



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo



GERFFERSON MOREIRA DE NOVAES SANTOS

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL NA BACIA DO RIO GAVIÃO: O MEIO FÍSICO, A
HIDROGRAFIA E AS POTENCIALIDADES AMBIENTAIS**

Vitória da Conquista - BA

2026

GERFFERSON MOREIRA DE NOVAES SANTOS

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL NA BACIA DO RIO GAVIÃO: O MEIO FÍSICO,
A HIDROGRAFIA E AS POTENCIALIDADES AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGeo-UESB) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Produção do espaço geográfico.
Linha de Pesquisa: Dinâmicas da Natureza e do Território.

Orientador: Prof^o Dr. Artur José Pires Veiga

Vitória da Conquista - BA

2026



Este documento está sob licença CCBY da Creative Commons

S235a

Santos, Gerfferson Moreira de Novaes.

Análise geoambiental na bacia do Rio Gavião: o meio físico, a hidrografia e as potencialidades ambientais / Gerfferson Moreira de Novaes Santos, 2026. 130f. : il., color.

Orientador (a): Dr. Artur José Pires Veiga.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGEO, Vitória da Conquista, 2026.

Inclui referência F. 124 – 130

1. Rio Gavião - Bacia hidrográfica. 2. Análise geoambiental. 3. Semiárido. 4. Geotecnologias. 5. Solo – Uso e cobertura. I. Veiga, Artur José Pires. II.

Universidade

Catálogo na fonte: Karolyne Alcântara Profeta – CRB 5/2134

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA (UESB)
Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PPG)
Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo/Uesb)
Mestrado em Geografia



FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE GEOAMBIENTAL NA BACIA DO RIO GAVIÃO: O MEIO FÍSICO, A HIDROGRAFIA E AS POTENCIALIDADES AMBIENTAIS

GERFFERSON MOREIRA DE NOVAES SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UESB (PPGeo-Uesb), como requisito para obtenção do título de MESTRE.

Aprovada em: 12 de fevereiro de 2026

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br ARTUR JOSE PIRES VEIGA
Data: 18/02/2026 20:45:29-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Artur José Pires Veiga
(Orientador – UESB)

Documento assinado digitalmente
gov.br SANMY SILVEIRA LIMA
Data: 12/02/2026 17:47:03-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Sanmy Silveira Lima
(Examinador Interno – UESB)

Documento assinado digitalmente
gov.br JEMISON MATTOS DOS SANTOS
Data: 19/02/2026 10:56:26-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Jémison Mattos dos Santos
(Examinador Externo - UESB)

Documento assinado digitalmente
gov.br GERFFERSON MOREIRA DE NOVAES SANTOS
Data: 19/02/2026 12:15:48-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Gerfferson Moreira De Novaes Santos
(Mestrando)

*Primeiro a caminhar por trilhas que antes não existiam,
levei comigo a força dos orixás,
o silêncio do sertão
e a certeza de que a fé também é ciência,
transformei a dificuldade em axé
e a resistência em conquista.*

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui representa muito mais do que a conclusão de uma etapa acadêmica; é a concretização de um sonho que nasceu ainda na infância, no coração de um menino da zona rural que ousou acreditar que era possível romper barreiras e transformar a própria realidade. Foram anos de desafios, de dúvidas e de resistência, mas também de fé, esperança e determinação. Contra todas as dificuldades, permaneci firme no propósito de seguir adiante, acreditando que o conhecimento seria o caminho para mudar não apenas minha história, mas também a daqueles que me cercam.

Agradeço profundamente à espiritualidade, aos orixás e guias que me sustentaram em todos os momentos, me dando força, equilíbrio e coragem para não desistir, mesmo diante das maiores adversidades. Foi essa fé que me manteve firme, com o coração em paz e o espírito aberto para seguir o caminho que me foi traçado.

Ao meu companheiro **Leandro Caires**, expresse minha eterna gratidão pelo apoio incondicional, pela paciência e pela presença constante, que foram fundamentais em todos os momentos dessa caminhada.

Aos meus amigos do grupo “**Sem Juiz**”, **Alexandre Custódio**, **Isaque Abreu e Fabiana de Amorim**, deixo meu sincero agradecimento pela parceria, pelas risadas, pela motivação e pelas vivências que tornaram o percurso do mestrado mais leve e significativo. Agradeço especialmente à **Fabiana de Amorim**, por todo o amparo e acolhimento nos momentos mais difíceis, e a **Isaque Abreu**, pela parceria constante e pela importante colaboração durante o trabalho de campo.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Artur José Pires Veiga**, manifesto minha gratidão por toda a orientação, paciência, confiança e incentivo ao longo desta trajetória. Sua escuta e suas contribuições foram essenciais para o amadurecimento deste trabalho e da minha formação como pesquisador.

Agradeço também à **Prof.^a Fernanda Viana de Alcântara**, pelo auxílio e pelos ensinamentos valiosos compartilhados durante a disciplina de Seminários Temáticos, os quais contribuíram significativamente para o desenvolvimento desta pesquisa.

Estendo meus agradecimentos ao **Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/UESB)**, à **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**, pela oportunidade de formação, e à **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**,

pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida, que foi de fundamental importância para a permanência e conclusão desta etapa acadêmica.

Por fim, agradeço a todos os amigos, colegas e familiares que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste sonho.

Encerrando este ciclo, deixo registrada minha mais profunda gratidão por ter chegado até aqui - com fé, força e a certeza de que nenhum sonho é grande demais quando se caminha com determinação e axé.

RESUMO

A presente dissertação analisou geoambientalmente a Bacia Hidrográfica do rio Gavião (BHRG), localizada no sudoeste do estado da Bahia, integrando aspectos físicos, ambientais e antrópicos que condicionam a dinâmica dessa bacia inserida no domínio semiárido nordestino. A pesquisa, apoiou-se em métodos de análise geossistêmica e no uso de geotecnologias por meio do software QGIS, associando dados cartográficos, imagens de sensoriamento remoto e observações *in loco*. Foram elaborados e interpretados mapas temáticos referentes à hipsometria, declividade, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso e cobertura do solo, além da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). A análise morfométrica e a hierarquização da rede de drenagem, baseada na metodologia de Strahler, evidenciaram uma bacia de quarta ordem, com predomínio de canais intermitentes, relevo ondulado e vertentes de dissecação média, características associadas à vulnerabilidade natural do ambiente semiárido. Os resultados mostraram que cerca de 48% da área total da bacia é ocupada por atividades agropecuárias, indicando pressão antrópica sobre os recursos hídricos e vegetacionais, com acentuada redução das formações florestais entre 1985 e 2023. O estudo identificou, ainda, processos de erosão, assoreamento e degradação das matas ciliares, além de episódios de poluição hídrica em municípios como Condeúba, contrastando com áreas de maior preservação no alto curso, como em Jacaraci. A análise integrada das paisagens e dos dados de campo permitiu compreender a complexa interação entre fatores naturais e socioeconômicos na estruturação da bacia, destacando a importância do planejamento territorial e da gestão integrada dos recursos naturais. Conclui-se que a BHRG apresenta potencial ambiental e fragilidades ecológicas significativas, exigindo estratégias de conservação baseadas em monitoramento contínuo, recuperação da vegetação nativa e ampliação do saneamento ambiental para assegurar a sustentabilidade hídrica e ecológica da região.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica do rio Gavião; Análise geoambiental; Semiárido; Geotecnologias; Uso e cobertura do solo.

ABSTRACT

This dissertation aims to carry out a geoenvironmental analysis of the Gavião River Basin (BHRG), located in the state of Bahia, Brazil, integrating physical, environmental, and anthropogenic aspects that shape the dynamics of this basin within the semi-arid domain of the Northeast. The research, was based on a geosystemic analysis approach and the use of geotechnologies through the QGIS software, combining cartographic data, remote sensing imagery, and *in loco* observations. The study involved the elaboration and interpretation of thematic maps of hypsometry, slope, geology, geomorphology, pedology, vegetation, and land use and land cover, in addition to the application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The morphometric analysis and drainage network hierarchy, based on Strahler's methodology, revealed a fourth-order basin, with a predominance of intermittent channels, undulating relief, and moderately dissected slopes, features that reflect the natural vulnerability of the semi-arid environment. Results indicated that approximately 48% of the basin's total area is occupied by agricultural and livestock activities, demonstrating anthropogenic pressure on water and vegetation resources, with a significant reduction in forest formations between 1985 and 2023. The study also identified erosion, siltation, and riparian forest degradation processes, as well as water pollution in municipalities such as Condeúba, contrasting with better-preserved areas in the upper course, such as Jacaraci. The integrated analysis of homologous landscapes and field data enabled a comprehensive understanding of the interaction between natural and socioeconomic factors shaping the basin's structure, emphasizing the relevance of territorial planning and the integrated management of natural resources. It is concluded that the Gavião River Basin presents significant environmental potential and ecological fragilities, requiring conservation strategies based on continuous monitoring, native vegetation recovery, and improved environmental sanitation to ensure the basin's hydric and ecological sustainability.

Keywords: Gavião River Watershed; Geoenvironmental analysis; Semiarid region; Geotechnologies; Land use and land cover.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 01 - Bacia do Rio Gavião: Delimitação da área de estudo, 2024.	19
Mapa 02 - Bacia do rio Gavião: Localização das amostragens e setorização - 2025.....	21
Figura 01 - Diagrama esquemático da ordem dos cursos de água, segundo Strahler (1952)...	23
Fluxograma 01 - Percurso Metodológico da Pesquisa.	31
Mapa 03 - Bacia do rio Gavião: Altimetria - 2025.....	57
Gráfico 01- Bacia do rio Gavião: Curva hipsométrica, 2024.....	59
Mapa 04- Bacia do rio Gavião: Declividade - 2025.....	60
Mapa 05 - Bacia do rio Gavião: Províncias - 2025.....	63
Mapa 06 - Bacia do rio Gavião: Litotipos - 2025.....	65
Mapa 07 - Bacia do rio Gavião: Unidades geomorfológicas – 2025.....	69
Mapa 08 - Bacia do rio Gavião: Pedologia - 2025.....	71
Fotografia 01 - Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico observado no município de Jacaraci – 2025.	73
Fotografia 02 - Perfil de Latossolo Vermelho identificado no município de Piripá – 2025. ...	73
Fotografia 03 - Neossolo Litólico Distrófico identificado no município de Mirante – 2025...	74
Mapa 09 - Bacia do rio Gavião: Regiões Fitoecológicas - 2025.....	75
Fotografia 04 - Formação vegetal classificada como Contato (Ecótono e Enclave), observada no município de Jacaraci.	77
Fotografia 05 - Formação vegetal de Caatinga Arbustiva Aberta, observada no município de Presidente Jânio Quadros.	77
Mapa 10 - Bacia do rio Gavião: Uso e ocupação do solo – 2023.....	81
Mapa 11 - Bacia do rio Gavião: Uso e ocupação do solo – 1985.....	83
Mapa 12 - Bacia do rio Gavião: Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) – 2024.	86
Fotografia 06 - Vista do curso principal do rio Gavião no município de Caetanos - BA.	89
Mapa 13 - Bacia do rio Gavião: Hierarquia a rede de drenagem – 2024.	90
Fotografia 07 - Vista panorâmica do exutório da bacia do rio Gavião em Mirante - BA.	91
Mapa 14 - Bacia do rio Gavião: Paisagens homologas.	97
Imagem 01 - Modelagem 3D em imagem de cinza: Paisagens x unidades geomorfológicas - 2024.	101

