39,0 km² (0,76%), associada a solos mais coerentes e estruturalmente estáveis, embora propensos a problemas de drenagem.
- As áreas classificadas como corpo d'água totalizam 96,0 km² (1,87%), enquanto as de área urbana somam 18,3 km² (0,36%), destacando-se como elementos antrópicos e naturais importantes no contexto da paisagem pedológica.

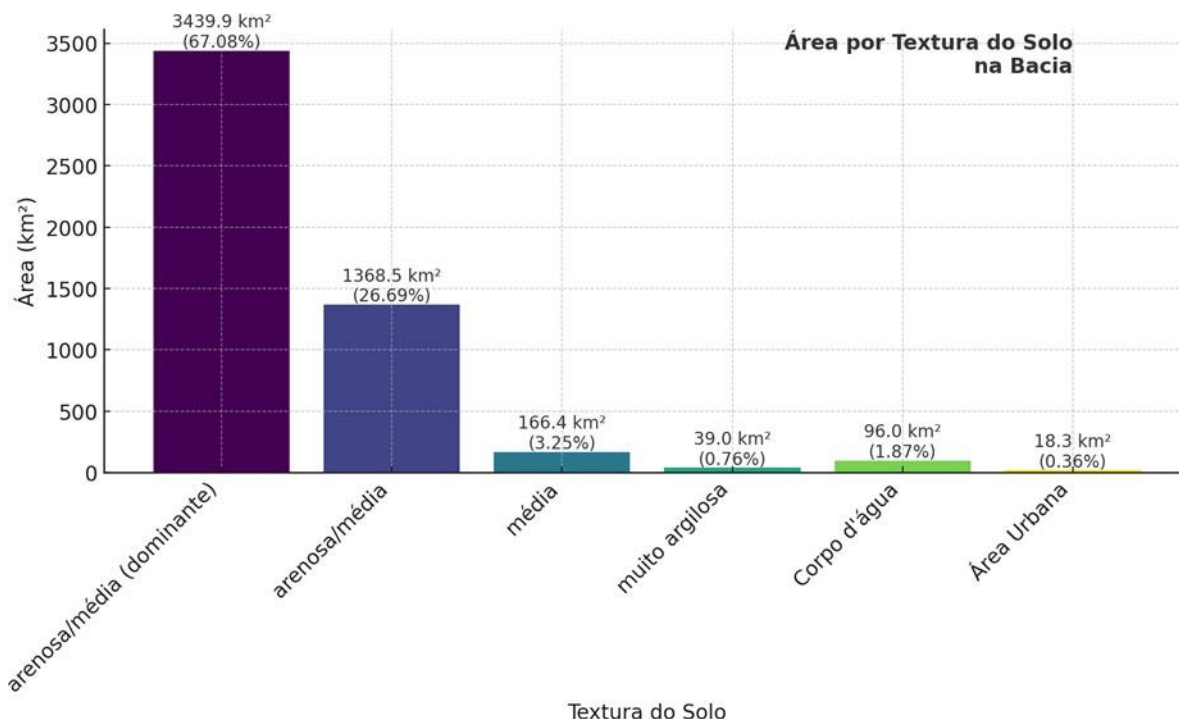
Essa configuração espacial das classes texturais influencia de forma decisiva os processos hidrológicos (como o escoamento superficial, erosão e recarga hídrica), pedológicos (alteração, formação de horizontes diagnósticos) e ecológicos (distribuição da vegetação nativa e potencial de uso para culturas agrícolas).

Diante da expressiva predominância das texturas arenosas, destaca-se a necessidade de adoção de práticas de manejo conservacionistas, como:

- Cobertura vegetal permanente, para proteção contra o impacto direto das gotas de chuva.
- Plantio em nível e terraceamento, para redução da velocidade do escoamento superficial.
- Implementação de barreiras mecânicas e estruturas de contenção, visando minimizar processos erosivos.

O gráfico apresentado sintetiza visualmente essa distribuição, destacando a forte dominância das classes arenosas e a baixa representatividade das demais classes texturais no contexto da bacia, refletindo um cenário que demanda atenção especial no planejamento do uso da terra e na definição de zonas prioritárias de conservação.

Gráfico 7 — Distribuição percentual e absoluta das classes de textura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados



Fonte: Mariotto (2025).

4.5. Mapa de Relevo

O relevo da Bacia do Rio São José dos Dourados foi classificado com base na morfometria de declividade, resultando nas seguintes categorias:

- Plano e Suave Ondulado: predominante nas porções centrais da bacia, associada principalmente a Latossolos.
- Ondulado: presente nas bordas e divisores de água, áreas naturalmente mais suscetíveis à erosão.
- Suave Ondulado a Plano: zonas de transição morfológica, que favorecem a expansão agrícola em função da maior uniformidade topográfica.

Observam-se padrões claros de relação entre relevo e pedologia: solos mais desenvolvidos e profundos predominam nas superfícies suaves, enquanto áreas de maior declividade apresentam maior heterogeneidade pedológica e maiores restrições ao uso.

A análise morfométrica revelou a clara predominância de formas de relevo suave ondulado, que condicionam diretamente a dinâmica hidrossedimentar, a distribuição dos solos e as potencialidades de uso da terra.

A classe “suave ondulado” corresponde a uma área de 3478,86 km², representando aproximadamente 67,8% da bacia. Esta morfologia se caracteriza por declividades moderadas, favoráveis a práticas agrícolas, desde que acompanhadas de técnicas de manejo conservacionista para evitar processos de erosão laminar.

Em segundo lugar, destaca-se a classe “suave ondulado e ondulado”, com 1368,55 km² (26,7% da bacia), indicando áreas de maior energia de relevo, com potencial para processos erosivos mais intensos, especialmente em vertentes sem cobertura vegetal adequada ou com uso agrícola intensivo.

As classes “suave ondulado e plano” (148,35 km²; 2,9%) e “plano e suave ondulado” (18,09 km²; 0,35%) ocupam áreas menores, mas representam zonas com elevado potencial para mecanização agrícola e implantação de culturas comerciais, devido à maior homogeneidade topográfica.

As áreas classificadas como “corpo d'água” (95,96 km²; 1,87%) e “área urbana” (18,33 km²; 0,36%) também são relevantes no contexto morfofuncional da bacia, atuando como zonas de concentração de atividades humanas ou desempenhando funções hidrológicas estratégicas, como a retenção de água e o amortecimento de cheias.

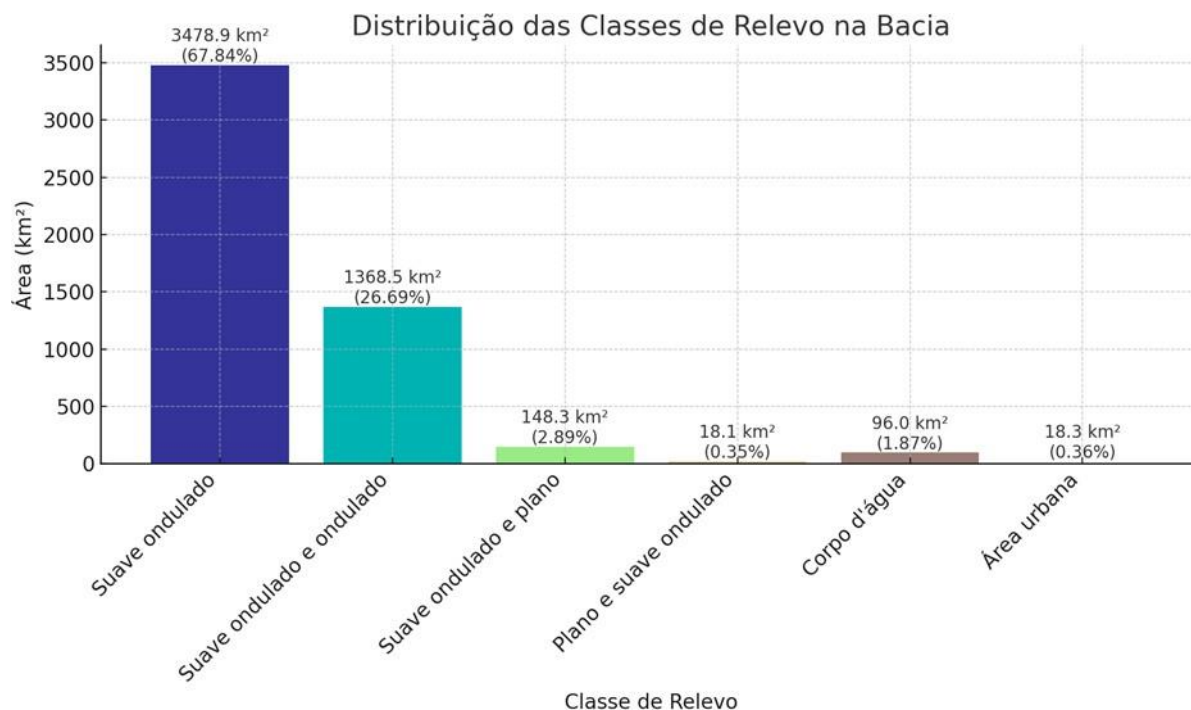
A configuração predominante de relevo suave ondulado influencia diretamente:

- A susceptibilidade à erosão, especialmente em solos de textura arenosa e em áreas cultivadas sem práticas conservacionistas.
- A dinâmica dos fluxos hídricos superficiais, afetando a recarga de aquíferos e a disponibilidade hídrica para diversos usos.
- A distribuição das classes pedológicas, refletindo processos pedogenéticos associados à estabilidade geomorfológica da bacia.

O gráfico apresentado sintetiza visualmente a distribuição das classes de relevo, destacando a forte predominância do relevo suave ondulado e a baixa representatividade das demais formas no contexto morfológico da bacia.

Essa caracterização reforça a necessidade de adotar estratégias de uso e manejo dos solos adequados ao contexto geomorfológico, com foco na conservação dos recursos naturais e na sustentabilidade das atividades produtivas.

Gráfico 8 — Distribuição percentual e absoluta das classes de relevo na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.



Fonte: Mariotto (2025).

4.6. Análise Integrada Pedológica

A análise integrada dos quatro mapas revela uma relação sistêmica e dinâmica entre os atributos pedológicos, texturais e morfométricos da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. A predominância de Latossolos, especialmente em áreas de relevo plano a suave ondulado, demonstra não apenas a estabilidade geomorfológica, mas também a elevada aptidão dessas áreas para atividades agrícolas, especialmente aquelas de caráter mecanizado.

Por outro lado, a presença significativa de Argissolos e Neossolos em setores de maior declividade evidencia a necessidade de manejo conservacionista mais rigoroso, dado o risco elevado de processos erosivos e degradação física do solo. O mapeamento da textura, alinhado com a classificação pedológica, revela que as áreas com textura mais argilosa favorecem a retenção de água e nutrientes, sendo estratégicas para o cultivo de culturas perenes. Já os setores com textura mais arenosa, localizados em vertentes e bordas da bacia, exigem práticas agrícolas diferenciadas para evitar a perda de solo e a contaminação de corpos hídricos.

Essa configuração espacial complexa determina não apenas o padrão de vulnerabilidade ambiental da bacia, mas também sua capacidade produtiva e os riscos associados a práticas inadequadas de uso do solo. Além disso, reforça a importância de estratégias de gestão integrada que considerem a variabilidade espacial dos atributos físicos, a fim de promover a resiliência dos sistemas agrícolas diante das mudanças climáticas e à intensificação das atividades antrópicas.

Assim, a análise integrada fornece suporte fundamental para:

- A identificação de áreas prioritárias para conservação e restauração ecológica, especialmente em zonas de fragilidade pedoambiental.
- O zoneamento agroecológico, promovendo a compatibilização entre as potencialidades naturais e os sistemas produtivos locais.
- A definição e implementação de práticas conservacionistas específicas, como curvas de nível, terraceamento e cobertura permanente do solo, visando a manutenção da qualidade ambiental, a proteção dos recursos hídricos e a sustentabilidade da produção agrícola.

Além de fornecer subsídios técnicos robustos para o planejamento do uso da terra e a implementação de políticas de conservação, os resultados deste estudo permitem o desenvolvimento de estratégias mais eficientes para o monitoramento e mitigação de processos erosivos, que são recorrentes na bacia. Tais estratégias são essenciais para a preservação da funcionalidade ecológica e para a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos que a bacia oferece, como a regulação do ciclo hidrológico, a manutenção da fertilidade dos solos e a conservação da biodiversidade.

O trabalho reafirma a relevância da cartografia temática como suporte essencial para a análise ambiental integrada, e evidencia a necessidade premente de investimentos em atualização contínua dos mapeamentos, especialmente diante das intensas transformações antrópicas e das aceleradas mudanças climáticas que impactam diretamente os recursos naturais e os sistemas produtivos da bacia. Além disso, recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem a relação entre as características pedológicas e os processos socioeconômicos locais, promovendo uma gestão territorial ainda mais integrada e participativa.

5. ANÁLISE HIDROGRÁFICA E HIDROLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS – SP

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, localizada no noroeste do estado de São Paulo, constitui uma unidade territorial de notável relevância ambiental, hidrológica e socioeconômica na região sudeste do Brasil. Com uma área de aproximadamente 5.130 km², a bacia abrange diversos municípios e desempenha papel estratégico na dinâmica hidrográfica do

rio Paraná, ao qual se conecta diretamente por seu canal principal de cerca de 250 km de extensão (ANA, 2013).

O estudo de bacias hidrográficas sob as perspectivas morfológica, hipsométrica e hidrológica fornece subsídios técnicos essenciais para compreender os processos ambientais, auxiliando na previsão de eventos extremos e no planejamento territorial para uso racional dos recursos hídricos (tucci, 2004; ross, 1992). Nesse contexto, uma análise integrada da Bacia do Rio São José dos Dourados é fundamental, dada sua condição de bacia madura, com relevo predominantemente suave, rede de drenagem organizada e baixa densidade hidrográfica.

A relevância dessa abordagem integrada é destacada por autores como Christofolletti (1980), que argumenta que a aplicação da geomorfologia em bacias hidrográficas permite inferir a estabilidade morfodinâmica da paisagem, a eficiência do escoamento superficial e o grau de dissecação do relevo. Além disso, a utilização de parâmetros clássicos e complementares de análise morfológica — conforme sugerido por Horton (1945), Strahler (1957), Pike & Wilson (1971) e Zavoianu (1985) — mostra-se eficaz para diagnósticos ambientais detalhados e contextualizados regionalmente.