Mapa 15 - Bacia do rio Gavião: Incremento anual da supressão da vegetação nativa (2004–2023).	105
Fotografia 08 - Desmatamento e alterações do solo no alto curso da Bacia do rio Gavião, município de Jacaraci (BA).	107
Fotografia 09 - Fragmentação da vegetação e uso agropecuário em Mortugaba (BA), alto curso da Bacia do rio Gavião.	108
Fotografia 10 - Assoreamento e modificação antrópica de afluente no município de Presidente Jânio Quadros (BA), médio curso da Bacia do rio Gavião.	109
Fotografia 11 - Assoreamento e modificação antrópica do rio do Gado Bravo no município de Caetanos (BA), baixo curso da Bacia do Rio Gavião.....	109
Fotografia 12 - Erosão laminar e uso inadequado do solo em Anagé (BA), baixo curso da Bacia do rio Gavião.	110
Fotografia 13 - Assoreamento e degradação das margens do Rio Gavião no município de Caetanos (BA).	111
Fotografia 14 - Avanço da aridez e uso agropecuário intensivo no exutório da Bacia do rio Gavião, município de Mirante (BA).	111
Fotografia 15 - Espelho d'água do Rio Gavião em área rural de Jacaraci (BA).	112
Fotografia 16 - Nascente urbana do Rio Gavião em Jacaraci (BA)	112
Fotografia 17 - Esgotamento irregular e erosão marginal as margens do Rio Gavião, Condeúba (BA).	113
Fotografia 18 - Trecho urbano do Rio Gavião com acúmulo de matéria orgânica e eutrofização, Condeúba (BA).	113
Fotografia 19 - Leito do Rio Gavião com densa vegetação aquática e sinais de eutrofização, Condeúba (BA).	114
Fotografia 20 - Leito do Rio Gavião em Anagé (BA).	114
Fotografia 21 - Leito do Rio Gavião na estação de captação de Caetanos (BA).	115
Fotografia 22 - Leito final do Rio Gavião em Mirante (BA), setor de confluência.	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Altimetria da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2026.	57
Tabela 02 - Declividade em % da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2025.	60
Tabela 03 - Distribuição das Províncias Estruturais na bacia hidrográfica do rio Gavião - 2025.....	64
Tabela 04 - Bacia Hidrográfica do rio Gavião: Litotipos, 2025.....	66
Tabela 05 - Bacia hidrográfica do rio Gavião: Unidades Geomorfológicas - 2025.....	69
Tabela 06- Bacia hidrográfica do rio Gavião: Tipos de Solo - 2025.....	71
Tabela 07 - Regiões Fitoecológica da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2025.	75
Tabela 08 - Uso e Ocupação do Solo na Bacia do rio Gavião no ano de 2023.	81
Tabela 09 - Comparação das principais variações percentuais nas classes de uso e cobertura do solo do ano de 1985 e 2023 da bacia do rio Gavião	83
Tabela 10 - Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2024	85
Tabela 11 - Propriedades da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2026..	90
Tabela 12 - Bacia do rio Gavião: Características Fisiográficas - 2026.	93
Tabela 13 - Área das paisagens homologas da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2025.....	97
Tabela 14 - Análise geossistêmica das paisagens homólogas da bacia do rio Gavião - 2025.....	98
Tabela 15 - Incremento anual da supressão da vegetação nativa na BHRG (2004–2023).....	106

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas

APP – Área de Preservação Permanente

BA – Bahia

BHRG – Bacia Hidrográfica do Rio Gavião

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

DEM – Modelo Digital de Elevação

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNDAJ – Fundação Joaquim Nabuco

GIS – *Geographic Information System* (Sistema de Informação Geográfica)

GPS – *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

GTP – Geossistema, Território e Paisagem

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ISBN – International Standard Book Number

Kc – Coeficiente de Compacidade

Kf – Fator de Forma

Ic – Índice de Circularidade

Ir – Índice de Rugosidade

Is – Índice de Sinuosidade

Lm – Extensão Média do Escoamento Superficial

Ltot – Comprimento Total dos Canais de Drenagem

MDE – Modelo Digital de Elevação

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NDVI – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index)

NIR – Infravermelho Próximo (Near-Infrared)

P – Perímetro da Bacia Hidrográfica

PPGEO – Programa de Pós-Graduação em Geografia

QGIS – Quantum Geographic Information System

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

Rr – Razão de Relevo

Re – Razão de Elongação

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* (Missão Topográfica Radar Shuttle)

T – Razão de Textura

TGS – Teoria Geral dos Sistemas

TSB – Território de Identidade Sudoeste Baiano

UESB – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

UCS – Unidades de Conservação

USGS – United States Geological Survey

UTM – Universal Transverse Mercator

SUMÁRIO

SEÇÃO I.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	15
SEÇÃO II	18
2 METODOLOGIA.....	19
2.1 Universo da pesquisa e amostragem.....	19
2.2 Método de abordagem e de procedimentos	21
SEÇÃO III	32
3 ANÁLISE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	32
3.1 A bacia hidrográfica no contexto da Ciência Geográfica.....	33
3.2 A Categoria de Paisagem na análise de bacia hidrográficas	37
3.3 Abordagem Geoambiental em estudo de bacias hidrográfica	42
3.4 Geossistema no estudo de bacias hidrográficas.....	44
SEÇÃO IV	56
4 ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO GAVIÃO.....	56
4.1 Análise do meio físico da bacia do rio Gavião.....	56
4.2 Processo histórico de ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião	78
4.2.1 Uso e ocupação da Terra na Bacia do rio Gavião.....	79
4.3 Análise morfométrica e fisiográfica da rede de drenagem da bacia do rio Gavião.....	87
4.4 Análise da paisagem do rio Gavião	94
4.5 Análise Ambiental da Bacia do rio Gavião	102
SEÇÃO V	117
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
REFERÊNCIAS	124

SEÇÃO I

1 INTRODUÇÃO

Diante do crescente debate sobre as questões ambientais, a Geografia tem se dedicado a aprofundar o conhecimento sobre as interações entre a sociedade e a natureza. As ações humanas, fortemente condicionadas pelos sistemas econômico, político e cultural, constituem um dos principais vetores das transformações ambientais contemporâneas, intensificando os impactos sobre os ecossistemas.

Nesse sentido, Sá e Souza (2024) destacam que o crescimento econômico, materializado sobretudo nos padrões de consumo e na expansão das fronteiras agrícolas, exerce pressões significativas sobre os ecossistemas brasileiros. Entre os fatores mais relevantes encontram-se as mudanças no uso da terra, a degradação da vegetação decorrente da urbanização, o desmatamento associado à agricultura extensiva, bem como os efeitos das mudanças climáticas e da introdução de espécies invasoras.

Embora avanços tenham sido alcançados no campo da legislação ambiental, a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos demanda uma reformulação do modelo de desenvolvimento vigente, capaz de integrar proteção ambiental e equidade socioeconômica.

Estudos internacionais reforçam a importância de compreender as interações complexas entre os sistemas humanos e naturais, de modo a integrar os componentes biofísicos e sociais nos estudos ambientais. Turner et al. (2003) defendem, em “*A framework for vulnerability analysis in sustainability Science*”, que a vulnerabilidade ambiental deve ser entendida não apenas pela exposição aos riscos, mas também pela sensibilidade e capacidade de resiliência dos sistemas, o que amplia a análise para dimensões socioecológicas.

Nesse mesmo sentido, Liu et al. (2007), ao discutirem o conceito de “*coupled human and natural systems*”, destacam que as interações entre sociedade e natureza são dinâmicas e variam no espaço e no tempo, refletindo fluxos de energia, matéria e informação entre diferentes escalas de organização.

Nesse sentido, a análise geográfica se torna essencial para compreender a dinâmica dos sistemas ambientais, permitindo uma abordagem geoambiental que considera tanto os processos naturais, quanto as intervenções antrópicas. Nesse contexto, cabe ao geógrafo analisar a

problemática ambiental de forma abrangente, no qual a natureza não seja encarada de maneira fragmentada ou enquanto sinônimo de ecossistema regido por leis unicamente naturais.

Sob tal perspectiva, a relação entre a sociedade e o meio ambiente tem sido amplamente debatida na Geografia, dada a sua importância para compreender as transformações e dinâmicas que moldam as paisagens e ecossistemas. Assim, a paisagem é compreendida como o resultado da interação dinâmica entre elementos naturais e antrópicos, um registro visível e simbólico das transformações sociais e ambientais. Bertrand (1972) argumenta que a paisagem é formada pelos elementos físicos, biológicos e humanos que se inter-relacionam, conferindo identidade e historicidade ao espaço. No que se refere ao estudo de bacias hidrográficas, essas interações se manifestam de maneira concisa, tornando-as unidades fundamentais para a análise integrada de dinâmicas ambientais e territoriais.

As bacias hidrográficas, especialmente em suas nascentes e vales, encontram-se como áreas intensamente ocupadas pelas comunidades que vivem no semiárido brasileiro. Essa ocupação se explica pela disponibilidade dos recursos hídricos, aliada a solos mais propícios para a exploração agrícola. Esses fatores conferem às bacias um significativo valor econômico, oferecendo alternativas mais favoráveis de subsistência para os agricultores, especialmente durante períodos de seca prolongada. No entanto, mesmo com seu potencial natural, essas áreas apresentam vulnerabilidades frente às atividades humanas, que intensificam os processos erosivos e geram alterações nas dinâmicas naturais das paisagens.

A escolha da bacia hidrográfica como unidade de estudo está em consonância com a literatura internacional, que a reconhece como recorte espacial fundamental para compreender as inter-relações entre relevo, drenagem e processos ecológicos. Gregory e Walling (2022), em *“Drainage Basin Form and Process: A Geomorphological Approach”*, enfatizam que a análise em escala de bacia permite observar de forma integrada a relação entre processos geomorfológicos e hidrológicos, contribuindo para o entendimento da organização espacial das paisagens.