A bacia situa-se em uma região de transição entre áreas de uso intensivo do solo (principalmente agrícola) e fragmentos remanescentes de vegetação nativa, o que torna imprescindível compreender sua funcionalidade hídrica e geomorfológica. Predominam na área solos predominantemente desenvolvidos, como Latossolos e Argissolos, derivados de substratos sedimentares e basálticos, os quais condicionam o regime de infiltração e a dinâmica de recarga hídrica (EMBRAPA, 2018; ker, 1995). Do ponto de vista hidrológico, o tempo de concentração relativamente elevado da bacia, associado à baixa declividade e à moderada densidade de drenagem, indica alta capacidade de infiltração, baixa suscetibilidade a enchentes bruscas e comportamento hidrológico estável (mota, 2003; pinto et al., 2008). Tais características fazem da Bacia do Rio São José dos Dourados um caso exemplar de sistema fluvial funcional, servindo como referência para estudos comparativos, modelagens ambientais e formulação de políticas públicas sustentáveis.

A importância da bacia também se insere no contexto da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), que estabelece a bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e gestão (BRASIL, 1997). A região integra o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo e está sob influência de instrumentos de gestão como os Planos de Bacia, o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, as outorgas de uso da água e as ações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê (CBH-BT, 2020). Esses mecanismos são essenciais para assegurar o uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos, conciliando tanto as demandas humanas com a conservação dos ecossistemas aquáticos.

Nos últimos anos, a intensificação do uso do solo, a expansão da agricultura mecanizada, o desmatamento de áreas de preservação permanente e os efeitos das mudanças climáticas vêm comprometendo a qualidade e a regularidade da disponibilidade hídrica na bacia (ANA, 2021). Observa-se também o aumento na frequência de eventos extremos, como enchentes e estiagens prolongadas, bem como a redução da vazão de base dos cursos d'água, agravando os riscos ambientais e sociais associados à gestão inadequada dos recursos naturais (CETESB, 2022). Esse cenário exige a reavaliação contínua das estratégias de gestão hídrica, incluindo o fortalecimento da governança participativa e o monitoramento permanente de indicadores hidrológicos.

A compreensão da dinâmica hidrológica da bacia demanda uma abordagem integrada e interdisciplinar, que considere não apenas os elementos físicos da paisagem, mas também os aspectos sociais, econômicos e legais da ocupação e uso do território. A análise conjunta da rede de drenagem, dos índices morfométricos, da variabilidade climática e das práticas antrópicas fornece subsídios essenciais para o planejamento territorial e a mitigação de impactos ambientais. Vale destacar que a Bacia do São José dos Dourados mantém interações ecológicas significativas com o rio Paraná e demais afluentes, desempenhando um papel fundamental na conectividade hidrológica regional e na manutenção de corredores ecológicos entre unidades de conservação. A perda dessa conectividade, seja por barramentos, supressão de matas ciliares ou degradação de nascentes, compromete a resiliência dos ecossistemas aquáticos e terrestres, afetando diretamente a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos proporcionados pela bacia.

Este relatório técnico tem como objetivo caracterizar a hidrografia e a hidrologia da Bacia do Rio São José dos Dourados por meio da análise de parâmetros morfométricos, dados hidrológicos e indicadores ambientais. As informações utilizadas foram obtidas com suporte de sistemas de informações geográficas (SIG), análises planimétricas, dados de campo e revisão de relatórios técnicos e documentos institucionais (DAEE, 2020; IBGE, 2019). O propósito central é subsidiar estratégias de gestão integrada, manejo conservacionista, recuperação de áreas críticas e a formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade hídrica e à resiliência socioambiental da bacia.

Com a análise dos componentes físicos e hidrológicos espera-se oferecer uma base científica para aprimorar as ações de monitoramento, fiscalização e planejamento ambiental em níveis municipal e regional. O conhecimento gerado por este estudo pode fortalecer as iniciativas do Comitê de Bacia Hidrográfica e de outras instituições envolvidas na gestão territorial, orientando políticas públicas de conservação da água, do solo e da biodiversidade em um dos territórios paulistas mais pressionados por transformações antrópicas.

5.1. Mapeamento Hidrográfico

O mapeamento adotado neste estudo baseou-se em uma abordagem integrada e multidisciplinar, combinando técnicas de análise morfométrica, interpretação de dados hidrológicos e uso de geotecnologias. Inicialmente, delimitou-se a área da bacia hidrográfica a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE), empregando softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG) como QGIS e ArcGIS. A partir dessa delimitação, foram geradas camadas temáticas da rede de drenagem, do relevo, da declividade, e do uso e cobertura do solo.

Foram calculados diversos índices morfométricos, tais como densidade de drenagem, frequência de cursos d'água, fator de forma, razão de circularidade, coeficiente de compacidade, amplitude altimétrica, declividade média da bacia e da rede de drenagem, além de índices complementares como rugosidade relativa e parâmetros hipsométricos.

Quadro 1 – Índices Morfométricos

Índices Hidrológicos	Fórmulas	Descrição	Unidades
Densidade de Drenagem - Dd	$Dd = Lt / A$	Relação entre o comprimento total dos canais e a área da bacia; reflete a capacidade de drenagem.	Km/Km ²
Índice de Circularidade - Ic	$Ic = 4\pi A / P^2$	Mede o grau de circularidade da bacia; valores próximos de 1 indicam formas mais circulares.	
Fator de Forma - Ff	$Ff = A / L^2$	Indica a forma da bacia; bacias mais alongadas tendem a apresentar menor resposta hidrológica rápida.	
Razão de Compacidade - Rc	$Rc = 0,2821 \times P / \sqrt{A}$	Relaciona o perímetro da bacia com uma circunferência de mesma área; valores altos indicam maior irregularidade.	
Coeficiente de Manutenção - Cm	$Cm = A / Lt^2$	Relaciona a área da bacia como quadrado do comprimento dos canais, reflete a energia disponível para erosão.	Km ⁻¹
Índice de Sinuosidade - Is	$Is = Lc / Lr$	Compara o comprimento real do curso do rio com sua extensão em linha reta; indica a tortuosidade do canal.	
Declividade Média da Bacia - Dm	$Dm = (h_{max} - h_{min}) / Lc$	Mede a variação altimétrica em relação ao comprimento do curso principal; reflete a energia do relevo.	%

Fonte: Mariotto. G (2025).

As equações utilizadas seguiram autores consagrados na literatura hidrológica (e.g., Horton, 1945; Strahler, 1957; Schumm, 1956) e métodos padronizados adotados por órgãos oficiais (DAEE, IBGE). Tais índices fornecem uma base quantitativa para interpretar a resposta hidrológica da bacia diante de eventos de precipitação e mudanças no uso do solo.

Adicionalmente, foram analisados dados históricos de precipitação e vazão obtidos em estações pluviométricas e fluviométricas da ANA (Agência Nacional de Águas) e do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica). As séries de dados foram avaliadas em escalas temporais mensal, anual e decenal, permitindo identificar padrões sazonais de escoamento,

tendências de aumento ou redução de vazões e episódios de extremos hidrológicos (enchentes, estiagens).

A metodologia incluiu também a interpretação de imagens de satélite (sensores Landsat 8 e Sentinel-2) para detecção de alterações na cobertura do solo e na vegetação nativa. O cruzamento dessas informações com dados altimétricos e mapas de uso e ocupação do solo possibilitou avaliar o grau de degradação de áreas ripárias, a expansão de atividades agropecuárias e os impactos sobre as zonas de recarga hídrica. Paralelamente, realizou-se uma revisão bibliográfica criteriosa de estudos prévios sobre a bacia, abrangendo publicações científicas, dissertações acadêmicas, relatórios técnicos e planos de bacia elaborados por instituições estaduais e federais. Essa revisão forneceu o embasamento teórico e histórico necessário para compreender a evolução do uso do solo, das políticas públicas e da governança dos recursos hídricos na região.

Todos os dados espaciais e tabulares foram organizados em um banco de dados geográfico, o que permitiu a geração de mapas temáticos, gráficos comparativos e tabelas de indicadores. O processamento dos dados seguiu protocolos científicos reconhecidos, garantindo reprodutibilidade e consistência metodológica. O conjunto de procedimentos descritos visa assegurar a precisão e a confiabilidade das informações utilizadas na caracterização da hidrografia e hidrologia da bacia, oferecendo uma base sólida para a proposição de ações de planejamento, recuperação e manejo dos recursos hídricos. A integração entre geotecnologias, análise hidrológica e avaliação ambiental torna este estudo um instrumento estratégico para a gestão territorial sustentável da Bacia do Rio São José dos Dourados.

5.2. Caracterização Hidrográfica da Bacia

A Bacia do Rio São José dos Dourados está situada integralmente no estado de São Paulo. Trata-se de uma bacia de grande porte, com aproximadamente 5.130 km² de área de drenagem e perímetro em torno de 825 km. O comprimento máximo da bacia é da ordem de 72 km, e o canal principal possui cerca de 250 km de extensão. O relevo regional é suavemente ondulado, com altitude média de aproximadamente 415 m (máxima de 605 m e mínima de 316 m), o que se traduz em baixo relevo relativo e reduzida compartimentação vertical do terreno. A rede hidrográfica apresenta padrão de drenagem do tipo dendrítico e ordem máxima 6 na classificação de Strahler.

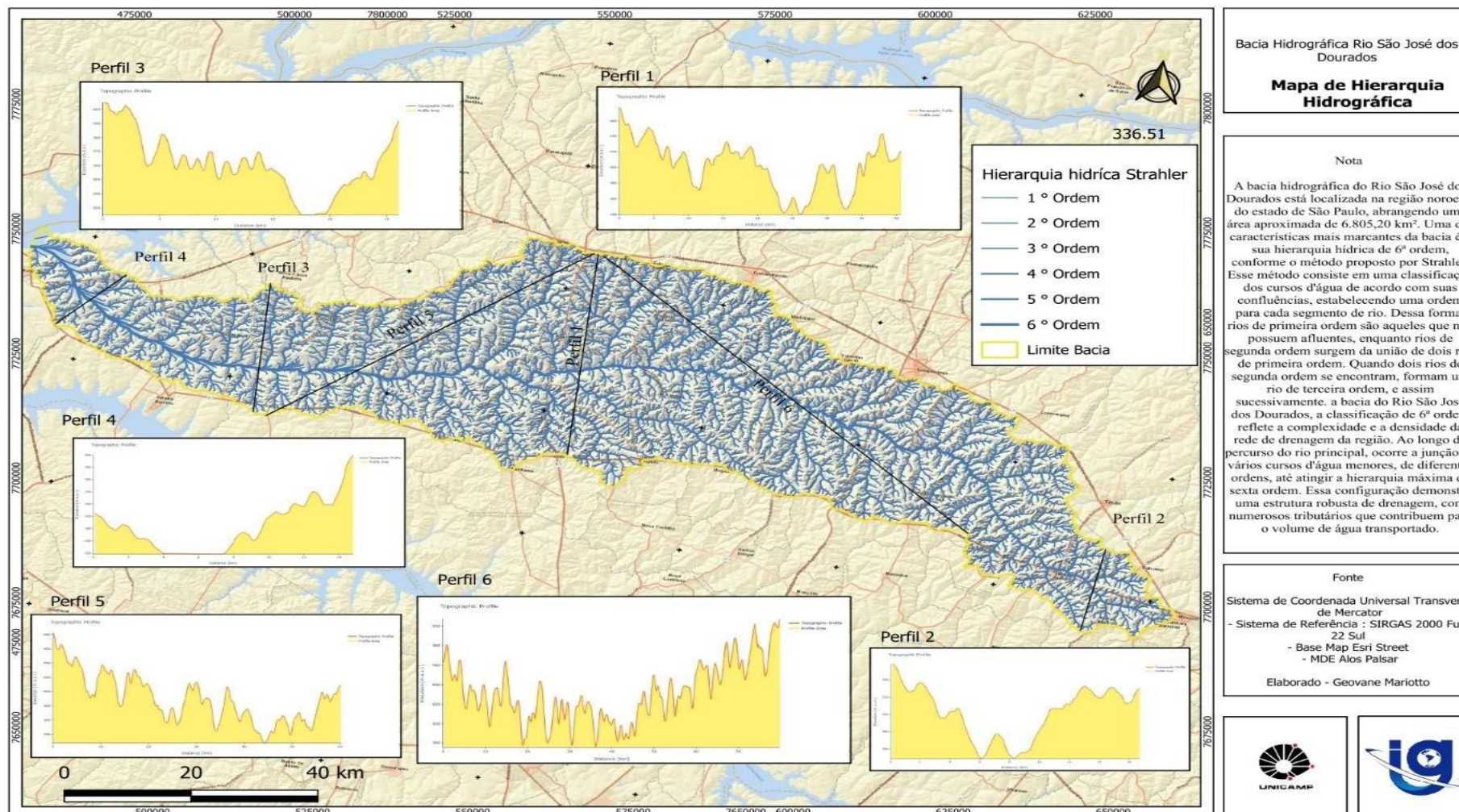


Figura 14 — Mapa de hierarquia hidrográfica da Bacia do Rio São José dos Dourados.

Fonte: Mariotto (2025).

Foram identificados cerca de 3.166 segmentos fluviais, resultando em uma densidade de drenagem moderada (aproximadamente 0,72 km de rios por km²) e frequência de 0,62 cursos por km². Essa textura de drenagem relativamente pouco densa está associada à boa permeabilidade dos solos e à considerável infiltração de água, implicando menor propensão a enxurradas concentradas. A estrutura hierarquizada da rede – típica de bacias maduras – conta com canais bem integrados entre si. Destaca-se a abundância de cursos de baixa ordem (1ª e 2ª ordens), refletindo a ampla capilaridade do sistema de drenagem, que desempenha papel fundamental na recarga de aquíferos e na regulação das vazões superficiais (SÃO PAULO, 2022).