De forma complementar, Montgomery e Buffington (1997), em *“Channel-reach morphology in mountain drainage basins”*, explicam que a estrutura morfológica dos canais fluviais exerce influência direta sobre o transporte de sedimentos e a estabilidade dos canais, aspectos que definem a funcionalidade hidrológica de cada unidade territorial.

Sendo assim, a bacia hidrográfica do rio Gavião, localizada no sudoeste da Bahia, destaca-se pela sua relevância ambiental e socioeconômica no cenário do semiárido brasileiro. Seus recursos hídricos abastecem comunidades locais, municípios que fazem a captação de água

para abastecimento dos habitantes sendo fundamental para atividades agropecuárias e econômicas, além de essencial para manutenção e preservação da biodiversidade local. No entanto, processos de degradação ambiental, como a erosão do solo, a perda de vegetação nativa e a poluição dos corpos d'água, comprometem sua sustentabilidade. Tais problemas decorrem, em parte, da ausência de uma gestão integrada e do uso inadequado dos recursos naturais.

Diante desse cenário, a presente pesquisa analisou as dinâmicas geoambientais da bacia do rio Gavião, com ênfase nos aspectos físicos, como relevo, rede de drenagem, uso e ocupação do solo e suas potencialidades ambientais. Buscou-se compreender como esses elementos interagem e influenciam as condições ambientais da bacia, fornecendo subsídios para a elaboração de estratégias de conservação e manejo sustentável.

Na pesquisa foi realizada a caracterização do meio físico, além de uma avaliação da dinâmica do uso e ocupação da terra. Para isso, foram classificadas as unidades das paisagens com o intuito de investigar as dinâmicas na perspectiva da geocologia e geoconservação.

A pesquisa foi fundamentada no pressuposto de que as bacias hidrográficas são sistemas integrados cujos componentes físicos e bióticos interagem de forma complexa. Bertrand (1972), ressalta que a abordagem geossistêmica é essencial para compreender essas interações e subsidiar políticas de gestão ambiental. Nesse contexto, esta investigação adota uma perspectiva integrada para analisar os processos ambientais e suas consequências para a conservação dos recursos naturais e a sustentabilidade da região.

Para assegurar a ética e a integridade da pesquisa, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e aprovado com o Parecer nº 7.051.361. A aprovação garante que os procedimentos metodológicos e as ações planejadas estão alinhados com as diretrizes éticas e científicas exigidas.

Os objetivos desta dissertação orientam-se pela necessidade de compreender a bacia hidrográfica do rio Gavião em sua totalidade, considerando os elementos físicos, ambientais e sociais que a compõem. Busca-se, de forma geral, realizar uma análise geoambiental da bacia, identificando suas características naturais, os processos que moldam sua dinâmica e os impactos resultantes da ação antrópica. De maneira específica, a pesquisa propõe: caracterizar o meio físico por meio de mapas temáticos; avaliar as mudanças no uso e cobertura da terra e sua relação com a dinâmica da vegetação; analisar a morfometria e a rede de drenagem da bacia, identificando padrões de organização hídrica e suas implicações no contexto semiárido; e por fim, compartimentar as paisagens homogêneas, utilizando a abordagem geossistêmica como suporte para compreender vulnerabilidades e potencialidades.

A vulnerabilidade ambiental de regiões semiáridas, como o sudoeste baiano, também tem sido analisada em estudos internacionais. Zamfir et al. (2020), em “*Land degradation and mitigation policies in the Mediterranean region,*” afirmam que áreas áridas e semiáridas representam os ecossistemas mais vulneráveis do planeta às mudanças climáticas e à exploração dos recursos naturais. Tal análise reforçam que a compreensão das dinâmicas geoambientais do semiárido brasileiro deve ser pensada a partir de um contexto global de vulnerabilidade e resiliência ecológica.

No que se refere ao caráter inédito da pesquisa, destaca-se que a investigação avança para além das análises setoriais tradicionalmente aplicadas à área de estudo, ao propor uma leitura integrada dos componentes geoambientais em escala de bacia hidrográfica, articulando elementos físicos, dinâmicas antrópicas e processos de transformação ambiental. Embora existam estudos pontuais sobre aspectos específicos da região, sobretudo relacionados à climatologia semiárida, à geomorfologia ou ao uso da terra, ainda são incipientes abordagens que sistematizem essas dimensões de forma articulada, considerando a bacia como unidade de análise territorial e ambiental.

Nesse sentido, o trabalho contribui ao preencher uma lacuna analítica ao estruturar um diagnóstico geoambiental integrado, capaz de evidenciar relações espaciais e funcionais entre os diferentes componentes da paisagem, permitindo compreender não apenas os padrões ambientais existentes, mas também os processos que condicionam sua organização e suas vulnerabilidades.

Adicionalmente, o ineditismo da abordagem adotada reside na combinação entre análise geoambiental e o uso de geotecnologias aplicadas à interpretação espaço-temporal das dinâmicas ambientais, possibilitando a construção de uma base analítica orientada tanto à interpretação científica quanto ao planejamento ambiental. Ao integrar procedimentos de análise espacial, interpretação cartográfica e leitura sistêmica da paisagem, a dissertação amplia o potencial interpretativo dos estudos regionais ao associar métodos quantitativos e qualitativos na compreensão das transformações ambientais.

Dessa forma, a principal contribuição científica do estudo consiste em oferecer um modelo analítico replicável para áreas semiáridas com características semelhantes, fornecendo subsídios teórico-metodológicos para pesquisas futuras e para a formulação de estratégias de gestão e conservação ambiental fundamentadas em evidências espaciais e ambientais consistentes.

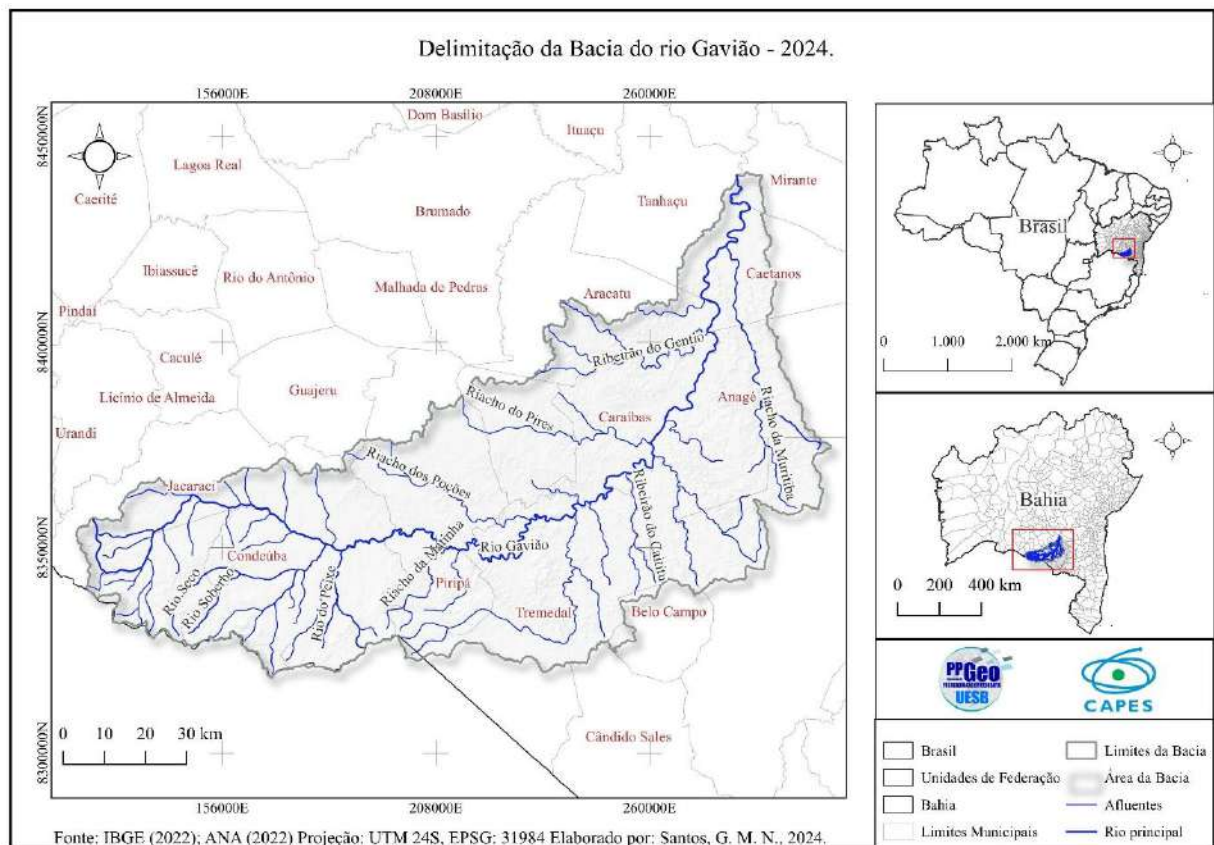
SEÇÃO II

2 METODOLOGIA

2.1 Universo da pesquisa e amostragem

A bacia hidrográfica do rio Gavião (Mapa 01) abrange uma área 10.156,31 km², a qual integra a bacia do rio de Contas, nasce no município de Jacaraci - BA e deságua no rio de Contas, em Mirante - BA. Os principais afluentes do rio Gavião são os rios do Gado Bravo, Ribeirão da Ressaca, Rio do Sítio, Riacho do Pires.

Mapa 01 - Bacia do Rio Gavião: Delimitação da área de estudo, 2024.



Fonte: IBGE, 2022; ANA, 2022. Elaborado por Santos, 2024.

A bacia do rio Gavião possui suas principais nascentes no município de Jacaraci - BA e percorre outros 16 municípios do Território de Identidade Sudoeste Baiano (TSB), sendo eles: Anagé, Aracatu, Belo Campo, Caetanos, Cândia Sales, Caraiibas, Condeúba, Cordeiros,

Guajeru, Maetinga, Mortugaba, Piripá, Presidente Jânio Quadros, Tanhaçu, Tremedal, Vitória da Conquista, estando localizados na região semiárida do nordeste brasileiro, até sua jusante no município de Mirante – BA.

Segundo dados do IBGE (2022), os municípios abrangidos pela bacia do rio Gavião somam uma população de 682079 habitantes. A região semiárida é caracterizada por possuir vegetação do bioma da caatinga, onde apresenta baixo índice de pluviosidade anual o que acarreta graves problemas de falta d'água durante o período de seca. Sendo assim, o rio Gavião tem grande importância no abastecimento de água desses municípios.

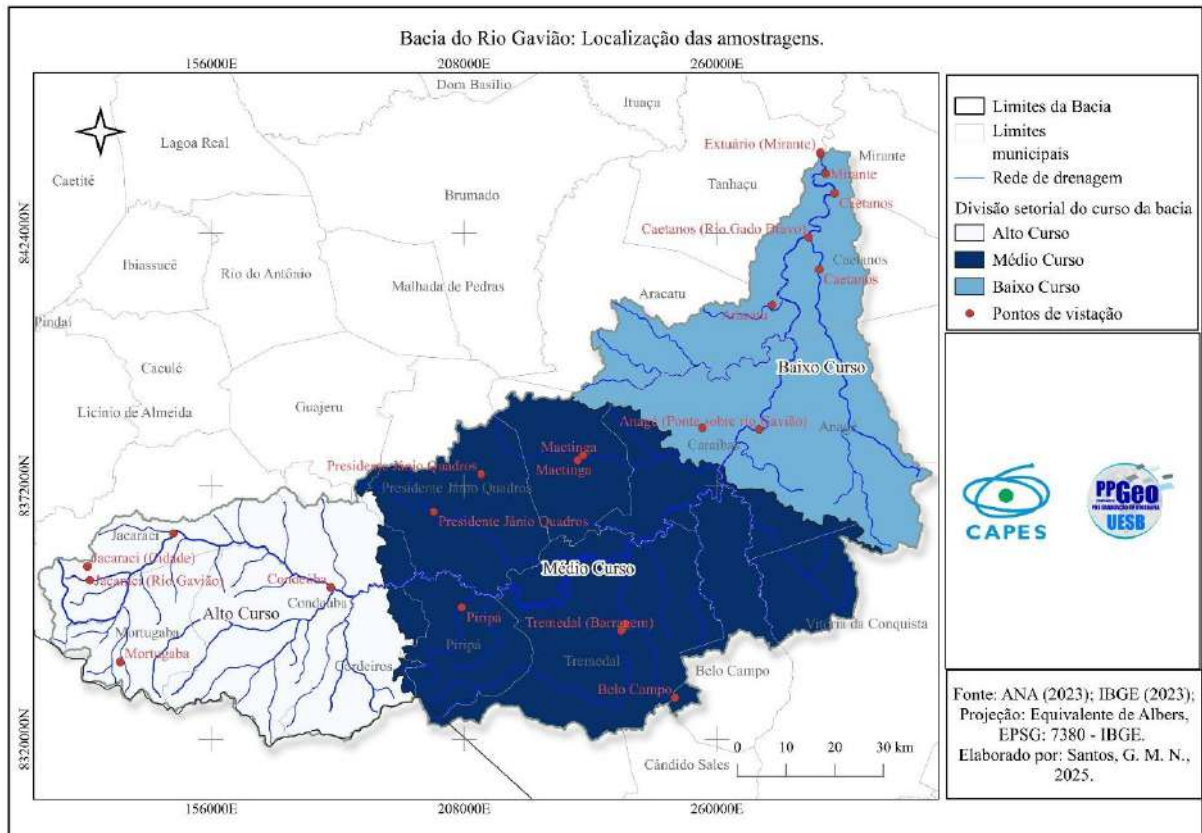
A área de drenagem da bacia abrange uma expressiva diversidade de elementos naturais e antrópicos. Para a construção da análise geoambiental proposta, foram consideradas variáveis que contemple aspectos do meio físico como relevo, geologia, solos, declividade e altimetria, além de elementos relacionados à cobertura vegetal e ao uso e ocupação da terra. Também foram analisadas as fitofisionomias predominantes na região, com destaque para os domínios da Caatinga e áreas de transição com formações savânicas e florestais.

A estrutura da rede de drenagem e os padrões morfométricos da bacia foram igualmente incorporados ao estudo, com vistas a compreender a funcionalidade ecológica e hidrológica do território. Essas variáveis, tomadas como referência para a análise integrada, foram selecionadas por sua relevância na identificação das dinâmicas ambientais em curso e na delimitação das paisagens homogêneas, sem, contudo, esgotar a complexidade dos processos que operam na bacia.

A amostragem utilizada na bacia hidrográfica do rio Gavião, a qual foi subdividida em alto, médio e baixo curso visível na mapa 02, tendo como objetivo principal garantir representatividade espacial e viabilidade nas atividades de campo. Para tanto, adotou-se uma abordagem probabilística, buscando contemplar a diversidade ambiental e morfológica da bacia. A escolha metodológica se aproxima da amostragem aleatória simples, na medida em que foram selecionados pontos específicos de visita de forma a cobrir toda a extensão da bacia; contudo, incorpora também características da amostragem estratificada, visto que cada subdivisão (alto, médio e baixo curso) foi contemplada, assegurando a representação das diferentes unidades de paisagem presentes.

Essa estratégia possibilita reduzir vieses, manter a comparabilidade entre setores e captar as particularidades ambientais de cada compartimento da bacia. Os pontos visitados, devidamente georreferenciados, estão representados na mapa 02, evidenciando a distribuição espacial das observações realizadas em campo.

Mapa 02 - Bacia do rio Gavião: Localização das amostragens e setorização - 2025



Fonte: ANA (2023); IBGE, 2023; Dados processados no QGIS; Elaborado por Santos, 2025.

A divisão setorial da bacia em alto, médio e baixo curso foi estabelecida a partir da análise das curvas de nível e dos dados altimétricos, permitindo delimitar as variações topográficas e o gradiente de declividade característicos de cada setor. Essa compartimentação física serviu de base para a organização espacial da pesquisa e para a definição dos pontos de amostragem, favorecendo a interpretação integrada das dinâmicas ambientais ao longo do curso do rio Gavião.

2.2 Método de abordagem e de procedimentos

Inicialmente, foi realizado um levantamento de dados secundários através de uma revisão bibliográfica sobre a paisagem, geossistema e bacia hidrográfica, incluindo estudos ambientais, socioeconômicos e históricos. Esta etapa envolveu a consulta a livros, artigos científicos, relatórios técnicos, dissertações, teses e documentos de órgãos governamentais, bem como a coleta de dados geoespaciais disponíveis de instituições como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Agência Nacional de Águas

e Saneamento Básico (ANA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), United States Geological Survey (USGS) e órgãos federais e estaduais.

O segundo passo consistiu na análise de imagens de satélite, que formaram uma parte fundamental da pesquisa. Sendo obtidos dados orbitais de média resolução, provenientes de fontes como o Landsat 8, Copernicus DEM e SRTM. O processamento dessas imagens foram realizados no ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) utilizando o software de geoprocessamento QGIS 3.34.5 e abrangendo etapas de correção atmosférica, classificação supervisionada e não supervisionada, e análise multitemporal.

Na pesquisa foi montado um banco de dados geográfico no SIG, para realização das análises de dados geoespaciais, com elaboração dos mapas temáticos: delimitação da bacia; hierarquia da rede de drenagem; hipsômetria; morfometria da bacia; declividade; uso e cobertura do solo e Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI). Estes dados foram correlacionados com o meio físico, com o uso e cobertura do solo, com a biomassa, áreas degradadas e desflorestadas, as APP (Área de Preservação Permanente) as matas ciliares e as áreas com declividade acima de 45° de inclinação, com visa a identificar as áreas de interesse ecológico. Estes dados foram quantificados e gerado tabelas, para as análises estatística (soma, média, máximos, mínimos, amplitude e percentuais), assim como, produção de gráficos.

Os procedimentos metodológicos adotados também envolveram a aplicação de técnicas de geoprocessamento, modelagem espacial e análise de dados fisiográficos e morfométricos da bacia hidrográfica do rio Gavião (BHRG). O processamento e a análise das informações foram realizados no software QGIS 3.34, utilizando Modelos Digitais de Elevação (MDE) do sensor SRTM, com grid de 30m, obtidos por meio do plugin OpenTopography DEM.

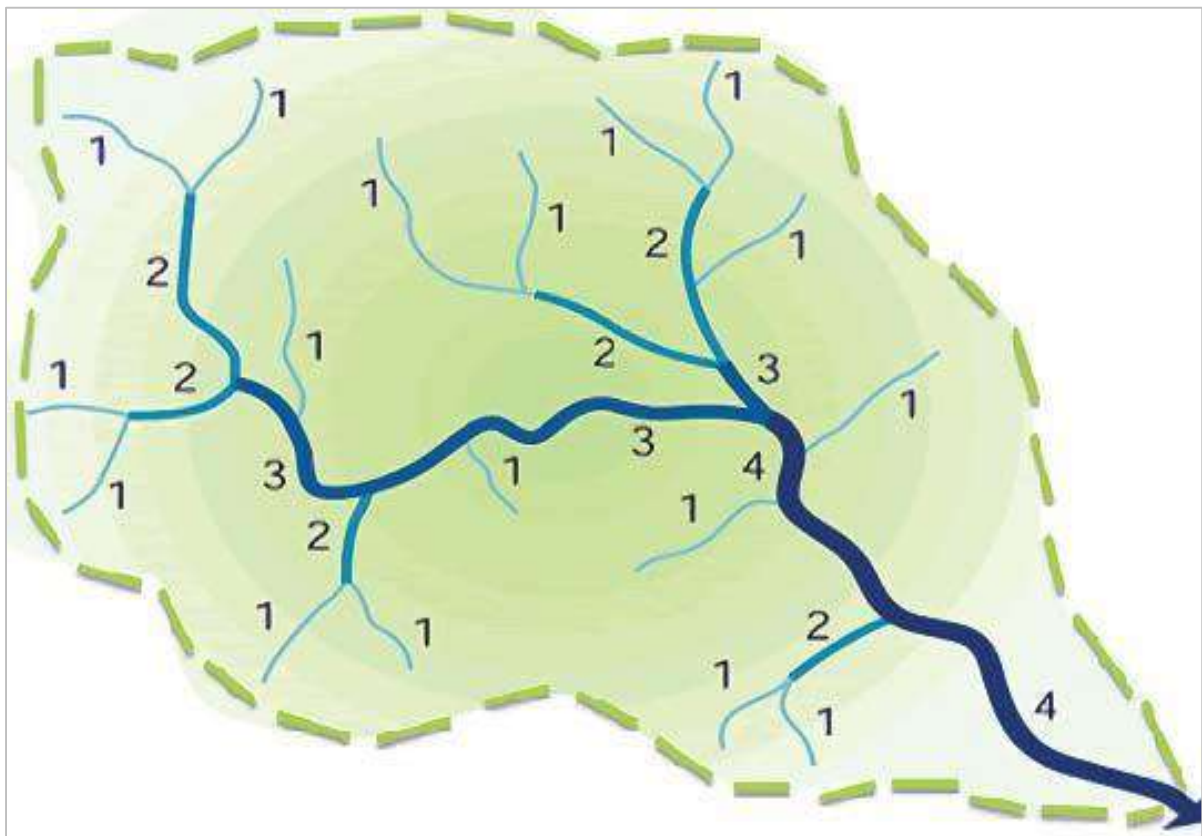
Inicialmente, foi elaborado o mapa de hierarquia dos rios, com base nas técnicas de geoprocessamento e análises espaciais, utilizando modelos digitais de elevação (MDE). Após obtenção dos dados orbitais (radar) na plataforma OpenTopography DEM, as informações foram reprojatados para a projeção métricas de Albers - IBGE, utilizando o método de reamostragem bilinear (4x4 Kernel), considerado o mais adequado para trabalhos com raster de dados contínuos.