O rio São José dos Dourados percorre aproximadamente 250 km dentro da bacia até desaguar no rio Paraná, atuando como eixo integrador dos fluxos hídricos regionais. Entre os principais afluentes destacam-se o Ribeirão da Fortuna, o Córrego da Prata, o Córrego das Macaúbas, o Rio Preto e o Rio Grande (CBH-BT, 2020). Esses cursos d'água contribuem não apenas em volume hídrico, mas também em termos ecológicos, mantendo a conectividade de habitats aquáticos e corredores ecológicos ao longo da bacia. Em muitos trechos, as águas da bacia são aproveitadas para irrigação agrícola, criação de peixes e abastecimento humano, o que reforça a importância de sua conservação (CETESB, 2022).

Geologicamente, a bacia compreende terrenos da Bacia Sedimentar do Paraná (Grupo Bauru), com predominância de arenitos da Formação Adamantina intercalados por derrames basálticos da Formação Serra Geral. Essa diversidade litológica condiciona a distribuição de solos – em sua maioria profundos e bem drenados – e os processos morfodinâmicos. O uso e a cobertura do solo na bacia são fortemente influenciados pelas atividades agropecuárias: grandes extensões são ocupadas por culturas temporárias (cana-de-açúcar, soja, milho) e pastagens, enquanto remanescentes de vegetação nativa concentram-se nas encostas e margens dos cursos d'água. Esse quadro confere simultaneamente importância econômica e relevância ecológica à bacia, mas também traz desafios à conservação hídrica.

As características topográficas e pedológicas descritas favorecem o escoamento superficial lento e altas taxas de infiltração, limitando o potencial erosivo em condições naturais (christofoletti, 1980; ROSS, 1992). Contudo, em áreas de manejo inadequado do solo e supressão da cobertura vegetal, observa-se o incremento do escoamento superficial direto, com intensificação de processos erosivos (ravinamento, voçorocamento) e assoreamento de calhas (ANA, 2021; tucci, 2017). A caracterização hidrográfica aqui apresentada é essencial para embasar estratégias de manejo conservacionista e planejamento ambiental integrados. A manutenção da integridade da rede de drenagem e de suas áreas ripárias adjacentes é indispensável para a segurança hídrica regional, sobretudo frente às pressões decorrentes das mudanças climáticas e do uso intensivo do território (ANA, 2021; SÃO PAULO, 2022).

5.3. Caracterização Hidrológica da Bacia

As vazões médias e mínimas dos cursos d'água são influenciadas pela capacidade de infiltração dos solos e pela cobertura vegetal na bacia. Áreas com vegetação remanescente – especialmente matas ciliares – contribuem para a manutenção da vazão base dos cursos d'água, ao passo que áreas de uso agropecuário intensivo apresentam maior escoamento superficial e menor recarga hídrica subterrânea (CETESB, 2022; tucci, 2009).

Dados de estações fluviométricas indicam que a vazão média mensal do rio São José dos Dourados varia entre aproximadamente 10 m³/s e 70 m³/s, podendo elevar-se significativamente em eventos extremos. Tais eventos de cheia têm sido potencializados pelas alterações no uso e cobertura do solo, resultando em picos de vazão mais elevados, maior risco de inundações em áreas urbanas e rurais, e redução da qualidade da água devido ao carreamento de sedimentos e nutrientes (ANA, 2021; SÃO PAULO, 2022).

Além da variabilidade sazonal intra-anual, observam-se flutuações interanuais nas vazões associadas a fenômenos climáticos como El Niño e La Niña, os quais influenciam diretamente a disponibilidade hídrica e os padrões de recarga dos aquíferos (IGC/USP, 2021). Essas oscilações reforçam a necessidade de um monitoramento contínuo e de políticas de gestão adaptativa dos recursos hídricos, de forma a absorver os impactos de anos atípicos.

Intervenções antrópicas como pequenas barragens, açudes e reservatórios distribuídos pela bacia modificam o balanço hídrico, alterando o regime natural de escoamento e a conectividade ecológica dos rios. Embora essas obras sejam relevantes para o abastecimento humano, a irrigação e outros usos econômicos da água, a sua implementação demanda planejamento criterioso para minimizar impactos hidrológicos (como redução da vazão de base devido à evaporação e retenção) e ecológicos (fragmentação de habitats aquáticos) (CBH-BT, 2020; tucci, 2017).

Em síntese, a compreensão da dinâmica hidrológica da bacia é fundamental para embasar medidas de conservação, controle de cheias, recarga de aquíferos e promoção da sustentabilidade hídrica em médio e longo prazos. Essa compreensão deve integrar dados empíricos de monitoramento, modelagem hidrológica e ferramentas de geoprocessamento, de modo a articular o conhecimento técnico-científico com estratégias efetivas de gestão territorial.

5.4. Análise Morfométrica e Hipsométrica

A análise morfométrica fornece importantes indicadores sobre a organização espacial e a eficiência dos processos hidrológicos na bacia. No caso da Bacia do São José dos Dourados, os parâmetros fundamentais revelam uma configuração alongada, típica de bacia em estágio

maduro de desenvolvimento do relevo, com rede de drenagem eficiente, porém relativamente espaçada.

O coeficiente de compacidade de Gravelius (K_c) foi estimado em aproximadamente 3,25, indicando uma bacia de forma bastante alongada, cuja resposta hidrológica tende a ser mais lenta e com picos de vazão menos concentrados em comparação a bacias mais circulares (christofoletti, 1980; zavoianu, 1985). De modo consistente, o fator de forma (relação entre largura e comprimento da bacia) apresenta valores baixos na maior parte das sub-bacias (geralmente inferiores a 0,5), reforçando o predomínio de formas elípticas e alongadas. O índice de circularidade ($R_c \approx 0,095$) igualmente confirma a configuração linear da bacia – um valor muito abaixo da unidade –, característico de sistemas fluviais lateralmente alongados (mark, 1975; strahler, 1957). A razão de alongamento ($R_e \approx 1,12$) coaduna com a presença de canais orientados segundo o controle estrutural regional, refletindo o condicionamento geológico na disposição da rede de drenagem.

A densidade de drenagem (D_d) calculada é de cerca de 0,72 km de rio por km² de área, valor típico de bacias com textura de drenagem moderada a grosseira. Isso sugere elevada capacidade de infiltração e menor risco de enxurradas súbitas, pois grande parte da chuva infiltra antes de gerar escoamento superficial concentrado (smith, 1950; tucci, 2004). De forma similar, a frequência de canais (aprox. 0,62 cursos/km²) é relativamente baixa, indicando que a rede não é excessivamente ramificada. Esse padrão favorece a perenidade dos cursos d'água de maior ordem e contribui para um comportamento hidrológico mais estável. Ao todo, mapeou-se um total de 3.166 cursos d'água na bacia, atingindo a 6ª ordem de drenagem (strahler, 1957) – um arranjo hierárquico que evidencia uma rede madura e bem desenvolvida.

Adicionalmente, o índice de manutenção da drenagem (IMD), em torno de 1,39 ha/m, indica que é necessária uma área relativamente pequena de captação para manter um segmento de drenagem. Esse resultado sugere uma rede hidrográfica bem distribuída e eficiente espacialmente (ANA, 2021). Já a rugosidade relativa, estimada em aproximadamente 10,7%, reflete um relevo predominantemente suave, com baixa energia potencial disponível para transporte de sedimentos. Essa condição reduz o potencial erosivo sob condições naturais, embora práticas inadequadas de manejo do solo possam elevar significativamente esse risco (CETESB, 2022).

Em conjunto, os índices morfométricos avaliados revelam uma predisposição da bacia a escoamentos relativamente rápidos, porém bem distribuídos no espaço, com impactos que podem ser agravados pelas pressões antrópicas sobre o solo e a vegetação. A interpretação integrada desses parâmetros é fundamental para orientar estratégias de manejo sustentável, conservação do solo, planejamento do uso da terra e mitigação de eventos hidrológicos extremos.

5.5. Tempo de Concentração (Tempo de Resposta Hidrológica)

Esse comportamento é corroborado por um elevado índice de infiltração ($I_f \approx 0,443$), o que confirma a capacidade da bacia em reter e absorver uma parcela significativa da precipitação, diminuindo o volume de escoamento superficial concentrado (Curi; Franzmeier, 1984). De fato, a presença de extensos solos arenosos e profundos favorece a infiltração da água pluvial, reduzindo a necessidade de uma malha hidrográfica excessivamente ramificada para dar vazão ao escoamento.

O tempo de concentração (T_c) da bacia hidrográfica — entendido como o intervalo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante do divisor chegue à exutória principal — foi estimado por meio de diferentes métodos empíricos amplamente utilizados na hidrologia aplicada. Entre eles, destacam-se:

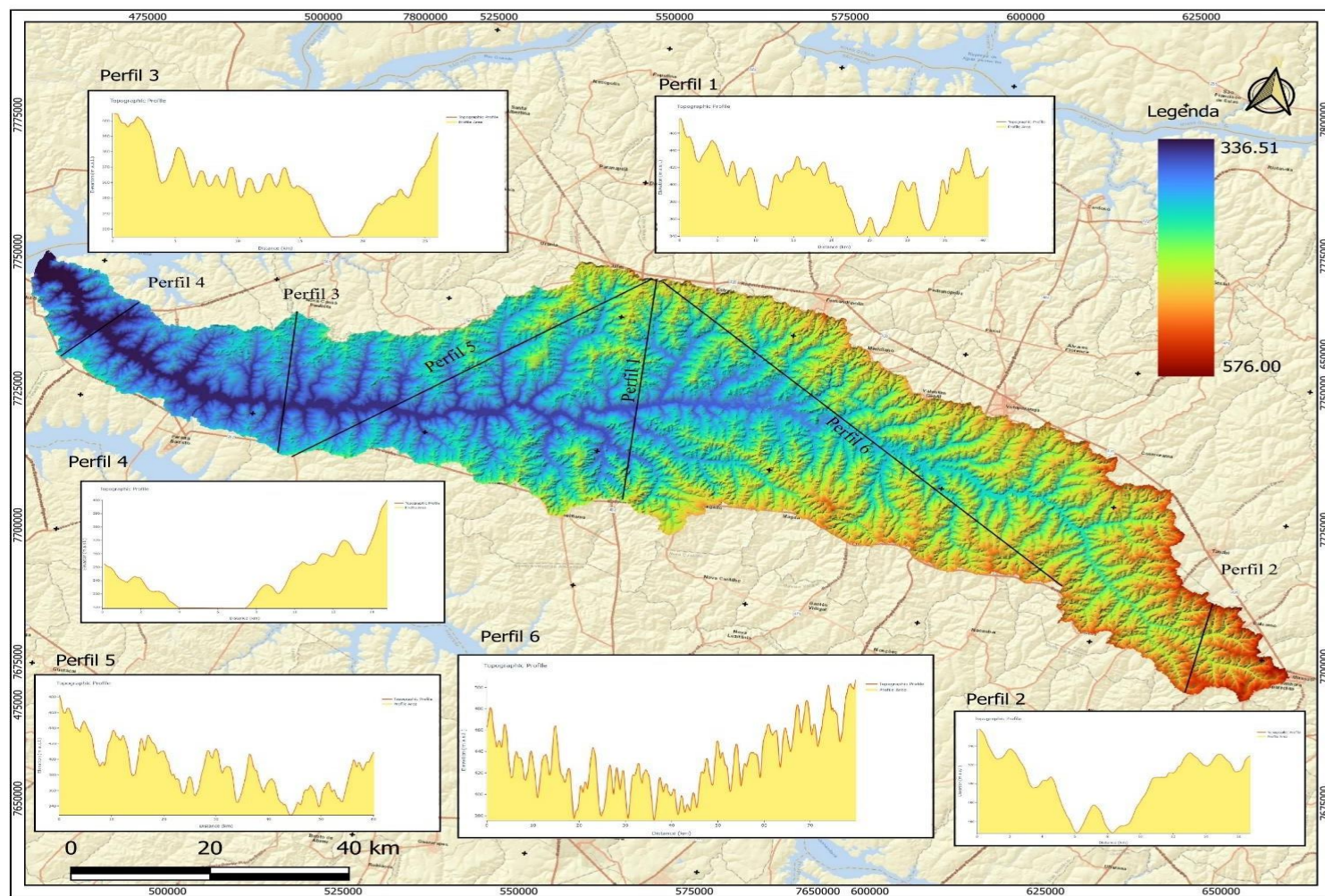
Método de Giandotti, que considera características geométricas e fisiográficas da bacia, como área total (A), comprimento do curso d'água principal (L), comprimento do percurso retilíneo da bacia (L_c) e desnível entre a nascente e a exutória (H). A fórmula é expressa por:

$$= \frac{4 * SQRT(B2) + 1.5 * B3}{0.8 * B4}$$

A rede de drenagem da bacia apresenta uma razão de bifurcação média em torno de 2,0 (relação entre o número de rios de ordens sucessivas), valor relativamente baixo. Isso indica um padrão de drenagem sem grandes descontinuidades estruturais ou litológicas: em outras palavras, a rede fluvial organiza-se de forma equilibrada, adaptada à geologia homogênea da região e sem controles tectônicos marcantes. Esse arranjo resulta em canais distribuídos regularmente pelo território, o que contribui para um escoamento mais controlado, maior infiltração e melhor regulação do regime hídrico. Trata-se de um padrão de drenagem maduro e bem organizado, típico de bacias em condição de equilíbrio geomórfico.

5.6. Análise Hipsométrica e Estágio Evolutivo do Relevo

A análise hipsométrica da bacia — baseada na curva hipsométrica (distribuição acumulada da área em função da altitude) e no índice hipsométrico (HI) — fornece indicadores do estágio de evolução do relevo e de seu potencial erosivo remanescente. Segundo Pike & Wilson (1971), a forma da curva hipsométrica permite identificar se uma bacia encontra-se em estágio jovem, maduro ou senil, bem como avaliar a capacidade de armazenamento de energia de relevo e o grau de dissecação do terreno. Em termos gerais, bacias jovens apresentam curvas hipsométricas convexas e índices hipsométricos elevados (próximos de 0,5 ou mais), indicando que grande parte do volume do relevo permanece em altas cotas (relevo pouco erodido). Já bacias maduras a senis tendem a exibir curvas côncavas e índices baixos, refletindo um relevo bastante aplainado pela erosão ao longo do tempo.