Em seguida, realizou-se a correção do MDE para remover possíveis depressões espúrias que são falhas (grande diferença entre cotas), o que é essencial para garantir a precisão na modelagem hidrológica. Essa etapa foi executada no software QGIS, utilizando o modelo Fill Sinking, com um valor mínimo de 0,001 de acordo com Wang e Liu (2006). A correção resultou em um MDE ajustado, pronto para a geração da hierarquia dos cursos d'água.

Posteriormente, foi aplicada no QGIS, o Channel Network and Drainage Basins, onde foi definido o valor mínimo de 5 para a geração das redes de drenagem. Como resultado, obteve-se o arquivo shapefile dos rios, que foi utilizado para categorizar os cursos d'água com base na coluna "ordem" da tabela de atributos. Os rios foram classificados em primeira, segunda, terceira e quarta ordens, de acordo com os critérios encontrados na bacia hidrográfica.

O método de classificação seguiu o sistema hierárquico proposto por Strahler (1952) (Figura 01). Nesse sistema, os cursos d'água de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários, ou seja, se originam diretamente de suas nascentes e deságuam em outro curso d'água. Quando dois cursos de primeira ordem se encontram, formam um rio de segunda ordem. Da mesma forma, a confluência de dois cursos de segunda ordem dá origem a um rio de terceira ordem, e assim sucessivamente.

Figura 01 - Diagrama esquemático da ordem dos cursos de água, segundo Strahler (1952).



Fonte: Afonso; Silva (2014).

A classificação foi realizada de maneira automatizada no QGIS, tomando como base os vértices da rede de drenagem mapeada, para determinar as respectivas ordens dos rios. Esse processo permitiu uma análise espacial organizada da rede hidrográfica, viabilizando os estudos

geográficos e hidrológicos. Este processo culminou na geração de um mapa temático da hierarquia hidrográfica da bacia.

Na caracterização fisiográfica da BHRG, foram calculados a área da bacia, perímetro, comprimento do canal principal e eixo axial, empregando-se o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) Projeção Equivalente de Albers, adaptado pelo IBGE para o Brasil. Para a realização dos cálculos métricos foi necessário a adoção deste sistema de projeção métrica, uma vez que a área da drenagem da bacia situa-se em dois fusos UTM, a zona 23s e 24s, não sendo indicada a projeção UTM. A área total foi obtida com a expressão $\$area/1000000$, enquanto o perímetro foi determinado pelo cálculo $\$perim/1000$. O comprimento do canal principal e do eixo axial foi aferido com a expressão $\$length/1000$, garantindo a conversão para unidades métricas compatíveis.

A partir dos dados do MDE, foram realizadas as analisadas estatísticas do relevo da bacia, como a altimetria, por meio da ferramenta de estatísticas zonais, obtendo-se os valores médios, máximos, mínimos e a amplitude altimétrica. Nessa mesma perspectiva, foram aplicados índices morfométricos para avaliação da forma, eficiência da drenagem e propensão à erosão e enchentes, incluindo coeficiente de compacidade (K_c) - Gravelius (1914) *apud* Horton (1932); fator de forma (K_f) - Horton (1932); índice de circularidade (I_c) - Miller (1953); razão de alongação (\mathcal{R}_e) - Schumm (1956); densidade de drenagem (D_d) - Horton (1932); razão de relevo (R_r) - Schumm (1956); índice de rugosidade (I_r) - Melton (1965); extensão média do escoamento superficial (L_m) – Horton (1945); índice de sinuosidade (I_s) – Leopold; Wolman (1957) e razão de textura (T) - Smith (1950).

Os índices calculados foram: O Coeficiente de Compacidade - *Compactness Coefficient* (K_c), também denominado Índice de Gravelius (Gravelius, 1914 *apud* Horton, 1932), é um parâmetro amplamente utilizado em estudos hidrológicos para caracterizar a forma de uma bacia hidrográfica, relacionando-a a um círculo de área equivalente. Esse coeficiente, sendo um índice adimensional, não possui unidade de medida e expressa a relação entre o perímetro da bacia e sua área drenada. Sua aplicação permite inferências acerca da eficiência da drenagem da bacia e do tempo de concentração das águas pluviais. Para a realização do cálculo, é necessário que a área e o perímetro da bacia estejam expressos na mesma unidade de medida, preferencialmente em quilômetros quadrados (km^2).

O coeficiente de compacidade é obtido por meio da seguinte equação:

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Onde K_c representa o Coeficiente de Compacidade, P é o perímetro da bacia hidrográfica, expresso em quilômetros (km), A corresponde à área da bacia hidrográfica, em quilômetros quadrados (km^2), e o fator 0,28 é uma constante empírica aplicada na equação.

A compreensão do Coeficiente de Compacidade está diretamente relacionada à forma da bacia hidrográfica. Quando o valor de K_c é superior a 1,00, a bacia apresenta uma configuração mais alongada, o que indica um menor risco de enchentes rápidas, pois a água precipitada tende a escoar de forma mais distribuída ao longo do tempo. Por outro lado, quando K_c assume valores inferiores a 1,00, a bacia possui uma forma mais circular, favorecendo um escoamento mais rápido e, conseqüentemente, aumentando o risco de enchentes, uma vez que o tempo de concentração da água pluvial é reduzido.

Já o Fator de Forma - *Form factor* (K_f ; Horton, 1932) é um parâmetro utilizado na hidrologia para avaliar a geometria de uma bacia hidrográfica, fornecendo informações sobre a relação entre sua área e o quadrado de seu comprimento axial. Esse índice permite analisar a eficiência da drenagem e compreender a tendência da bacia em concentrar ou dispersar o escoamento superficial. O K_f também é um índice adimensional e sua magnitude indica a forma da bacia: quanto mais próximo de 1, mais arredondada ela é, favorecendo um escoamento superficial mais rápido e aumentando o risco de enchentes. Em contrapartida, valores próximos a 0 indicam uma bacia mais alongada, o que resulta em um escoamento mais distribuído ao longo do tempo, reduzindo os riscos de inundações súbitas e permitindo maior infiltração da água no solo.

Para a determinação do Fator de Forma, é necessário que os valores da área da bacia hidrográfica (A) e do comprimento axial (L) estejam expressos na mesma unidade de medida, preferencialmente em quilômetros quadrados (km^2) e quilômetros (km), respectivamente. O cálculo é realizado por meio da seguinte equação:

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

No qual K_f representa o Fator de Forma, A corresponde à área da bacia hidrográfica, expressa em quilômetros quadrados (km^2), e L refere-se ao comprimento axial da bacia, medido em quilômetros (km).

Dando continuidade à caracterização morfométrica das bacias hidrográficas, outro parâmetro relevante é o Índice de Circularidade - *Circularity Ratio* (I_c ; Miller, 1953), que mede o grau de proximidade da forma de uma bacia em relação a um círculo perfeito. Esse índice serve para avaliar a tendência da bacia em concentrar ou distribuir o escoamento superficial, sendo utilizado em estudos hidrológicos e no planejamento ambiental. Assim como o K_c , o I_c varia entre 0 e 1, aproximando-se de 1 a bacia apresenta um formato mais circular, o que favorece um escoamento concentrado e rápido, aumentando o risco de enchentes. Em contrapartida, valores menores indicam bacias mais alongadas, resultando em um escoamento mais distribuído ao longo do tempo e reduzindo a probabilidade de inundações súbitas.

O cálculo desse índice requer os valores do perímetro da bacia hidrográfica (P) e de sua área (A), ambos expressos na mesma unidade de medida, preferencialmente em quilômetros quadrados (km²) e quilômetros (km), respectivamente. A fórmula utilizada é dada por:

A fórmula utilizada para calcular o Índice de Circularidade é:

$$Ic = 12,57 \times \frac{A}{P^2} \quad (3)$$

Dessa forma, Ic representa o Índice de Circularidade, A corresponde à área da bacia hidrográfica (km²) e P refere-se ao perímetro da bacia (km).

Outrossim, a Razão de Elongação - *Elongation Ratio* (Re; Schumm,1956) é um índice utilizado na hidrologia para medir a forma de uma bacia hidrográfica, indicando o grau de alongamento da mesma. Esse coeficiente permite avaliar a tendência da bacia em concentrar ou distribuir o escoamento superficial ao longo do tempo. Ele é definido como a relação entre o diâmetro do círculo de área equivalente à da bacia e o comprimento de seu eixo axial. Assim como o Kc, esse índice está associado à susceptibilidade da bacia a enchentes, sendo que valores mais elevados indicam maior propensão a escoamentos rápidos e valores menores sugerem uma menor susceptibilidade a inundações.

O cálculo da Re requer os valores da área da bacia hidrográfica (A) e do comprimento do eixo axial (L'), ambos expressos na mesma unidade de medida. A fórmula aplicada é:

$$R_e = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L'} \quad (4)$$

Assim, Re representa a Razão de Elongação, A corresponde à área da bacia hidrográfica (km²), L' refere-se ao comprimento da bacia (km) e o fator 1,128 é um coeficiente empírico utilizado para padronização do cálculo.

A interpretação desse índice está diretamente associada à morfologia da bacia e suas implicações hidrológicas. Quando Re assume valores superiores a 0,75, a bacia apresenta uma forma mais circular, favorecendo um escoamento superficial mais rápido e, conseqüentemente, maior propensão a enchentes. Por outro lado, valores inferiores a 0,75 indicam bacias mais alongadas, caracterizadas por um escoamento mais distribuído ao longo do tempo e menor risco de enchentes repentinas.

Da mesma forma, a Densidade de Drenagem - *Drainage Density* (Dd; Horton, 1932) é um parâmetro hidrológico que mede a relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma bacia hidrográfica e sua área total. Esse índice é utilizado para avaliar a eficiência da drenagem da bacia e sua capacidade de escoamento superficial. Além da forma, a análise da

bacia pode considerar o relevo, sendo que a densidade de drenagem reflete a relação entre o comprimento total de todos os canais da rede de drenagem (L_{tot}) e a área da bacia (A).

A equação empregada para o cálculo da densidade de drenagem é:

$$D_d = \frac{L_{tot}}{A} \quad (5)$$

Onde D_d representa a Densidade de Drenagem (km^2), L_{tot} corresponde ao comprimento total dos cursos d'água da bacia hidrográfica (km) e A é a área da bacia hidrográfica (km^2).

A análise desse índice está associada às características do solo e do relevo da bacia. Valores elevados de D_d indicam bacias com maior fragmentação da rede de drenagem, geralmente associadas a solos pouco permeáveis e a um escoamento superficial mais acentuado. Já valores baixos sugerem uma menor fragmentação da rede hidrográfica, o que pode estar relacionado a solos mais permeáveis e maior infiltração da água no solo.

Nessa mesma perspectiva, a Razão de Relevo - *Relief Ratio* (R_r ; Melton, 1957) também é um parâmetro utilizado na hidrologia, só que para analisar a declividade média do rio principal em uma bacia hidrográfica. Esse índice permite avaliar a energia do relevo e o potencial erosivo das águas que escoam pela bacia. Quanto maior a razão de relevo, maior a declividade do rio e, conseqüentemente, maior a velocidade da água e o potencial de erosão. A razão de relevo ou declividade do rio principal é obtida pela relação entre a amplitude altimétrica (ΔH) e o comprimento do rio principal (L'), sem considerar sua sinuosidade. Para o cálculo desse índice, é necessário que os valores de ΔH e L' estejam na mesma unidade de medida (km ou m).

A equação utilizada para calcular a razão de relevo é:

$$R_r = \frac{\Delta H}{L'} \quad (6)$$

A leitura desse índice está relacionada ao relevo da bacia hidrográfica. Valores elevados de R_r indicam um terreno mais íngreme, com escoamento mais rápido e maior risco de erosão e enchentes. Por outro lado, valores baixos sugerem um relevo mais suave, resultando em um escoamento mais lento e menor potencial erosivo.

Ademais, o Índice de Rugosidade (I_r ; Schumm, 1956) é um parâmetro que relaciona o desnível topográfico de uma bacia hidrográfica com sua densidade de drenagem. Ele indica o grau de irregularidade do relevo e a complexidade da rede de drenagem. Quanto maior o valor desse índice, mais acidentado e fragmentado é o terreno, influenciando diretamente os processos de escoamento superficial e erosão.

A equação utilizada para calcular o Índice de Rugosidade é:

$$I_r = \Delta H \times D_d \quad (7)$$

Esse índice permite avaliar a dinâmica do relevo e do escoamento superficial. Valores elevados de Ir indicam um relevo mais acidentado, com maior susceptibilidade à erosão e maior influência na velocidade do escoamento superficial. Já valores mais baixos sugerem um relevo mais plano, onde o escoamento ocorre de forma mais distribuída e menos intensa.

Já, a Densidade Hidrográfica - *Stream Frequency* (Dh; Horton 1932; 1945) é um índice que expressa a quantidade de cursos d'água em uma determinada área, indicando a fragmentação da drenagem dentro de uma bacia hidrográfica. Esse parâmetro é importante para compreender a capacidade de escoamento da água e a influência do relevo na drenagem da região.

A equação utilizada para calcular a Densidade Hidrográfica é:

$$Dh = \frac{N_t}{A} \quad (8)$$

Esse índice permite avaliar a fragmentação da rede de drenagem. Valores elevados de Dh indicam uma bacia hidrográfica com muitos cursos d'água, geralmente associada a solos impermeáveis e maior escoamento superficial. Já valores mais baixos sugerem uma menor fragmentação da drenagem, comum em regiões com solos mais permeáveis, onde a infiltração é predominante.

Outro índice é a Extensão Média do Escoamento Superficial - *Length of Overland Flow* (Lm; Horton, 1945) é um parâmetro que representa a distância média que a água percorre sobre a superfície antes de infiltrar no solo ou atingir um curso d'água. Esse índice é útil para entender a dinâmica do escoamento em uma bacia hidrográfica e sua relação com o relevo e a permeabilidade do solo.

A equação para o cálculo da Extensão Média do Escoamento Superficial é:

$$Lm = \frac{A}{4 \times L_{tot}} \quad (9)$$

Onde Lm representa a extensão média do escoamento superficial (km), A é a área da bacia hidrográfica (km²) e Ltot corresponde ao comprimento total dos cursos d'água na bacia hidrográfica (km).

A análise desse índice permite avaliar a eficiência da drenagem na bacia. Valores elevados de Lm indicam que a água percorre distâncias maiores antes de infiltrar ou atingir um curso d'água, o que pode ocorrer em regiões com solo mais permeável ou com menor densidade de drenagem. Já valores mais baixos sugerem que a água percorre distâncias curtas antes de infiltrar ou alcançar um rio, cenário comum em áreas de maior declividade ou solos menos permeáveis.

Da mesma forma, o Índice de Sinuosidade (Is; Leopold; Wolman, 1957) é uma medida que indica o grau de curvatura do curso de um rio em relação à distância em linha reta entre sua

nascente e sua foz. Esse índice é fundamental para entender a morfologia fluvial, diferenciando rios mais retilíneos de rios mais sinuosos.

A equação utilizada para calcular o Índice de Sinuosidade é:

$$I_s = \frac{L}{L'} \quad (10)$$

Assim, esse índice permite avaliar o comportamento da rede de drenagem e os processos associados ao transporte de sedimentos. Valores próximos de 1,0 indicam que o rio é predominantemente reto ou apresenta pouca sinuosidade. Quando o índice está entre 1,0 e 1,5, o curso d'água apresenta sinuosidade moderada. Já valores superiores a 1,5 indicam um rio altamente sinuoso, com muitos meandros, o que pode estar relacionado à baixa declividade do terreno e à predominância de processos deposicionais.

Por fim, a Razão de Textura - *Texture Ratio* (T ; Smith, 1950) é um parâmetro morfométrico que avalia a relação entre o número total de cursos d'água de uma bacia hidrográfica e seu perímetro. Esse índice fornece informações sobre a densidade e o padrão de drenagem da região analisada, permitindo compreender melhor a influência das características do solo e do relevo no desenvolvimento da rede hidrográfica.

A equação para o cálculo da Razão de Textura é:

$$T = \frac{N_t}{P} \quad (11)$$

No qual T representa a razão de textura (adimensional), N_t é o número total de segmentos de drenagem na bacia e P corresponde ao perímetro da bacia hidrográfica (km).

A compreensão desse índice permite avaliar o grau de desenvolvimento da rede de drenagem. Valores elevados de T indicam uma rede de drenagem bem desenvolvida, possivelmente influenciada por alta pluviosidade, solos menos permeáveis ou forte relevo. Já valores baixos sugerem menor densidade de drenagem, geralmente associada a solos mais permeáveis e regiões de menor declividade.

A terceira etapa consistiu na realização de trabalho de campo que foi essencial para complementar os dados obtidos de sensoriamento remoto. Nessa etapa foram realizadas visitas sistemáticas ao campo para observações, no qual foi desenvolvido e aplicado uma listagem de controle (check-list) dos impactos ambientais, baseada nos parâmetros do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o levantamento de pontos de amostragens para avaliação dos impactos.

As observações de campo foram realizadas para documentar e analisar as condições ambientais e o uso do solo nas áreas da bacia. Este método permitiu a identificação de práticas

agrícolas, áreas de desmatamento, erosão do solo e outros fatores que influenciam a saúde ambiental da bacia. As observações diretas forneceram dados complementares, com vista a identificar discrepâncias ou padrões não detectáveis através de outros métodos. De modo complementar, as observações ajudaram a entender melhor a interação entre as atividades humanas e o ambiente natural, oferecendo uma visão prática das dinâmicas ecológicas e socioeconômicas da bacia.

Durante o trabalho de campo, realizaram-se registros fotográficos sistemáticos das características físicas e paisagísticas da bacia do rio Gavião. As imagens constituíram fonte de dados primária para documentar as condições atuais e identificar impactos ambientais, incluindo poluição, degradação de habitats e intervenções antrópicas. Esses registros visuais foram analisados em conjunto com os dados qualitativos e quantitativos coletados, possibilitando a detecção de mudanças ao longo do tempo e a comparação entre setores da bacia.

As integrações de todos os dados coletados foram realizadas por meio da construção de um banco de dados geoespaciais. Este banco de dados integram as imagens orbitais (satélite e radar), mapas temáticos, dados de campo e informações ambientais, no qual possibilitou uma análise espacial avançada identificando áreas críticas de degradação ambiental, padrões de uso do solo e potenciais de conservação.

A delimitação das paisagens homólogas na BHRG, foi realizada com base na integração dos dados físicos e ambientais gerados nas etapas anteriores da pesquisa, tendo como premissa a articulação entre as variáveis geológicas, geomorfológicas, pedológicas, fitofisionômicas, hipsométricas, hidrológicas e de uso da terra.

A base cartográfica utilizada foi o *shapefile* da rede hidrográfica disponibilizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022), recortado para o limite da bacia hidrográfica em ambiente SIG (QGIS 3.32). Essa rede foi empregada como eixo estruturante para a definição das unidades de paisagens.

A partir dessa base, foram observados os padrões morfométricos e espaciais dos cursos d'água, as densidades de drenagem, os padrões de sinuosidade, além da disposição espacial das altitudes e declividades, com suporte na interpretação visual dos mapas temáticos anteriormente produzidos (geologia, geomorfologia, pedologia, uso e cobertura do solo e NDVI). O critério de homogeneidade paisagística considerou a relação funcional e estrutural entre os elementos naturais da paisagem e a influência antrópica sobre os mesmos.