Bacia Hidrográfica Rio São José dos Dourados

Mapa Hipsométrico

Nota

A bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados está localizada no noroeste do estado de São Paulo, abrangendo uma área de aproximadamente 6.805,20 km². O rio São José dos Dourados nasce no município de Mirassol e percorre cerca de 334,5 km até desaguar no rio Paraná. A hipsometria da bacia, que se refere à distribuição das altitudes do terreno, varia desde as áreas de nascente, em altitudes mais elevadas, até as regiões próximas à foz, em altitudes mais baixas. Essa variação altimétrica influencia diretamente os processos hidrológicos, como escoamento superficial e infiltração, afetando a disponibilidade hídrica e a suscetibilidade a processos erosivos.

Fonte

Sistema de Coordenada Universal Transversa de Mercator
- Sistema de Referência : SIRGAS 2000 Fuso 22 Sul
- Base Map Esri Street
- MDE Alos Palsar
Elaborado - Geovane Mariotto



Figura 15 — Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados
Fonte: Mariotto (2025).

No caso do rio São José dos Dourados, a curva hipsométrica calculada é acentuadamente côncava, e o índice hipsométrico HI obtido (aproximadamente 0,13) confirma que o relevo da bacia está em estágio senil ou erosivamente maduro. Esse valor indica que apenas cerca de 13% da área da bacia encontra-se acima da altitude média (ou, de forma equivalente, a área sob a curva hipsométrica corresponde a 13% do retângulo definido pela altitude máxima), um valor significativamente baixo. Conforme Silva et al. (2011) e outros autores, índices de HI tão reduzidos estão associados a paisagens amplamente erodidas, com potencial erosivo residual muito baixo e alta estabilidade geomorfológica. Em outras palavras, o rio São José dos Dourados atingiu um ponto de sua história geomorfológica em que os processos erosivos já suprimiram os desníveis mais proeminentes do relevo, restando superfícies bastante rebaixadas e próximas do nível de base regional (o rio Paraná).

Corroborando esse quadro evolutivo, analisou-se qualitativamente a compactação hipsométrica (Ch) e a integração hipsométrica (Ih) da bacia, inferidas a partir da forma da curva. Verificou-se que a compactação hipsométrica é baixa – ou seja, a distribuição altimétrica da área não se concentra em faixas restritas de altitude. Isso reflete a morfologia suavizada da bacia, sem degraus topográficos expressivos ou extensos patamares elevados: as cotas do terreno estão relativamente bem distribuídas entre o ponto mais alto e o mais baixo, predominando, contudo, as altitudes médias a baixas. De modo semelhante, a integração hipsométrica mostrou-se baixa, indicando que nenhuma porção do terreno domina significativamente o volume total (reforçando a ausência de compartimentos altimétricos destacados). Em termos práticos, esses resultados sugerem um potencial bastante reduzido de transformações morfológicas naturais: a bacia já não possui “energia de relevo” acumulada para deflagrar grandes eventos erosivos espontâneos, a menos que ocorram modificações externas, como um rebaixamento do nível de base ou alterações climáticas relevantes.

Sob o prisma morfofuncional, a hipsometria evidencia que a bacia apresenta um grau elevado de estabilidade. A predominância de superfícies rebaixadas e a ausência de acentuados desníveis implicam uma baixa produção natural de sedimentos – pois faltam encostas altas sujeitas à erosão acelerada – e menor propensão a movimentos de massa. Essa estabilidade geomorfológica confere à bacia uma alta capacidade de suporte ambiental, permitindo, em teoria, usos do solo menos conservacionistas; contudo, convém destacar que atividades antrópicas intensivas ainda podem causar degradação mesmo em relevos suaves (por exemplo, formação de ravinas e voçorocas em áreas agrícolas), já que a estabilidade mencionada refere-se ao equilíbrio natural do sistema. Em suma, a Bacia do Rio São José dos Dourados representa um ambiente fluvial maduro, de relevo aplainado e dinâmica erosiva atenuada, cenário favorável à manutenção de usos sustentáveis do território desde que sejam adotadas práticas adequadas de manejo e conservação.

5.7. Rede de Drenagem e Dinâmica Hidrológica

A organização da rede de drenagem da Bacia do Rio São José dos Dourados foi avaliada com base em uma abordagem morfométrica e geoespacial, utilizando-se ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Os dados primários foram obtidos a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM com resolução espacial de 30 metros, fornecido pela NASA e disponibilizado por meio da plataforma do EarthExplorer/USGS. A vetorização da rede hidrográfica foi realizada no software QGIS 3.34 (versão Prizren), por meio da aplicação de ferramentas do GRASS GIS, como "r.watershed" e "r.stream.order", que permitem identificar a hierarquia dos canais segundo a classificação de Strahler (1957).

Foram extraídos parâmetros clássicos como densidade de drenagem (Dd), frequência de canais, compacidade (Kc), fator de forma (Rf), ângulo de junção, extensão do canal principal (L), razão de bifurcação (Rb) e declividade média da bacia. As fórmulas seguidas estão fundamentadas nos modelos propostos por Horton (1945), Strahler (1957), Smith (1950) e Villela & Mattos (1975), os quais são amplamente utilizados para interpretação da estrutura geomorfológica das bacias hidrográficas.

A classificação da rede fluvial indicou a presença de 6 ordens hierárquicas, totalizando 3.166 trechos de rios mapeados, o que caracteriza um sistema de drenagem relativamente bem estruturado, embora com baixa densidade relativa. A densidade de drenagem obtida ($\sim 0,72$ km/km²), aliada à frequência de canais ($\sim 0,62$ canais/km²), é compatível com a presença de solos permeáveis e relevo pouco dissecado na região. A intensidade de drenagem, estimada em torno de 0,86, reforça o comportamento hidrológico equilibrado da bacia.

Esses resultados permitem caracterizar a Bacia do Rio São José dos Dourados como uma unidade hidrológica de média complexidade, com boa perenidade dos cursos d'água principais e baixa suscetibilidade a eventos de escoamento superficial concentrado. O uso de metodologias quantitativas integradas a dados geoespaciais possibilitou uma análise robusta e replicável das condições hidrogeomorfológicas da região, contribuindo para subsidiar futuras estratégias de manejo, planejamento ambiental e gestão participativa dos recursos hídricos.

5.8. Sinuosidade e Gradiente Fluvial

O canal principal apresenta um índice de sinuosidade em torno de 1,65, indicando que o rio São José dos Dourados possui um traçado moderadamente meandrante. Esse grau de sinuosidade é influenciado pelas condições topográficas suaves da bacia, pela resistência litológica das margens fluviais e pelo regime de sedimentos transportados (ZAVOIANU, 1985). A presença de meandros ao longo do curso fluvial desempenha papel importante na formação de planícies aluviais, na dissipação da energia do fluxo, na estabilidade das margens e na dinâmica de recarga dos lençóis freáticos adjacentes. (Fotografia 8)



Fotografia 8 — Rio São José dos Dourados ainda no município de Monte Aprazível- SP



Figura 16 — Rio São José dos Dourados ainda no município de Monte Aprazível- SP
Fonte: O autor (2025).

O gradiente longitudinal do rio principal varia aproximadamente de 1,15 a 2,43 m/km, o que corresponde a um declive muito baixo. Esse reduzido declive contribui para alongar o tempo de escoamento das águas ao longo do canal e propicia a formação de extensas várzeas, especialmente nos trechos médio e inferior da bacia (tucci, 2004; ross, 1992). Em conjunto, a baixa declividade e a alta sinuosidade do rio indicam um sistema fluvial com fluxos mais lentos e grande capacidade de amortecimento de cheias, embora sujeito à sedimentação nas áreas de menor energia.

5.9. Vulnerabilidades Ambientais e Gestão Hídrica

As fragilidades físicas da bacia estão associadas principalmente às características de seus solos, litologia e relevo. Solos tropicais profundos como os Latossolos Vermelhos distróficos, embora possuam estrutura granular estável e grande profundidade, são altamente intemperizados, o que os torna mais suscetíveis à perda de nutrientes, à erosão laminar e à compactação superficial quando submetidos a uso agrícola intensivo sem manejo conservacionista adequado (curi; franzmeier, 1984; ker, 1995; EMBRAPA, 2018). Nas zonas de transição do relevo, especialmente em áreas de nascentes e divisores interfluviais, ocorrem Argissolos e Neossolos que representam pontos críticos de fragilidade: os Argissolos possuem horizontes Bt adensados que dificultam a infiltração em profundidade, enquanto os Neossolos (solos rasos) geralmente ocupam encostas mais declivosas, onde a perda de solo é rápida e de difícil reparação (schaefer, 2001; resende et al., 2014).

Do ponto de vista geológico, as formações sedimentares da bacia (pertencentes ao Grupo Bauru, especialmente a Formação Adamantina) apresentam elevada porosidade e baixa resistência mecânica. Tais características favorecem a desagregação do material e o transporte de partículas finas, contribuindo para o assoreamento progressivo dos canais. Esse processo pode ser agravado mesmo em relevos de declividade moderada: ainda que a topografia não seja abrupta, certos segmentos da bacia permitem a movimentação de sedimentos sob chuvas de alta intensidade (fernandes & coimbra, 1996; batezelli, 2003).

Adicionalmente, o relevo predominantemente suave a ondulado tende a mascarar processos de degradação gradual, como erosão difusa, formação de enxurradas superficiais e desenvolvimento de voçorocas em áreas manejadas inadequadamente. A ausência de coberturas vegetais permanentes ou de práticas conservacionistas do solo – aliada à mecanização agrícola intensiva – facilita o surgimento de áreas críticas de instabilidade, mesmo sem grandes declives aparentes (ross, 1992; tucci, 2006). Essas fragilidades intrínsecas indicam a necessidade de medidas preventivas de conservação do solo e manejo do uso da terra, a fim de evitar a degradação acelerada dos recursos naturais da bacia.

5.10. Pressões Antrópicas e Conflitos de Uso

O uso da terra desponta como o principal fator de pressão antrópica sobre a bacia. O avanço da fronteira agropecuária, em especial com a expansão das lavouras de soja, milho e cana-de-açúcar voltadas à exportação, transformou significativamente a paisagem regional nas últimas décadas. De acordo com dados do MapBiomass (2023), cerca de 70% da área da bacia encontra-se sob uso agropecuário. A conversão de matas ciliares em áreas agrícolas é particularmente danosa, pois elimina o “efeito esponja” exercido pelas faixas de vegetação ao longo dos rios, reduz a interceptação e retenção de sedimentos e nutrientes e facilita o carreamento de agrotóxicos e fertilizantes para os cursos d’água (Fotografia 9) (TUCCI, 2006; EMBRAPA, 2020).

Fotografia 9 — Rio São José dos Dourados no limite dos municípios de Bandeirante d'Oeste e Dalas



Figura 17 — Rio São José dos Dourados no limite dos municípios de Bandeirante d'Oeste e Dalas – SP
Fonte: O autor (2025).

5.11. Intervenções Antrópicas e Alterações no Regime Hidrológico

As intervenções antrópicas na bacia têm provocado alterações significativas no regime hidrológico natural. Dentre as principais modificações destacam-se a construção de barragens de diversos portes, açudes, canais de irrigação, reservatórios para piscicultura e obras de infraestrutura urbana e rural (CBH-BT, 2020). Embora essas estruturas sejam fundamentais para o desenvolvimento econômico e social da região, elas alteram diretamente o padrão de vazão dos rios, modificando a conectividade longitudinal (ao longo do curso do rio) e transversal (entre o rio e suas planícies alagáveis) dos sistemas fluviais. Tais intervenções comprometem a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos, uma vez que podem restringir o fluxo de matéria e energia e isolar populações de espécies aquáticas (CETESB, 2022).

A presença de reservatórios – mesmo os de pequeno porte – tende a reter e retardar o escoamento superficial, atenuando picos de vazão e aumentando o tempo de concentração da bacia. Em contrapartida, essas retenções de água superficial também contribuem para a redução da vazão base nos períodos de estiagem, seja por intensificar as perdas por evaporação, seja por desviar volumes de água para usos diversos (tucci, 2009). A modificação do regime natural de vazões interfere na dinâmica da fauna aquática (por exemplo, migratória), nas taxas de oxigenação dos cursos d'água e na capacidade de autodepuração dos rios.

Além das estruturas hidráulicas, outras ações humanas agravam as alterações no balanço hídrico: o lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado, a retirada de grandes volumes de água para irrigação e abastecimento público, e a impermeabilização de superfícies nas áreas urbanas. Esses fatores contribuem para desequilíbrios como o aumento da carga poluidora difusa, a redução da infiltração e da recarga subterrânea e a deterioração da qualidade da água (ANA, 2021; SÃO PAULO, 2022).

A fragmentação dos corpos hídricos, seja por barramentos, retificações de canais ou intervenções nas margens, dificulta o fluxo hidrológico e interrompe rotas de migração de espécies aquáticas, impactando negativamente a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos proporcionados pelos rios (IGC/USP, 2021). Em suma, as intervenções antrópicas sem planejamento integrado têm potencial para degradar a funcionalidade hidrológica natural da bacia, exigindo contrapartidas de manejo e tecnologia para mitigar seus impa

5.12. Indicadores de Risco e Impactos Hidrológicos

Apesar dos índices hidrológicos apontarem para uma resposta lenta da bacia a eventos pluviométricos intensos — o que sugeriria certa resiliência a enchentes repentinas —, os impactos antrópicos cumulativos e difusos vêm provocando uma erosão silenciosa da funcionalidade hidrológica natural. Tem-se observado tendência de redução da vazão de base dos cursos d'água, assoreamento de córregos de menor porte e degradação de nascentes, indicadores preocupantes de perda da capacidade regulatória da bacia.

O assoreamento de trechos médios e inferiores dos rios, já documentado em levantamentos de campo locais, compromete o armazenamento natural de água nos leitos, afeta os habitats aquáticos e reduz a capacidade de resposta do sistema durante períodos de estiagem. A fragmentação das matas ciliares ao longo de muitos cursos d'água — com extensos trechos de vegetação ripária suprimida ou degradada — constitui outro indicador crítico de vulnerabilidade ecológica e hidrológica, pois prejudica processos de recarga de aquíferos, retenção de sedimentos e a conectividade de habitats, agravando a perda de biodiversidade (CBH-BT, 2020).

Paralelamente, verifica-se o aumento da frequência de eventos erosivos localizados, em especial em áreas onde a drenagem artificial (como valetas e carreadores) se faz presente, onde curvas de nível são mal dimensionadas ou onde inexistente cobertura vegetal permanente nos interflúvios. Nesses contextos, o escoamento superficial concentrado intensifica a força erosiva da água, abrindo voçorocas e carreando sedimentos para os cursos d'água adjacentes (ZAVOIANU, 1985).

Outro indicativo de risco é o declínio da qualidade da água, evidenciado pelo aumento da turbidez e pela presença crescente de nutrientes dissolvidos e de agrotóxicos nos rios da bacia. Monitoramentos recentes da CETESB (2023) registram esses padrões, revelando um cenário difuso de risco para os recursos hídricos, com potencial comprometimento do abastecimento humano e da saúde dos ecossistemas aquáticos. Fotografia 10, 11 e 12.



Figura 18 — Área próximo ao lazer municipal da cidade Valentil Gentil - SP
Fonte: O autor (2025).



Figura 19 — Área próximo ao lazer municipal da cidade Valentil Gentil - SP
Fonte: O autor (2025).

Fotografia 12 — Área próximo ao lazer municipal da cidade Valentil Gentil - SP (Área de Camping)



Figura 20 — Área próximo ao lazer municipal da cidade Valentil Gentil - SP (Área de Camping)
Fonte: O autor (2025).

5.13. Gestão Integrada e Soluções Estruturantes

Diante desse panorama de vulnerabilidades, torna-se urgente a adoção de estratégias de gestão integrada para a bacia, articulando esforços entre os municípios envolvidos, o Comitê de Bacia, instituições de pesquisa e a sociedade civil. Faz-se necessária a elaboração e implementação de um plano estratégico que contemple ações estruturantes, tais como:

- Zoneamento ambiental baseado na fragilidade dos solos e na declividade do terreno, direcionando o uso do solo de acordo com a aptidão e a vulnerabilidade de cada área.
- Recomposição florestal nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e em zonas de recarga hídrica prioritárias, restaurando matas ciliares para recuperar a conectividade ecológica e a proteção dos cursos d'água.



- Promoção de práticas agrícolas conservacionistas, incluindo técnicas como o plantio direto, a rotação de culturas e o manejo racional de insumos, visando reduzir a erosão do solo e a contaminação difusa da água.
- Programas de educação ambiental e engajamento comunitário, para conscientizar a população local sobre a importância da conservação dos recursos hídricos e envolvê-la nas ações de proteção.
- Monitoramento contínuo da bacia por meio de tecnologias de geoprocessamento e sensoriamento remoto, de modo a detectar mudanças no uso do solo, na cobertura vegetal e nos parâmetros hidrológicos em tempo hábil.
- Integração dos planos diretores municipais e de outros instrumentos de ordenamento territorial com os objetivos de gestão da bacia hidrográfica, assegurando que o desenvolvimento urbano e rural esteja alinhado com a preservação dos recursos hídricos.

A resiliência socioambiental da Bacia do São José dos Dourados dependerá de esforços coordenados, financiamento adequado e planejamento de longo prazo. A implementação efetiva das medidas acima, aliada a uma governança participativa e embasada em conhecimento técnico-científico, é fundamental para mitigar os impactos das pressões antrópicas, promover a recuperação ambiental das áreas degradadas e garantir a segurança hídrica para as presentes e futuras gerações.

5.13.1 Aspectos Legais e Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

A gestão dos recursos hídricos da Bacia do São José dos Dourados apoia-se em um arcabouço legal robusto que busca assegurar o uso sustentável da água, a conservação ambiental e o acesso equitativo a esse recurso vital. O principal marco é a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, que estabelece diretrizes como a gestão descentralizada e participativa e a integração do gerenciamento das águas às demais políticas ambientais (BRASIL, 1997). Complementarmente, o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) define as Áreas de Preservação Permanente (APPs), assegurando a proteção das faixas marginais dos cursos d'água e para a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos (BRASIL, 2012). No âmbito infralegal, resoluções do CONAMA – por exemplo, a de nº 302/2002 – estabelecem critérios para o uso do solo no entorno de corpos d'água, reforçando a salvaguarda dessas áreas sensíveis.

Em escala estadual, destaca-se a atuação do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), órgão responsável por emitir outorgas de direito de uso da água, fiscalizar intervenções em recursos hídricos e executar ações de proteção das águas interiores (SÃO PAULO, 2022). No contexto da bacia, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Tietê (CBH-BT) desempenha papel chave na articulação entre os diversos atores regionais, promovendo o

planejamento participativo por meio do Plano de Bacia e incentivando projetos voltados à gestão integrada dos recursos hídricos (CBH-BT, 2020).

Os principais instrumentos de gestão de recursos hídricos previstos na legislação brasileira incluem:

- Outorga de direito de uso da água: autorização que regulamenta a captação e o uso das águas, garantindo o uso racional e evitando conflitos entre usuários.
- Enquadramento dos corpos d'água em classes: estabelece padrões de qualidade da água e usos preponderantes permitidos para cada trecho de rio, de acordo com a qualidade exigida para esses usos.
- Cobrança pelo uso da água: instrumento econômico que visa incentivar o uso eficiente dos recursos hídricos e gerar receita para investimentos em gestão e recuperação das bacias.
- Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH): plataforma que reúne, organiza e difunde dados sobre quantidade, qualidade e uso da água, subsidiando a tomada de decisões.
- Planos de Bacia Hidrográfica: planos diretores participativos que definem diagnósticos, objetivos, metas e ações prioritárias para o manejo sustentável dos recursos hídricos na escala da bacia.



Figura 21 — Barragem da Usina Hidroelétrica na Cidade de Ilha Solteira
Fonte: O autor (2025).

A implementação efetiva desses instrumentos possibilita uma abordagem integrada, técnica e participativa na governança das águas. No contexto da Bacia do São José dos Dourados, o fortalecimento e a aplicação rigorosa de tais instrumentos são indispensáveis para mitigar os impactos das pressões antrópicas, promover a recuperação ambiental de áreas degradadas e assegurar a segurança hídrica para as atuais e futuras gerações (ANA, 2021; TUCCI, 2017).

5.13.2. Complexibilidade da Bacia do Rio São José dos Dourados

A análise desenvolvida evidenciou a complexidade e a importância do sistema fluvial da Bacia do Rio São José dos Dourados no contexto ambiental e socioeconômico do noroeste paulista. A bacia apresenta uma rede de drenagem bem estruturada, de padrão predominantemente dendrítico, e características morfométricas que influenciam diretamente os processos hidrológicos, como o escoamento superficial, a infiltração e a recarga subterrânea.

Os indicadores avaliados revelam um relevo suave, densidade de drenagem moderada e fatores morfométricos que contribuem para um escoamento relativamente rápido das águas – elevando, por conseguinte, a vulnerabilidade a enchentes e ao assoreamento, especialmente nas áreas mais antropizadas. A ocupação do solo, dominada por práticas agropecuárias intensivas e por uma urbanização crescente, tem impactado negativamente a dinâmica hídrica e a qualidade da água na bacia, exigindo a adoção urgente de medidas corretivas.

As intervenções humanas, a exemplo de barragens e canais de irrigação, alteram significativamente o regime natural de vazões, afetando a conectividade ecológica dos cursos d'água. A degradação das áreas ripárias desponta como um dos principais entraves à manutenção da biodiversidade e à integridade dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos sistemas aquáticos da bacia.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível fortalecer a aplicação dos instrumentos legais de gestão de recursos hídricos – com destaque para as outorgas de uso da água, o enquadramento dos corpos d'água em classes de qualidade e a cobrança pelo uso – bem como a implementação efetiva dos Planos de Bacia. A participação atuante dos Comitês de Bacia e o engajamento da sociedade civil constituem pilares fundamentais para a efetividade dessas políticas.

Para garantir a sustentabilidade hídrica da Bacia do Rio São José dos Dourados, faz-se necessário fomentar a integração entre o planejamento ambiental, o ordenamento do uso do solo e a conservação dos recursos hídricos. A adoção de soluções baseadas na natureza, a restauração ecológica de áreas degradadas e o uso de tecnologias de monitoramento e modelagem hidrológica são caminhos promissores. Em suma, a preservação dessa bacia hidrográfica depende de ações coordenadas, intersetoriais e contínuas, que aliem conhecimento técnico, vontade política e compromisso social com a gestão sustentável da água e do território.

6. INSTRUMENTOS PARTICIPATIVO TERRITORIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

Localizada no noroeste do estado de São Paulo, a Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados cobre uma área de aproximadamente 15 mil km², englobando uma rede de municípios com distintas realidades territoriais. Essa região se caracteriza por uma combinação de fatores naturais e antrópicos que moldam uma paisagem multifacetada, marcada por contrastes socioambientais e por intensas interações entre sociedade e meio físico. Tal complexidade demanda uma abordagem integrada para compreender os processos que influenciam o uso dos recursos hídricos e a organização do espaço. O rio, afluente do Rio Paraná, cumpre papel essencial não só no fornecimento de água para consumo humano e atividades econômicas, mas também na manutenção dos ecossistemas locais, influenciando diretamente a qualidade de vida das populações residentes.

A ocupação da Bacia do Rio São José dos Dourados teve início com a implantação de pequenas propriedades rurais voltadas à agricultura familiar, que introduziram culturas de destaque como o café e a cana-de-açúcar. Essas atividades moldaram não apenas a economia local, mas também a organização territorial e social da região ao longo do século XX. Com o passar dos anos, essas dinâmicas produtivas deram origem a um modelo agrário tradicional, caracterizado pela forte relação entre os agricultores e o meio ambiente, marcando profundamente a paisagem e as formas de uso do solo. No entanto, com o avanço das políticas de incentivo ao agronegócio nas últimas décadas, houve uma reconfiguração territorial expressiva, marcada pela substituição de pequenos produtores por grandes latifúndios voltados à monocultura e à pecuária extensiva. Esse processo de intensificação agrícola, aliado ao avanço tecnológico e à mecanização do campo, trouxe benefícios econômicos consideráveis, mas também resultou em impactos ambientais significativos, como o desmatamento de áreas nativas, a contaminação de recursos hídricos por agrotóxicos e fertilizantes, além da compactação e erosão dos solos.

Essas transformações provocaram um desequilíbrio nos sistemas ambientais locais, evidenciando a necessidade de análises mais amplas e integradas, que considerem não apenas as variáveis econômicas, mas também as dimensões sociais e ecológicas. A urbanização, embora não tão expressiva quanto o agronegócio, também contribui para a pressão sobre os recursos naturais, principalmente em áreas de expansão urbana desordenada, onde o saneamento básico e a gestão adequada dos resíduos sólidos ainda são insuficientes. Isso resulta em poluição dos corpos d'água, assoreamento dos rios e aumento dos conflitos socioambientais, especialmente entre populações vulneráveis que dependem diretamente desses recursos.

É nesse contexto de múltiplas pressões e interesses conflitantes sobre o território que se insere a proposta deste relatório, que busca realizar uma análise crítica e construtivista da realidade socioambiental da Bacia do Rio São José dos Dourados. O enfoque construtivista é essencial, pois permite reconhecer que o território não é apenas um espaço físico delimitado, mas um espaço construído socialmente, onde diferentes atores, com distintas percepções, práticas e interesses, interagem e moldam a paisagem. Esta abordagem visa, portanto, superar

visões reducionistas que tratam o meio ambiente apenas sob a ótica técnica ou econômica, privilegiando uma leitura que considere a complexidade e a pluralidade dos processos em curso.

A fundamentação teórica desta análise parte do diálogo entre os pensadores Rogério Haesbaert, José Eli da Veiga e Henri Acselrad, cujas contribuições oferecem perspectivas complementares para compreender as dinâmicas territoriais, as relações entre desenvolvimento e meio ambiente, e os conflitos de justiça social.

O geógrafo Rogério Haesbaert é reconhecido por desenvolver o conceito multiterritorialidade, no qual destaca que os territórios são atravessados por múltiplas relações de poder, de pertencimento e de uso, que podem coexistir, sobrepor-se ou até mesmo entrar em choque (HAESBAERT, 2004). Esse conceito é particularmente relevante para a Bacia do Rio São José dos Dourados, onde coexistem, por exemplo, os interesses do agronegócio, das populações ribeirinhas, das comunidades tradicionais e dos órgãos de regulação ambiental. A compreensão das territorialidades permite analisar como esses grupos disputam, negociam e compartilham o espaço, muitas vezes em contextos de desigualdade de poder.

José Eli da Veiga, por sua vez, problematiza os paradigmas tradicionais de desenvolvimento ao propor uma visão de desenvolvimento sustentável que vai além do crescimento econômico. Em suas obras, Veiga questiona as bases do modelo econômico linear e propõe alternativas que valorizem os serviços ecossistêmicos e promovam a economia verde, que busca integrar a conservação ambiental à geração de renda e bem-estar social (VEIGA, 2010). Para a bacia em estudo, esse olhar é essencial, uma vez que a sustentabilidade da atividade econômica local depende diretamente da manutenção da qualidade dos recursos naturais — como o solo e a água —, que vêm sendo progressivamente degradados pelas práticas agrícolas intensivas.

Por fim, o sociólogo Henri Acselrad introduz uma dimensão ética e política à análise ao tratar da justiça ambiental, conceito que discute como os riscos e benefícios ambientais são distribuídos desigualmente entre diferentes grupos sociais (ACSELRAD, 2004). Em muitas situações, as populações mais vulneráveis são aquelas que mais sofrem com os impactos negativos das práticas produtivas e urbanas, sem que tenham acesso aos benefícios gerados por essas atividades. No caso da Bacia do Rio São José dos Dourados, é possível observar que comunidades ribeirinhas, pequenos agricultores e trabalhadores rurais enfrentam dificuldades para manter suas atividades e garantir a qualidade de vida, enquanto grandes empreendimentos agroindustriais detêm o controle sobre a maior parte dos recursos.