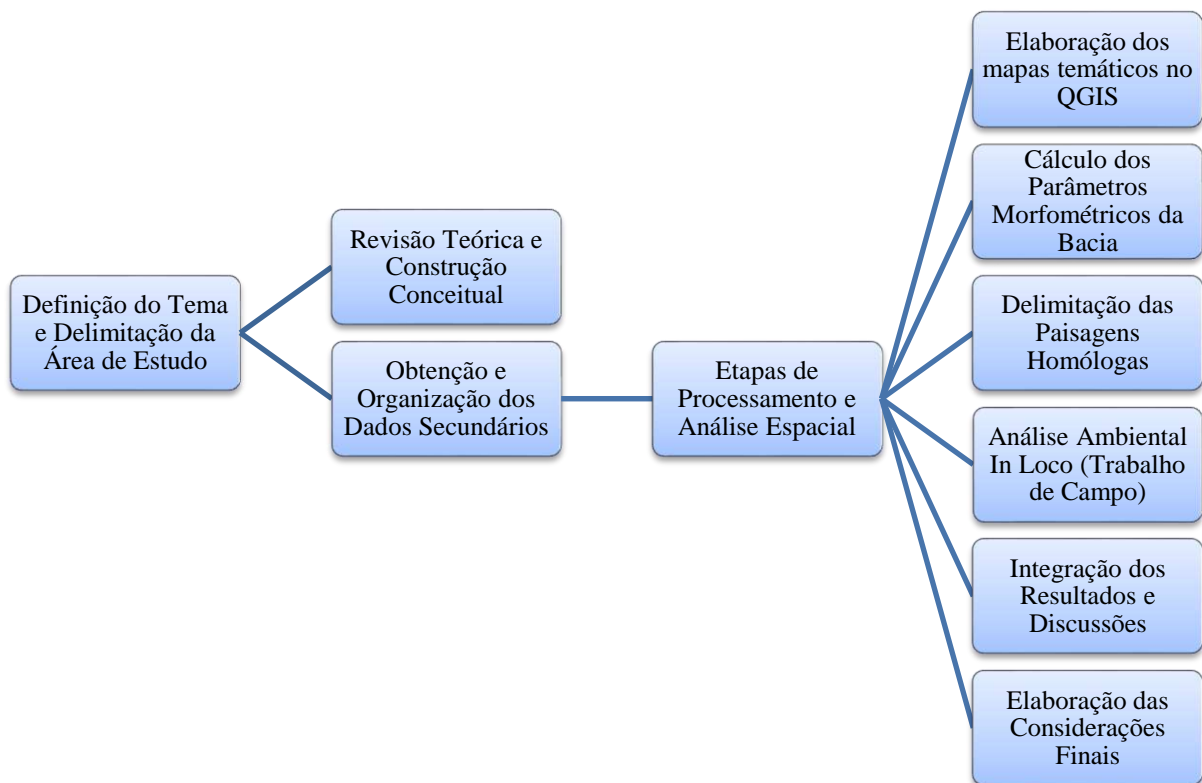
O processo de divisão espacial foi conduzido de forma qualitativa e interpretativa, fundamentado no conceito de paisagens homólogas, conforme discutido por Bernades, Veiga e

Veiga (2022); Veiga, *et al.* (2023). Três paisagens foram delimitadas: Paisagem das Vertentes Cenozoicas Intermitentes, Paisagem dos Patamares Semiáridos do Alto Rio Gavião e Paisagem das Várzeas Erosivas do Médio-Baixo Gavião.

Cada uma dessas paisagens foi posteriormente analisada de forma integrada, considerando os indicadores físico-ambientais previamente obtidos ao longo da dissertação. A abordagem adotada permitiu estabelecer uma leitura sinérgica das unidades internas da bacia, respeitando suas especificidades e revelando os contrastes e interdependências ecológicas.

O organograma do percurso metodológico (Fluxograma 01) sintetiza as etapas que nortearam a condução desta pesquisa, desde a formulação do problema até a integração final dos resultados.

Fluxograma 01 - Percurso Metodológico da Pesquisa.



Fonte: Santos, 2025.

A investigação foi estruturada de forma sistêmica, fundamentada na abordagem geossistêmica e nas metodologias de análise espacial, visando compreender a dinâmica ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião (BHRG).

SEÇÃO III

3 ANÁLISE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

A análise de bacias hidrográficas é essencial para compreensão das interações entre os componentes naturais e as atividades humanas que influenciam a dinâmica desses sistemas. Conforme destaca Morato, *et al* (2019), essa abordagem permite avaliar os impactos dos diferentes usos e ocupações do solo sobre a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, bem como sobre a biodiversidade e os processos geomorfológicos. Conseqüentemente, é possível a identificação de áreas críticas, a avaliação de vulnerabilidades ambientais e a proposição de medidas de conservação e manejo sustentável.

Sob tal perspectiva é possível compreender como os diferentes componentes naturais e humanos interagem, formando um sistema complexo e interdependente. A integração dos elementos do meio físico e biológico com as atividades humanas é essencial para uma análise abrangente das bacias hidrográficas.

Conforme Ross,

[...] o objeto de análise integrada das bacias hidrográficas se compõem pelas componentes da geodiversidade, ou seja do relevo, dos solos, da base geológica, recursos hídricos, climas e suas interações com os componentes da biodiversidade ou seja da flora e fauna, quer sejam terrestre, aérea ou aquática e suas interdependências e como estas variáveis combinadas são o suporte que dão base para a sócio-diversidade dos humanos que habitam os diferentes ambientes, tanto na perspectiva econômica, como cultural e social (Ross, 2019, p. 32-33).

A compreensão dessa interação entre os elementos naturais, como relevo, solos, base geológica, climas e biodiversidade, com a sócio-diversidade humana, é essencial para o planejamento ambiental e territorial. Essa integração possibilita observar como os sistemas naturais servem de suporte para a manutenção de atividades sociais, culturais e econômicas.

Em escala global, diversos estudos têm demonstrado que a organização do relevo e da rede de drenagem determina grande parte do comportamento hidrológico e geomorfológico das bacias. Montgomery e Dietrich (1992), em “*Channel initiation and the problem of landscape scale*”, explicam que a formação e a morfologia dos canais fluviais estão intimamente associadas aos processos de erosão e acumulação nas vertentes, configurando uma estrutura espacial que controla o fluxo de energia e sedimentos. Essa interdependência entre relevo e drenagem é igualmente destacada por Abrahams (1984), que, em “*Channel networks: A geomorphological*

perspective”, defende que as redes fluviais representam sistemas auto-organizados, cuja geometria reflete as condições de equilíbrio entre processos endógenos e exógenos.

As bacias hidrográficas são frequentemente consideradas unidades geográficas fundamentais para o planejamento e a gestão ambiental, uma vez que permitem uma visão ampla dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. De acordo com Gorayeb e Pereira (2014), a análise integrada das paisagens de bacias hidrográficas possibilita a identificação de áreas críticas e a proposição de medidas de conservação e manejo sustentável.

Ademais, a abordagem integrada em bacias hidrográficas facilita o desenvolvimento de estratégias que conciliem o desenvolvimento socioeconômico com a preservação dos recursos naturais, através dessa metodologia que leva em consideração os aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos como partes interconectadas, contribuindo para a compreensão das interações que moldam as paisagens e os ecossistemas.

Sendo assim, esse tipo de análise em bacias hidrográficas representa uma ferramenta fundamental para o planejamento ambiental, uma vez que incorpora diferentes perspectivas e metodologias, ela não apenas promove a sustentabilidade ambiental, mas também orienta a formulação de políticas e ações de gestão que assegurem o equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a conservação dos recursos naturais.

3.1 A bacia hidrográfica no contexto da Ciência Geográfica

A ciência geográfica tem como principal objeto de estudo o espaço geográfico, sendo este, lugar de muitos conflitos e transformações, tanto de caráter natural como humano. Em decorrência disso, a Geografia está inclusa no rol das ciências humanas e das ciências exatas e da natureza, tendo como finalidade o estudo das relações decorrente entre a sociedade e a natureza.

A sistematização da Geografia se inicia a partir do conhecimento efetivo de todo o planeta, baseando na construção do espaço mundial das relações, no qual os conhecimentos da terra representam o surgimento das reflexões concretas sobre o espaço. Essas representações reais (empíricas) da superfície terrestre que começa a surgir com as grandes navegações na descoberta de novos territórios (terras) (Moraes, 1882).

Diante da ampla abrangência da ciência geográfica e de sua capacidade de integrar diferentes campos do conhecimento com vista a compreensão das relações entre sociedade e natureza, as bacias hidrográficas despontam como recortes espaciais fundamentais para análise. Ao

unir elementos físicos, biológicos e sociais em uma perspectiva integradora, as bacias hidrográficas oferecem à Geografia um objeto de estudo que busca compreender as dinâmicas socioambientais e territoriais, permitindo, assim, abordar questões como o uso dos recursos naturais, os impactos das atividades humanas e os desafios relacionados ao planejamento e à gestão ambiental.

O estudo das bacias hidrográficas consolidou-se como uma abordagem fundamental na ciência geográfica, permitindo a compreensão integrada das interações entre os componentes físicos e sociais do território. Dessa forma, essa unidade espacial tornou-se essencial para análises ambientais, planejamento territorial e gestão dos recursos hídricos.

Historicamente, a geografia sempre esteve intrinsecamente ligada ao estudo das bacias hidrográficas, uma vez que as civilizações humanas se desenvolveram ao longo de grandes rios e suas planícies de inundação. A bacia do rio Nilo, por exemplo, foi o berço da civilização egípcia, enquanto os rios Tigre e Eufrates abrigaram a Mesopotâmia, considerada o "berço da civilização".

Uma bacia hidrográfica é uma unidade territorial importante para a compreensão e gestão dos recursos hídricos. Pode ser compreendida como um sistema natural de drenagem, no qual toda a água das chuvas que incide sobre a superfície converge para um ponto comum de escoamento, seja um rio principal, um lago ou mesmo o oceano. No entanto, essa rede hídrica não atua isoladamente, estando diretamente conectada às águas subterrâneas, formando um sistema integrado que é constantemente transformado pelas ações humanas.

Ao tratar sobre hidrografia, Santos considera que:

Bacia Hidrográfica ou bacia de drenagem representa um sistema complexo de vertentes, canais que drena uma dada área e transfere um volume de água, expresso em metros cúbicos (m³) ou litros por segundo (l/s) até alcançar o exutório; estando interrelacionado ao subsistema de águas subterrâneas, ambos transformados pelo rol de atividades e ações políticas, socioeconômicas, institucionais, culturais e tecnológicas. Este sistema é compreendido como unidade de análise, planejamento e gestão dos recursos hídricos/ambiental ou unidade de ordenamento do território, ao considerar as interações entre os sistemas físico-naturais e os sistemas humanos (Santos, 2017, p. 9).

Nessa definição, o conceito de bacia hidrográfica assume uma abordagem sistêmica e integrada, destacando-se como uma unidade funcional que engloba tanto os processos naturais quanto as interações humanas que moldam o território. Na concepção apresentada por Santos (2017), se destaca a complexidade do sistema, no qual vertentes, canais e águas subterrâneas estão intrinsecamente conectados, formando uma rede dinâmica influenciada por fatores políticos, socioeconômicos, institucionais e culturais. Ao incorporar essas múltiplas dimensões, a bacia hidrográfica transcende sua função de drenagem hídrica, tornando-se uma unidade essencial para o planejamento territorial e para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Já para Streveux (2017), uma rede de drenagem ou hidrográfica consiste em um conjunto de canais que não apenas transportam água, mas também sedimentos através de um rio principal e seus afluentes. Esse sistema fluvial opera de maneira interconectada, integrando corpos d'água e relevo, com a gravidade movimentando a água das áreas mais elevadas para as mais baixas.