Dessa forma, o presente relatório, ao articular as contribuições desses autores, propõe uma análise que busca integrar essas diferentes dimensões — territorial, ambiental, econômica e social —, adotando uma postura crítica que permita não apenas descrever a realidade, mas também apontar caminhos possíveis para a construção de soluções mais justas e sustentáveis. A metodologia adotada contempla a revisão bibliográfica, a análise de dados socioeconômicos e ambientais e a interpretação dos conflitos a partir dos referenciais teóricos apresentados, buscando uma leitura contextualizada das dinâmicas que moldam a Bacia do Rio São José dos Dourados.

Assim, espera-se contribuir para a formulação de políticas públicas integradas e para o fortalecimento de estratégias de gestão territorial que reconheçam as diferentes territorialidades e busquem promover o equilíbrio entre os interesses econômicos e a preservação ambiental,

sempre tendo em vista a garantia da justiça social e o bem-estar das populações locais.

6.1.Multiterritorialidade da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados

A compreensão da multiterritorialidade, conforme desenvolvida por Rogério Haesbaert (2004), abre espaço para uma leitura complexa e ampliada do território, deslocando a análise das delimitações físicas e políticas convencionais para uma perspectiva que incorpora aspectos sociais, culturais, econômicos e simbólicos. O território, nessa ótica, não é simplesmente um espaço geográfico delimitado por fronteiras, mas um campo de disputas, interações e ressignificações constantes, onde diferentes grupos sociais — com seus interesses, culturas e relações de poder — coexistem, se sobrepõem, ou se chocam.

Essa concepção teórica surge em contraposição a abordagens essencialistas e deterministas do território, frequentemente associadas ao discurso estatal ou corporativo, que o reduzem a uma mera unidade de gestão ou exploração econômica. A proposta de Haesbaert (2004) insere-se em uma corrente crítica da geografia, que busca compreender os processos sociais e políticos subjacentes à produção do espaço, desvelando as múltiplas territorialidades que coexistem em uma mesma área.

Na Bacia do Rio São José dos Dourados, essa perspectiva é especialmente pertinente, pois o espaço geográfico é palco de uma multiplicidade de práticas territoriais, que refletem as relações entre o agronegócio, os pequenos produtores rurais, as populações urbanas, os povos tradicionais ribeirinhos e os agentes estatais de regulação ambiental. Cada um desses grupos atribui sentidos distintos ao território, baseados em suas formas de apropriação, modos de vida, expectativas econômicas e valores culturais.

Por exemplo, para o agronegócio, o território é fundamentalmente um espaço de produção, onde o solo, a água e os recursos naturais são mercadorias a serem otimizadas e exploradas segundo uma lógica de produtividade e eficiência, voltada para o mercado global. O solo é visto como suporte físico para monoculturas, e os rios como fontes de irrigação ou vias de escoamento da produção. Essa lógica impõe um modelo hegemônico de apropriação do território, que tende a suprimir outras formas de uso e significação.

Já para os pequenos agricultores familiares e as populações ribeirinhas, o território é compreendido a partir de uma relação mais integrada com o ambiente, na qual a terra e os recursos naturais não são apenas meios de produção, mas também espaços de identidade, cultura e reprodução social. Essas comunidades estabelecem práticas agrícolas diversificadas, geralmente de menor impacto ambiental, e mantêm relações sociais mais horizontais, baseadas na solidariedade e na cooperação.

No entanto, com o avanço do agronegócio — impulsionado pelas políticas neoliberais, pela abertura econômica e pelos incentivos estatais à exportação de commodities —, ocorre um processo de desterritorialização, no qual as práticas, valores e modos de vida dos grupos tradicionais são progressivamente deslocados ou marginalizados (Haesbaert, 2004; Delgado, 2012). Esse deslocamento não se dá apenas em termos físicos, como o êxodo rural provocado pela aquisição de pequenas propriedades por grandes empreendimentos, mas também em termos simbólicos e culturais, pois as práticas tradicionais perdem espaço, visibilidade e viabilidade econômica (Abramovay, 1992; Veiga, 2001).

Esse processo de desterritorialização é acompanhado por um movimento simultâneo de reterritorialização do capital agrário, que redefine o uso do território a partir das necessidades da produção em larga escala, mecanizada e voltada aos mercados globais (Graziano da Silva, 2001; Porto-Gonçalves, 2006). Isso implica a introdução de novas tecnologias, a imposição de padrões produtivos homogêneos, a reorganização das relações sociais e econômicas e a reconfiguração da paisagem natural, frequentemente com impactos ambientais severos, como desmatamento, erosão do solo, assoreamento dos rios e contaminação das águas (Caporal & Costabeber, 2004; Veiga, 2001).

A homogeneização da paisagem e a padronização dos modos de produção não apenas desestruturam as economias locais, mas também impactam diretamente a diversidade cultural. Os saberes tradicionais, as práticas agrícolas sustentáveis e as formas comunitárias de organização são gradualmente substituídos por relações de trabalho precarizadas, marcadas pela subordinação à lógica empresarial e pela perda de autonomia dos trabalhadores rurais (Shiraishi Neto, 2009; Haesbaert, 2004).

Haesbaert (2004) alerta que esse fenômeno não é exclusivo das áreas rurais brasileiras, mas constitui um padrão global de reconfiguração dos territórios sob a lógica neoliberal, em que o espaço é transformado em mercadoria e os recursos naturais são apropriados por grandes corporações transnacionais. Nesse cenário, o Estado desempenha um papel ambíguo: ao mesmo tempo em que deveria atuar como regulador e garantidor dos direitos sociais, muitas vezes torna-se cúmplice da desterritorialização, ao implementar políticas que favorecem o grande capital em detrimento das populações locais.

No contexto da Bacia do Rio São José dos Dourados, essa ambiguidade estatal é evidente. De um lado, existem programas de conservação ambiental e regulação do uso dos recursos hídricos; de outro, observa-se uma tolerância ou incentivo à expansão do agronegócio, mesmo em áreas sensíveis do ponto de vista ambiental. Essa contradição revela os conflitos de territorialidade, onde interesses econômicos se sobrepõem às necessidades sociais e ambientais das comunidades locais (Fotografia 14 e 15).

Fotografia 14 — Uso da pesca como fonte de renda



Figura 22 — Uso da pesca como fonte de renda
Fonte: O autor (2025).



Figura 23 — Uso de embarcações para navegar e pescar no Rio São José dos Dourados
Fonte: O autor (2025)

7. RESULTADOS GERAIS DA ANÁLISE INTEGRADA

A análise integrada da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados permitiu consolidar uma série de evidências sobre a dinâmica físico-ambiental, socioeconômica e territorial dessa região do noroeste paulista. A sistematização dos dados geológicos, pedológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e de uso e cobertura da terra revelou a existência de um território marcado por fortes contrastes espaciais, expressiva pressão antrópica e fragilidades ambientais recorrentes.

Do ponto de vista físico-natural, a bacia apresenta uma estrutura geomorfológica predominantemente de relevo suave ondulado, com presença de Latossolos e Argissolos, inserida em zona de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica. A análise hipsométrica e dos perfis longitudinais demonstrou a existência de um gradiente altimétrico significativo, com reflexos diretos na dinâmica de escoamento superficial, na formação de processos erosivos e na fragilidade hidroambiental, especialmente nas regiões de cabeceiras, que demandam maior atenção quanto à conservação.

A partir do cruzamento entre os dados de uso e cobertura da terra (MapBiomas, 1999, 2010 e 2023) e as classes de declividade e solos, foi possível identificar padrões de ocupação incompatíveis com a capacidade de suporte ambiental, destacando-se a substituição de pastagens por lavouras em áreas de maior vulnerabilidade. A agricultura mecanizada e a silvicultura expandiram-se em direção a zonas antes preservadas, comprometendo a conectividade ecológica, a estabilidade das encostas e a proteção de nascentes. Esse processo está associado à dinâmica do mercado de commodities e à ausência de fiscalização efetiva em parte da bacia.

Do ponto de vista hidrológico, os índices morfométricos aplicados — como densidade de drenagem, fator de forma, compacidade e sinuosidade — indicam uma rede de drenagem bem desenvolvida, com hierarquia Strahler até 6ª ordem, refletindo alto potencial de escoamento superficial e susceptibilidade a processos erosivos. O uso de modelos digitais do terreno (MDE) e a construção de mapas temáticos permitiram visualizar com clareza as unidades fisiográficas da bacia e sua relação direta com os usos antrópicos, possibilitando identificar áreas mais críticas do ponto de vista de intervenção humana.

Ademais, a análise integrada revelou correlações importantes entre os diferentes componentes da paisagem, como a associação entre litologia, solos e uso da terra. A presença de rochas sedimentares e ígneas condiciona o desenvolvimento de perfis pedológicos com diferentes graus de permeabilidade e fertilidade, influenciando diretamente os padrões de ocupação e as dinâmicas de escoamento superficial e subterrâneo. A composição geológica também se mostrou determinante na suscetibilidade à erosão e nos riscos de assoreamento de cursos hídricos.

Socialmente, a bacia apresenta um mosaico fundiário complexo, com convívio entre pequenos produtores, grandes propriedades do agronegócio e zonas urbanas em expansão. Essa configuração acarreta desigualdades de acesso aos recursos e amplia os desafios para uma

governança ambiental integrada. A ausência de zoneamentos ecológico-econômicos e a baixa efetividade dos instrumentos de gestão dificultam a implementação de medidas corretivas, mesmo frente às evidências de degradação em áreas prioritárias. Em diversas localidades, observa-se a carência de infraestruturas básicas de saneamento e gestão de recursos hídricos.

O estudo também incorporou a percepção de comunidades locais e saberes tradicionais, destacando práticas de convivência sustentável com o meio, como sistemas agroflorestais, captação de água de chuva e manejo conservacionista do solo. Tais experiências indicam caminhos promissores para uma transição agroecológica e a construção de um modelo de desenvolvimento mais equilibrado. Ao integrar dados técnicos e elementos qualitativos, o estudo ofereceu uma leitura abrangente da bacia, identificando nós críticos e oportunidades para o planejamento territorial sustentável.

Outros aspectos que merecem destaque referem-se à eficiência da infraestrutura hídrica existente, aos regimes de outorga e à qualidade da água em diferentes trechos da bacia. Em diversas sub-bacias foram identificados indícios de contaminação difusa, assoreamento e perda da vegetação ciliar, afetando diretamente a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos. Isso evidencia a necessidade de uma gestão integrada, que articule as escalas local, municipal e estadual, valorizando o papel dos comitês de bacia e o fortalecimento da política nacional de recursos hídricos.

Finalmente, é importante considerar que a análise espacial e temporal dos dados permitiu observar tendências significativas de transformação do uso do solo, com impacto direto sobre a funcionalidade ecológica da paisagem. A substituição de áreas naturais por monoculturas, a urbanização periférica e a ocupação de áreas de preservação permanente são fatores que, se não controlados, tendem a comprometer a sustentabilidade da região em médio e longo prazo.

Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo fornecem subsídios técnico-científicos relevantes para a formulação de políticas públicas, projetos de recuperação ambiental e programas de educação ambiental voltados para a gestão participativa da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.

8. CONCLUSÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, situada no noroeste do Estado de São Paulo, caracteriza-se por uma complexa interação entre elementos naturais e dinâmicas antrópicas que moldam sua paisagem, seus recursos e seus conflitos. A partir da abordagem integrada adotada neste estudo, foi possível compreender de forma ampliada os componentes ambientais, hidrológicos, geomorfológicos, pedológicos e sociais da bacia, bem como suas inter-relações e implicações para o ordenamento territorial.

A análise espacial desenvolvida com base em dados do MapBiomas, Modelos Digitais de Elevação, cartas geológicas e pedológicas, além de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), revelou tendências preocupantes de ocupação e degradação ambiental. A substituição de áreas naturais por cultivos intensivos, como a cana-de-açúcar e a soja, além da

silvicultura em áreas de cabeceira, tem alterado profundamente os equilíbrios hidrológicos da região, intensificando os processos de erosão, assoreamento e perda de biodiversidade.

Os índices morfométricos aplicados demonstraram que a bacia apresenta alto potencial de escoamento superficial, reflexo de sua topografia, do uso do solo e da composição de sua rede de drenagem. A densidade de drenagem elevada, somada a perfis longitudinais com acentuadas variações altimétricas, indica que o manejo inadequado do solo pode acelerar a degradação física da paisagem. A fragilidade das áreas de encosta, sobretudo onde os solos são mais arenosos ou argilosos, evidencia a necessidade de um planejamento mais criterioso para o uso agropecuário.

Do ponto de vista pedológico, a bacia apresenta predominância de Latossolos e Argissolos, cujas propriedades demandam técnicas conservacionistas específicas. A baixa fertilidade natural de alguns desses solos, aliada à suscetibilidade à compactação e à erosão, exige práticas de manejo mais sustentáveis, como o plantio direto, a cobertura vegetal permanente, o terraceamento e a rotação de culturas. O conhecimento detalhado das classes pedológicas da bacia é essencial para orientar a aptidão agrícola e a recuperação de áreas degradadas.

A geodiversidade da região também contribui para a heterogeneidade dos processos ambientais. A presença de rochas ígneas da Formação Serra Geral, com elevada resistência mecânica, contrasta com formações sedimentares mais friáveis, como as da Formação Bauru. Essas diferenças condicionam a morfologia do relevo, a formação dos solos e os fluxos hídricos subterrâneos. A compreensão dessa base geológica é vital para evitar intervenções inadequadas, como obras de infraestrutura mal planejadas ou extração mineral em áreas sensíveis.

A ausência de zoneamentos ecológico-econômicos atualizados e a fragilidade das políticas de gestão territorial dificultam a aplicação de diretrizes ambientais mais eficazes. Em muitas áreas da bacia, observa-se a sobreposição de interesses produtivos, urbanos e conservacionistas sem uma mediação adequada por parte do poder público. A governança da bacia precisa ser fortalecida, com a atuação efetiva dos Comitês de Bacia Hidrográfica, a participação social ampla e a integração entre os diversos planos e instrumentos de gestão territorial e ambiental.

Além dos dados técnicos, este trabalho buscou incorporar elementos qualitativos, como a percepção de comunidades locais e os saberes tradicionais. Práticas como o manejo agroflorestal, o uso racional da água, a proteção de nascentes e a conservação da mata ciliar foram identificadas em diferentes núcleos rurais, evidenciando que há experiências sustentáveis sendo desenvolvidas, ainda que de forma pontual. Políticas públicas devem reconhecer, valorizar e ampliar essas práticas, articulando-as com programas de incentivo, capacitação e financiamento.

As diretrizes propostas incluem, entre outras, a implantação de corredores ecológicos para conectar fragmentos de vegetação nativa, a recuperação de áreas de preservação permanente degradadas, a readequação do uso do solo em áreas de alta declividade e a promoção da agroecologia como alternativa produtiva viável e ambientalmente mais adequada.

Também se faz necessário o fortalecimento da educação ambiental nas escolas e comunidades, promovendo a formação de uma cultura de cuidado com o território.

A construção de um novo paradigma de gestão para a Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados deve se basear na justiça socioambiental, no uso racional dos recursos naturais e na participação ativa da população. Somente por meio de uma abordagem territorial integrada e interinstitucional será possível garantir a segurança hídrica, a qualidade ambiental e o desenvolvimento sustentável da região nas próximas décadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê Editorial, v. 1, f. 88, 2003. 176 p.

ABRAMOVAY, R.. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: Hucitec, 1992.

ACSELRAD, Henri. **Justiça ambiental e cidadania**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, f. 158, 2004. 315 p.

ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco . **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 5-45, 1971.

ALMEIDA, F.F.M. **Estrutura Geológica do Brasil**. São Paulo: Instituto de Geociências da USP , 1969.

ALTIERI, M. A. **Agroecology: the science of sustainable agriculture**. 2 ed. Ed. Boulder, 1995.

ALTIERI, Miguel A.. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Expressão Popular, f. 200, 2009. 400 p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas da água: segurança hídrica e saneamento**. ANA. Brasília, 2013. Disponível em: . Acesso em: 28 jan. 2025.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: relatório pleno**. Brasília, 2021. Disponível em: . Acesso em: 1 abr.

2025.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH**. ANA. Brasília, 2021. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2020–2021**. ANA. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/ana>. Acesso em: 25 fev. 2025.

ANA. **Agência Nacional de Águas : Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**. ANA. Brasília, 2013. Disponível em: . Acesso em: 28 jan. 2025.

BASILICI, Giorgio et al. Geomorfologia e geologia da bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados (SP): implicações ambientais e uso do solo. **Revista Geociências**, v. 31, n. 4, p. 681-696, 2012.

BATEZELLI, A. **Análise estratigráfica da Formação Adamantina na porção centro-oeste do Estado de São Paulo**. Rio Claro , 2003 Tese (Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

BATEZELLI, A. O Cretáceo da Bacia Bauru no estado de São Paulo: estratigrafia, sedimentologia e evolução geológica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 301-312, 2003.

BATEZELLI, Alessandro. Análise estratigráfica e evolução geológica do Rift continental do Sudeste do Brasil. [S.l.]: s.d.

BIGARELLA, J. J ; SALAMUNI, R. **Geomorfologia do estado do Paraná: uma introdução à geografia física regional**. Curitiba: UFPR, 1962.

BRANCALION, P. H. S. Restoration of high diversity forests in degraded areas: the need for a better understanding of the ecological mechanisms involved. **Restoration Ecology**, Oxford, v. 20, n. n, p. 378-385, 2012.

BRANCALION, Pedro H. S. *et al.* Restauração ecológica no Brasil: avanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 35, n. 4, p. 491-516, 2012.

BRASIL. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938/1981 e 11.428/2006, revoga as Leis nºs 4.771/1965 e 7.754/1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67/2001. Lei n. 12.651, de 24 de março de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de maio de 2012.

BRASIL. Dipõe sobre a proteção da vegetação nativa. Lei n. 12.651, de 24 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, 28 de maio de 2012.

BRASIL. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei n. 9.433, de 07 de janeiro de 1997. **Diário Oficial da União**: Seção 01, Brasília, 09 de janeiro de 1997.

BRASIL. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Lei n. 9.433, de 07 de janeiro de 1997. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, 09 de janeiro de 1997.

BRIDGE, J. S. **Rivers and floodplains: forms, processes, and sedimentary record**. Oxford: Blackwell Publishing, 2003.

BULLARD, Robert Doyle. **The Quest for Environmental Justice: Human Rights and the Politics of Pollution**. San Francisco: Sierra Club Books, f. 212, 2005. 424 p.

BURROUGH, P.A; MCDONNELL, R. A . **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CARNEIRO, Fernando Ferreira. **Dossiê ABRASCO [Associação Brasileira de Saúde Coletiva]**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde, f. 312. 2014. 623 p.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoques teóricos e estratégicos. Brasília: MDA, 2004.

CBH - BT COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO TIETÊ. **Plano de Bacia 2020 - 2023**. CBH-BT. Araçatuba. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

CBH-BT – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO TIETÊ. **PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO TIETÊ 2020–2030**. São Paulo - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2020. Disponível em: . Acesso em: 3 dez. 2024.

CBH-SJD - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS.. **Plano da Bacia Hidrográfica**: [S.1.]. Disponível em: <https://cbhsjd.org.br>. Acesso em: 1 abr. 2025.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. CETESB. São Paulo, 2022. Disponível em: . Acesso em: 29 jan. 2025.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **BOLETIM DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO TIETÊ – 2023**. CETESB. São Paulo, 2023. Disponível em: . Acesso em: 30 out. 2024.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **RELATÓRIO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES DO ESTADO DE SÃO PAULO – 2022**. CETESB. São Paulo , 2022. Disponível em: . Acesso em: 2 out. 2024.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. Editora Blucher, v. 1, f. 101, 1980. 201 p.

COELHO, Beatriz. **Citação direta**: diferença entre citação curta e citação longa nas normas da ABNT. Blog Mettzer. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/citacao-direta-curta-longa/>. Acesso em: 10 mai. 2021.

COELHO, Beatriz. **Conclusão de trabalho**: : um guia completo de como fazer em 5 passos. Blog Mettzer. Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/conclusao-de-trabalho/>. Acesso em: 10 mai. 2021.

COELHO, Beatriz. **Introdução**:: aprenda como fazer para seu trabalho acadêmico. Blog Mettzer. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/introducao-tcc/>. Acesso em: 10 mai. 2021.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL . **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**: escala 1: 250.000. CPRM. Brasília, 2021. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

CURI, N; FRANZMEIER, D. P. Relationship between soil morphology and water movement in soils of the Brazilian Cerrado. *In*: BRAZILIAN SOIL SCIENCE MEETING. 1984. Anais [...] Recife: SBCS.

CURI, N; FRANZMEIER, D. P. Soil genesis and classification of Oxisols and Ultisols. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 1-12, 1984.

CURI, N; FRANZMEIER, D. P. Soils formation and genesis. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE OF SOIL GENESIS AND CLASSIFICATION. 1984. Anais [...] Uberlândia UFU.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V. **Fundamentos de ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA . **Base de dados Hidrológicos do Estado de São Paulo** . DAEE. São Paulo, 2020. Disponível em: . Acesso em: 31 dez. 2024.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA . **Relatório técnico das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHIs**. DAEE. São Paulo, 2020. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

DECKART, K *et al.* New U-Pb and Ar-Ar age constraints on the timing of the Parná-Etendeka Lange Igneus Province, and the opening of the South Atlantic Ocean. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, v. 117, n. 3-4, p. 327-340, 2005.

DELGADO, G. C. Do capital financeiro na agricultura à economia do agronegócio: mudanças cíclicas em meio século (1965–2012). Porto Alegre: UFRGS, 2012.



DEL GROSSI, M. E. Agricultura familiar no Brasil: uma análise a partir do censo agropecuário de 1995–96. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 16, n. 1, p. 29–51

DIAS-BRITO, Domingos et al. Grupo Bauru: uma unidade continental mesocretácea no Brasil: concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31, n. 11, p. 221-228, 2001.

DMITRUK, Hilda Beatriz (Org.). **Cadernos metodológicos**: diretrizes da metodologia científica. 5 ed. Chapecó: Argos, 2001. 123 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2018. Disponível em: . Acesso em: 28 jan. 2025.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de conservação do solo e da água para o estado de São Paulo**. Embrapa Solos. Campinas, 2018. Disponível em: . Acesso em: 1 jan. 2025.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA, 2018.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa, 2020.

ESA - EUROPEAN SPACE AGENCY . **Sentinel-2 User Handbook Frascati**. ESA. 2021. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

ESRI ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS Desktop: Release 10.8 Redlands**. ESRI. 2020 . Disponível em: . Acesso em: 31 dez. 2024.

FAIRBRIDGE, R. W. **The encyclopedia of geomorphology** . New York: Reinhold Book Corporation, 1968.

FANIRAN, Akinlawon. The index of drainage intensity - a provisional new drainage factor. **Australian Journal of Science**, v. 31, n. 11, p. 328 - 330, 1968.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Soil pollution: a hidden reality**. FAO. Rome, 2020. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

FERNANDES, L. A ; COIMBRA, A. M . Bacia Bauru (Cretáceo Superior) do Brasil: interpretação estratigráfica e impacto ambiental decorrente da ocupação humana. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 26, n. 3. 125–136 p. 1996.

FERNANDES, L.A *et al.* Bacia do Paraná. In: SBG/CPRM (Org.). **Boletim Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 45-74, 1995.

FERREIRA, Mariana P. *et al.* Trajetórias de uso e cobertura da Terra em bacias hidrográficas de São Paulo . **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 4, p. 1-19, 2019.

FOLEY, J. A *et al.* Global consequences of land use. **Science**, Washington, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

GRAZIANO DA SILVA, J. O novo rural brasileiro: uma análise do impacto das políticas públicas. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2001.

GOODCHILD, M. F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, Dordrecht, v. 69, p. 211-221, 2007.

HAESBAERT, Rogério. **O mito da desterritorialização**: do "fim dos territórios" à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, f. 204, 2004. 408 p.

HARLEY, J. B. **Deconstructing the map** . Toronto: Cartographica, v. 26, f. 2, 1989, p. 1-20.

HASUI, Y; ALMEIDA, F. F. M; RICCOMINI, C. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Editora Beca, 2010.

HORTON, Robert E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, p. 275 - 370. 1945.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Mapa de solos do Brasil**. IBGE. Rio de Janeiro . 2003 p. Disponível em: . Acesso em: 26 fev. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base Cartográfica Contínua do Estado de São Paulo - escala 1:250.000**. IBGE. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: . Acesso em: 2 abr. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017 e projeções para 2022: estimativas de uso e cobertura da terra**. IBGE. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Recursos Naturais do Brasil: Geologia**: escala 1:250.000 . Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas e bases cartográficas**. IBGE. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: . Acesso em: 30 set. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **BASE DE INFORMAÇÕES SOBRE OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS: INFRAESTRUTURA URBANA E SANEAMENTO BÁSICO**.. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 fev. 2025.



IGC/USP - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Boletim Clímático: impactos do El Niño e La Niña sobre recursos hídricos no estado de São Paulo**. IGC/USP. São Paulo, 2021. Disponível em: . Acesso em: 25 fev. 2025.

IGC/USP – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Mapeamento participativo da qualidade da água na bacia do Baixo Tietê: relatório técnico**. IGC/USP. São Paulo, 2021. Disponível em: . Acesso em: 2 dez. 2024.

PORTO-GONÇALVES, C. W. A globalização da natureza e a natureza da globalização. 3. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

GRAZIANO DA SILVA, J. O novo rural brasileiro: uma análise do impacto das políticas públicas. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2001.

GOODCHILD, M. F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, Dordrecht, v. 69, p. 211-221, 2007.

HAESBAERT, Rogério. **O mito da desterritorialização**: do "fim dos territórios" à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, f. 204, 2004. 408 p.

HARLEY, J. B. **Deconstructing the map** . Toronto: Cartographica, v. 26, f. 2, 1989, p. 1-20.

HASUI, Y; ALMEIDA, F. F. M; RICCOMINI, C. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Editora Beca, 2010.

HORTON, Robert E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, p. 275 - 370. 1945.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Mapa de solos do Brasil**. IBGE. Rio de Janeiro . 2003 p. Disponível em: . Acesso em: 26 fev. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base Cartográfica Contínua do Estado de São Paulo - escala 1:250.000**. IBGE. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: . Acesso em: 2 abr. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017 e projeções para 2022: estimativas de uso e cobertura da terra**. IBGE. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de**



Recursos Naturais do Brasil: Geologia: escala 1:250.000 . Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas e bases cartográficas.** IBGE. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: . Acesso em: 30 set. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. BASE DE INFORMAÇÕES SOBRE OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS: INFRAESTRUTURA URBANA E SANEAMENTO BÁSICO.. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 fev. 2025.

IGC/USP - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Boletim Clímatico: impactos do El Niño e La Niña sobre recursos hídricos no estado de São Paulo.** IGC/USP. São Paulo, 2021. Disponível em: . Acesso em: 25 fev. 2025.

IGC/USP – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Mapeamento participativo da qualidade da água na bacia do Baixo Tietê: relatório técnico.** IGC/USP. São Paulo, 2021. Disponível em: . Acesso em: 2 dez. 2024.

PORTO-GONÇALVES, C. W. A globalização da natureza e a natureza da globalização. 3. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

IPCC - INTETERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis.** : Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. Cambridge, 2021. Disponível em: . Acesso em: 1 jan. 2025.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS. . **Estudos ambientais para o ordenamento territorial da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados.** São Paulo, 2015. Disponível em: . Acesso em: 10 dez. 2024.

JUNK, W. J; BAYLEY, P. B; SPARKS, R. E . The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 106, p. 110-127, 1989.

KER, J. C. **Latossolos do Brasil: uma revisão.** BH: Geonomos, v. 3, f. 1, 1995, p. 17-40.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 2, p. 149-206, 1995.

LAL, R. **Soil carbon sequestration to mitigate climate change.** Amsterdam: Geoderma, v. 123, 2004, p. 1-22.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 4 ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2019.

LIMA, J. E. W; ROSA FILHO, E. F. Água subterrânea e o planejamento ambiental: o caso do Aquífero Bauru. . **Revista Geociência**, São Paulo , v. 31, n. 4, p. 659-671, 2012.

LONGLEY, P. A. *et al.* **Geographic information systems and science**. 4 ed. Wiley: Hoboken, 2015.

LOUVAIN , Jacques. Territorialização das políticas públicas e justiça ambiental. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 10, n. 1, p. 25-38, 2008.

LOUVAIN, R. **Territórios e vulnerabilidade: por uma ecologia política dos riscos..** Curitiba: CRV, 2008.

MAPBIOMAS (2023). COLEÇÃO 8 DO PROJETO MAPBIOMAS. **Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil**. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 2 abr. 2025.

MAPBIOMAS. **Coleção 8.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. MapBiomass. 2024. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 22 jun. 2025.

MAPBIOMAS. **Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil (1985–2023)**. MAPBIOMAS. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 3 dez. 2024.

MARIOTTO , Geovane . **Mapa de hierarquia hidrográfica da Bacia do Rio São José dos Dourados..** 2025.

MARIOTTO , Geovane . **Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados**. 2025.

MARIOTTO , Geovane ; IBGE. **Mapa geológico da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados**. 2025.

MARIOTTO , Geovane ; IBGE (Org.). **Mapeamento Pedológico Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados..** 2025.

MARIOTTO , Geovane. **Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do rio São José dos Dourados**. Campinas, 2025.



MARIOTTO, Geovane. **Mapa temático do uso e cobertura da terra na Bacia do Rio São José dos Dourados nos anos de 1999, 2010 e 2023**: MapBiomias. Campinas, 2025. Mapa 1.

MARIOTTO, Geovane. **Base Morfométrica Bacia do Rio São José dos Dourados**. 2025.

MARIOTTO, Geovane. **mapa de hierarquia hidrográfica da Bacia do Rio São José dos Dourados**. São Paulo, 2025.

MARIOTTO, Geovane. **Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados**. Campinas, 2025.

MARIOTTO, Geovane. **Mapeamento temático do uso e cobertura da terra na Bacia do Rio São José dos Dourados [S.1]**: . 2025.

MARIOTTO, Geovane. **Índices Hidrológicos**. 2025.

MARK, D. M. Profile curvature analysis. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 65, n. 1, p. 43-56, 1975.

MARTINEZ-ALIER, Joan. **O Ecologismo dos Pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo : Contexto, 2002.

MARTINS, J. S. O poder do atraso: ensaios de sociologia da história lenta. São Paulo: Hucitec, 2009.

MARTINS, Hugo L. de et al. Regularização fundiária e sustentabilidade ambiental. **Ministério das Cidades**, Brasília, 2009.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well- being**. Washington. 2005 p. Disponível em: . Acesso em: 27 fev. 2025.

METTZER. **O melhor editor para trabalhos acadêmicos já feito no mundo**. Mettzer. Florianópolis, 2016. Disponível em: <http://www.mettzer.com/>. Acesso em: 21 ago. 2016.

MIALL, A. D. **Fluvial depositional systems**. 2 ed. New York : Springer, 2014.

MILANI, E. J; RAMOS, V. A. Orogênese Gondwânica do Domínio Sul- Ocidental de Gondwana e a Evolução da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo



, v. 23, n. 2, p. 125-136, 1993.

MITSCH, W. J; GOSSELINK, J. G. **Wetlands**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons , 2000.

MIZUSAKI, A. M. P ; MILANI, E. J; FRANÇA, A. B . A Formação Serra Geral na Bacia do Paraná: Uma Revisão. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA . Anais [...]* Salvador SBG, 2001.

MOTA, J. A. **Drenagem e Gestão da água em bacias hidrográficas: uma abordagem integrada**. São Paulo: Oficina do Texto, 2003.

NAÍNA, Tumelero. **TCC pronto em apenas 5 passos**: do início à defesa. 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/tcc-pronto/>. Acesso em: 11 mai. 2021.

OLIVEIRA, J. B; KER, J. C; FONTES, L. E. F . Classificação, caracterização e uso agrícola dos solos originados de rochas básicas no Brasil. **Revista de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 16, p. 109-116, 1998.

PEATE, D. W. Stratigraphy and petrogenesis of the Serra Geral flood basalt province, Paraná, South Brazil. **Journal of Petrology**. Oxford, p. 1331-1360, 1997.

PERFECTO, I; VANDERMEER, J; WRIGHT, A. **Natures's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty**. London: Eathscan, 2009.

PETRIS, S; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil** . São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo , 1988.

PIGNATI , Walter A. et al. Impactos dos agrotóxicos na saúde humana: uma revisão sistemática . **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3293-3305, 2017.

PIGNATI, W. A *et al.* Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a vigilância em saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10. 3281– 3293 p, 2017.

PIKE, R. J; WILSON, S. E. Elevation-relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area-altitude analysis. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, v. 82, p. 1079-1084, 1971.

PIMENTEL, D; KOUNANG, N. Ecology of soil erosion in ecosystems. **Ecosystems**, New York, v. 1, n. 5, p. 416-426, 1998.

PINTO, L. C *et al.* Análise hidroambiental de bacias hidrográficas: métodos e aplicações.

Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 141-151, 2008.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Geografia da Terra**. São Paulo : Contexto, 2006.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System: Open Source Geospatial Foundation Project**: Versão 3.28. Disponível em: <http://qgis.org>. Acesso em: 1 out. 2024.

RESENDE, M *et al.* **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 6 ed. Lavras: UFLA, 2014.

RODRIGUES, G. C. *et al.* Modernização conservadora e a crise no campo brasileiro: velhos problemas, novas formas de expropriação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS DO CAMPO, 4., 2015, Goiânia. Anais [...]. Goiânia: UFG, 2015.

RODRIGUES, R. R. *et al.* On The restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Athantic Forest. . **Biological Conservation**, Ansterdam, v. 142, n. 6, p. 1242-1251, 2011.

RODRIGUES, Ricardo R *et al.* Estratégia para restauração da biodiversidade em paisagens tropicais. **Perspectivas em Ecologia e Conservação**, v. 9, n. 2, p. 89-97, 2011.

RODRIGUES, Ricardo R. *et al.* Fragmentação de ecossistemas e biodiversidades In: CUNHA, M.C. da; GUIMARÃES, A. (Org). Biodiversidade, serviços ecossistêmicos e bem-estar humano no Brasil. **UNESP**, São Paulo, p. 177-190, 2015.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da compartimentação do relevo brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 25-33, 1992.

ROSS, J. L. S. Relevo. In: ROSS, J. L. S (Org.). **Geografia do Brasil**. 2 ed. São Paulo: Edusp, 1992, p. 85-118.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. Oficina de Texto, f. 110, 2006. 220 p.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geografia do Brasil**. São Paulo : EdUSP, v. 1, f. 279, 1990. 558 p.



ROSSETTI, D. F ; GOÉS, A. M . **Geologia do Brasil** . Belém : Museu Paraense Emílio Goeldi, 2008.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SALVADOR , E. Geofísica Aplicada à Geologia Regional . In: MENDES, J. C (Org.). **Geologia do Brasil Central** . Belo Horizonte: CPRM, 2006, p. 87-102.

SANTOS, Alexandre Rosa dos (org.); TULER, Thiago de Oliveira (il.). *Geotecnologias & análise ambiental: aplicações práticas* [livro eletrônico]. Alegre, ES: CAUFES, 2015. 230 p. Il.

SANTOS, H. G *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2019.

SANTOS, H. G; FERREIRA, A. L . Solos e geodiversidade: fundamentos para o planejamento ambiental. In: CURI, N (Org) *et al.* **Educação em solos no Brasil**. Viçosa: SBCS, 2018, p. 217-235.

SCHAEFER, C. E. G. R. Brazilian Latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Australian Journal os Soil Research**, Melbourne, v. 39, n. 4, p. 909-926, 2001.

SCHAEFER, C. E. G. R. Sistemas pedológicos do bioma cerrado. In: ARAÚJO, G. M (Org.). **Cerrado: ecologia e flora. Brasília**. Brasília: Embrapa Cerrado, 2001. 251–273 p.

SCHLOSBERG, David. **Defining Environmental Justice: Theories, Movements, and Nature**. OUP Oxford, v. 1, f. 127, 2007. 253 p.

SCHOBENHAUS, C; BRITO NEVES, B. B . **Geodiversidade do Brasil** . Brasília : CPRM, 2003.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, New Jersey , v. 67, p. 597-646, 1956.

SHIRAISHI NETO, J. Relações de trabalho no campo: permanências e transformações. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

SIAL , A. N . Estratigrafia e Evolução da Bacia do Paraná . **Revista Brasileira de Geociências** , São Paulo , v. 16, p. 75-82, 1986.

SILVA , M. L. N; SANTOS, M. L. S . Processos erosivos em áreas agrícolas do Cerrado: causas,

impactos e controle. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 913-924, 2010.

SILVA, S. H. G *et al.* Análise hipsométrica como ferramenta para avaliação do potencial erosivo e estágio evolutivo do relevo em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 2, p. 127-138, 2011.

SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, New Haven, v. 248. 655–668 p, 1950.

SMITH, K. G. Standards for grading texture os drainage basins. **Geological Society of America** , Bulletin, v. 61, p. 1239-252, 1950.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of the American Geophysical Union**, Washington, v. 38, p. 913-920, 1957.

SÃO PAULO (ESTADO). **DAEE**. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo – Relatório técnico **2022**. DAEE. São Paulo, 2022. Disponível em: . Acesso em: 30 out. 2024.

SÃO PAULO. **Plano Estadual de Recursos Hídricos 2020 - 2035**. Secretaria de Infraestrutura e meio Ambiente. São Paulo. 2022 p. Disponível em: . Acesso em: 29 jan. 2025.

TEIXEIRA , W. *et al.* **Geotectônica do Brasil** . São Paulo : Editora USP , 2015.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de recursos hídricos e planejamento urbano: Estudos Avançados**. São Paulo, v. 20, f. 58, 2006, p. 97-116.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas urbanas**: . 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas: causas e soluções**. Porto Alegre: UFRGS, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas** . 2 ed. Porto Alegre: ABRH, 2009.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de Moraes Cordeiro. **Gestão da água no Brasil**. 2006.

TUCCI, Carlos E. M. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

TUFTE, Edward R. **The visual display of quantitative information** . 2 ed. Cheshire Graphics Press, 2001.

TURNER, B. L *et al.* The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. **Proceeding of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 1, p. 7'-92, 1975.

TÓTH, J. **Gravitational systems of groundwater flow: theory, evaluation, utilization**. Cambridge: Cambridge University , 2009.

USDA-SCS- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE . **Urban hydrology for small watersheds**. Soil Conservation Service. Washington, 1986. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2025.

9. ANEXO A — Poema

Cantos da Terra Dourada

Para a Bacia do Rio São José dos Dourados

Nas dobras suaves do relevo paulista,
onde o sol aquece colinas serenas,
desenha-se a bacia com mãos antigas,
em curvas de tempo, memória e crença.

Latossolos repousam profundos, vermelhos,
como corações que batem sob a terra.
Argissolos, frágeis nas encostas vivas,
pedem cuidado onde a enxurrada encerra.

No subsolo, o arenito sussurra
as histórias guardadas em camadas do chão.
Acima, brota vida entre vales e rampas,
onde o trabalho resiste, grão a grão.

O São José dos Dourados se estende
como um fio de prata costurando o sertão.
Entre várzeas amplas e morros discretos,
o rio desenha sua canção.

E enquanto a água flui devagar,
o trem cruza rápido, riscando o horizonte.
Ferrovia que leva a safra colhida,
mas também leva lembrança — e devolve ponte.

Trem que atravessa cidades e matas,
ecoando o labor de quem semeia e sonha.

Ligando o campo de terra encurvada
à cidade que pulsa, moderna e risonha.

Na cidade, o passo é ligeiro, apressado,
mas traz nos olhos a mesma raiz:
de quem nasceu onde o solo é sagrado
e a vida brota entre o mato e o giz.

O relevo aqui fala com voz contida,
não grita com picos, mas sussurra em declives.
É a planície que acolhe, mas exige respeito,
e o morro que avisa: "os erros não são leves".

Mais de oitenta por cento é suave e aberto,
mas há vertentes que pedem atenção.
A natureza é generosa e firme:
quem a ouve, entende sua lição.

Há saudades plantadas nas trilhas antigas,
e vozes que o vento insiste em guardar.
Memórias brotam ao toque da chuva,
como se o passado quisesse voltar.

Bacia dourada de forma gentil,

és terra de ciência, de luta e canção.
Entre o trem que passa e o rio que ensina,
tu moldas o solo — e também o coração.

Geovane Mariotto



ATA N° 3701/2025 - CEAD (12.28.01.36)

N° do Protocolo: 23083.041457/2025-63

Seropédica-RJ, 30 de julho de 2025.

ATA DE DEFESA

Aos dezoito dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e cinco, às dez horas e trinta minutos, através de web conferência, instalou-se a banca examinadora de Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos, do cursista **Geovane Mariotto** sob a orientação da professora **Edileuza Dias de Queiroz**. A banca examinadora foi composta pelas pesquisadoras **Patrícia de Oliveira Plácido** e **Luana de Almeida Rangel**. A defesa do TCC intitulado "**Análise integrada da bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados – SP**", foi iniciada às dez horas e trinta e cinco minutos e teve a duração de vinte e cinco minutos de apresentação seguida da avaliação pela banca. O cursista, após avaliado pela banca examinadora obteve o resultado:

(X) APROVADO, devendo o cursista proceder a eventual revisão solicitada pela supervisora e /ou pela banca, e entregar a versão final em até 15 dias à coordenação do Curso.

() NÃO APROVADO.

Seropédica, 18 de julho de 2025.

Patrícia de Oliveira Plácido

Primeira Examinadora

Luana de Almeida Rangel

Segunda Examinadora

Edileuza Dias de Queiroz

Presidente

Geovane Mariotto

Cursista

(Assinado digitalmente em 30/07/2025 10:39)

EDILEUZA DIAS DE QUEIROZ
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeGEOIM (12.28.01.00.00.87)
Matrícula: ###65#1

(Não Assinado)

PATRICIA DE OLIVEIRA PLACIDO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.617-##

(Assinado digitalmente em 30/07/2025 11:02)

LUANA DE ALMEIDA RANGEL

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.777-##

(Assinado digitalmente em 30/07/2025 17:26)

GEOVANE MARIOTTO

DISCENTE

Matrícula: 2024#####2

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **3701**, ano: **2025**, tipo: **ATA**, data de emissão: **30/07/2025** e o código de verificação: **2d14251197**