Steveux (2017), complementa ao esclarecer que,

A rede de drenagem ou rede hidrográfica constitui os sistemas de canais para o transporte de água e sedimento formado pelo rio principal e seus tributários que drenam uma determinada área. Essa rede não necessariamente coincide com a totalidade da bacia de drenagem, que, como visto, inclui, além dos canais, outros tipos de escoamento (subterrâneo e laminar de vertente). A rede de drenagem conforma-se por uma sequência de canais fluviais interconectados nos quais a água se movimenta por gravidade. Partindo das porções mais elevadas da bacia, os canais juntam-se sucessivamente para formar cursos de maior porte, sendo construída uma rede de canais hierarquizados (Steveux, 2017, p. 45).

A estrutura de uma bacia hidrográfica abrange diversos componentes como o curso d'água principal, os afluentes, as áreas de nascente, as zonas de recarga de aquíferos e as planícies de inundação, cuja interação mantém o equilíbrio hidrológico e ecológico.

No contexto da ciência geográfica, o conceito de bacia hidrográfica evoluiu para além de sua definição física, incorporando análises que consideram as dinâmicas ecológicas, sociais e econômicas presentes nesse espaço. Conforme observado em Liu, *et al.* (2016 p. 987, 968), “*a watershed is a topographically delineated area that is drained by a stream system ... a biophysical unit, and a holistic ecosystem in terms of the materials, energy, and information that flow through it*”. Essa definição evidencia que, para além dos limites físicos, a bacia hidrográfica como unidade de paisagem incorpora aspectos de fluxo de matéria, energia e interações entre componentes bióticos e abióticos, o que amplia sua aplicação como unidade de planejamento ambiental.

Assim, a bacia hidrográfica também é vista como uma unidade de planejamento integrada, capaz de atender às demandas de sustentabilidade ambiental e desenvolvimento econômico. Segundo Gorayeb e Pereira (2014), a integração entre os aspectos físicos e humanos na análise de bacias é essencial para identificar vulnerabilidades ambientais e propor soluções adequadas. Isso se alinha à perspectiva de que as bacias podem ser utilizadas como ferramentas de planejamento territorial, oferecendo uma base para o gerenciamento racional dos recursos naturais e para a promoção do bem-estar das populações locais.

Christofolletti (1999), tratando sobre a complexidade e a interdependência dos processos naturais e antrópicos que ocorrem dentro das bacias hidrográficas, salienta que as bacias hidrográficas são áreas essenciais para a conservação ambiental, pois integram aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos, refletindo diretamente as interações entre a sociedade e o meio ambiente.

A análise das bacias hidrográficas permite identificar padrões de uso e cobertura do solo, áreas de vulnerabilidade ambiental, e os processos ecológicos que sustentam a funcionalidade das bacias. Nesta perspectiva, Porto e Porto (2008, p. 43), argumentam que " a questão central que deve reger a gestão é a integração dos vários aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos e na sua proteção ambiental". Sob tal perspectiva a análise integrada é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão e conservação dos recursos hídricos, pois considera as complexas interações entre os componentes físicos, biológicos e sociais das bacias hidrográficas.

A bacia hidrográfica, enquanto unidade de análise integrada, desempenha um papel fundamental na compreensão das interações entre os elementos naturais e antrópicos que moldam os territórios, no qual essa abordagem permite identificar as potencialidades e limitações dos recursos naturais, bem como subsidiar a elaboração de ações voltadas à gestão ambiental sustentável.

Como destaca Ross (2019),

O objetivo geográfico geral desse entendimento integrativo sociedade-natureza consiste em obter um conjunto de informações elaboradas e organizadas de forma tal que se consubstancie em documentos, a partir do qual é possível desenvolver ações de planejamento e gestão ambiental para os diferentes espaços territoriais com a finalidade de conservar, preservar e recuperar a natureza e, ao mesmo tempo, não cercear, mas pelo contrário, estimular o desenvolvimento econômico e social com bases sustentáveis (Ross, 2019, p. 28).

Nesse contexto, a análise geográfica das bacias hidrográficas apresenta-se como uma ferramenta essencial para o planejamento territorial, uma vez que integra variáveis naturais e sociais em um recorte espacial coeso.

Ross, reforça que,

Os produtos da pesquisa geográfica devem ser espacializáveis no território e no tempo histórico, objeto da análise, como por exemplo uma bacia hidrográfica, que por si só define uma unidade ambiental natural integrada a partir de uma das variáveis da natureza, o rio principal e seus afluentes que se inter-relacionam com a dinâmica climática, com o relevo, os solos, a base geológica e a cobertura viva vegetal natural ou introduzida pelas atividades humanas (Ross, 2019, p. 29).

Desse modo, é perceptível a relevância das bacias como unidades de análise para compreender as dinâmicas espaciais e temporais em um sistema integrado. Ademais, a vulnerabilidade ambiental das bacias hidrográficas é um aspecto que deve ser considerado nas análises geográficas, especialmente frente à exploração predatória dos recursos naturais.

Santos e Martins, alertam que,

Dadas as características fisiográficas e a exploração econômica e predatória dos recursos da natureza, pode-se dizer que os sistemas de bacias hidrográficas

encontram-se cada vez mais instáveis e isso resulta no aumento da vulnerabilidade do meio ecológico, ameaças e riscos de desastres (Santos e Martins, 2019, p. 77).

Essa instabilidade põe em questão a necessidade de intervenções planejadas que considerem a relação entre as dinâmicas naturais e antrópicas para minimizar os impactos ambientais e sociais. Outrossim, a compreensão das dinâmicas de uma bacia hidrográfica é crucial para a gestão sustentável dos recursos hídricos, já que estas áreas são suscetíveis a impactos como a poluição, a erosão do solo, e a alteração dos regimes hidrológicos devido a atividades humanas.

Por fim, a importância da ciência geográfica no estudo das bacias hidrográficas está na sua capacidade de oferecer ferramentas teóricas e metodológicas para compreensão dos processos complexos que ocorrem nesses espaços. Portanto, a geografia tem o papel de integrar diferentes dimensões do conhecimento, desde as ciências naturais até as ciências sociais, fundamentando abordagens que permitam a gestão eficiente e sustentável dos territórios. Dessa forma, o estudo das bacias hidrográficas sob o viés geográfico desponta-se como uma ferramenta de significativa relevância para a formulação de políticas públicas e também para a compreensão das dinâmicas socioambientais em escala local, regional e global.

A bacia hidrográfica é compreendida como um recorte espacial, essencial para o entendimento das dinâmicas socioambientais, torna-se imprescindível aprofundar a análise por meio de categorias geográficas que possibilitem uma leitura mais integrada e detalhada desse espaço. Nesse sentido, a paisagem emerge como uma categoria fundamental, pois permite articular os elementos naturais e sociais que compõem a bacia, possibilitando uma abordagem holística e crítica, como ferramenta teórico-metodológica na análise das bacias hidrográficas.

3.2 A Categoria de Paisagem na análise de bacia hidrográficas

A ciência geográfica tem como um dos seus objetivos, entender as relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza. Originada da necessidade de explorar e descrever o mundo, a geografia evoluiu para incorporar diversas áreas do conhecimento. Por conseguinte, esta ciência está incluída no rol das ciências humanas e das ciências exatas e da terra, tendo como finalidade o estudo das relações decorrentes entre a relação sociedade e natureza. Essa interdisciplinaridade permite uma compreensão holística das questões ambientais e sociais, integrando conhecimentos de geologia, biologia, sociologia, economia e muitas outras áreas do saber.

O estudo de paisagem tem sido central na geografia desde o século XIX, servindo como uma chave para entender as complexas relações sociais e naturais em um determinado espaço.

Conforme afirma Schier,

A discussão da paisagem é um tema antigo na geografia. Desde o século XIX, a paisagem vem sendo discutida para se entenderem as relações sociais e naturais em um determinado espaço. Dentro da geografia, a interpretação do que é uma paisagem diverge dentro das múltiplas abordagens geográficas. Observa-se que existem certas tendências 'nacionais' mostrando que o entendimento do conceito depende, em muito, das influências culturais e discursivas entre os geógrafos (Schier, 2003, p.80).

O estudo da paisagem ressalta a diversidade de perspectivas e interpretações que o cercam, refletindo as variadas influências culturais e teóricas que moldam o pensamento geográfico. A paisagem não é apenas um conjunto de elementos físicos, mas também uma construção cultural e social que revela as interações entre os seres humanos e o meio ambiente.

A paisagem, ao longo do desenvolvimento do pensamento geográfico, tem sido um conceito central para a compreensão das interações entre os elementos naturais e as atividades humanas. Seu estudo permite não apenas a análise da configuração espacial dos territórios, mas também a interpretação das dinâmicas sociais e ambientais que os moldam. Nesse sentido, a paisagem é mais do que a simples expressão visual do espaço, sendo um reflexo das relações complexas que estruturam o espaço geográfico.

Como destaca Souza,

A paisagem em si passou a ser vista como expressão da complexidade dos fenômenos geográficos, em que partimos da aparência dos fenômenos para compreendermos, na realidade, a sua essência. Então, nos dias atuais, podemos afirmar que a paisagem sempre foi uma porta de entrada para as análises geográficas. Mesmo de modo indireto, porém, nunca passando despercebida. Se nos dedicamos a pesquisar um determinado objeto é porque de alguma forma ele nos desafia, incomoda, questiona e nos gera o desejo de decifrar seus 'enigmas' possivelmente mascarados por alguns 'estigmas' que a nossa percepção mais imediata pode conferir a este objeto (Souza, 2011, p. 96).

Dessa forma, o conceito de paisagem se estabelece como um dos pilares da ciência geográfica, funcionando como uma ferramenta analítica essencial para compreender as dinâmicas espaciais. Sua abordagem envolve tanto os fatores físicos, como relevo, hidrografia e vegetação, quanto os elementos socioculturais, que evidenciam a interação entre a sociedade e o ambiente natural. Ao estudar a paisagem, pode se revelar as mudanças espaciais e temporais deflagradas por processos naturais e humanos e proporcionar insights sobre a sustentabilidade ambiental e a gestão de recursos naturais.

Bertrand, pontua que o estudo da paisagem não constitui em uma análise tão simples, pois,

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (Bertrand, 2004, p.141).

De modo geral, pode-se entender que o estudo da paisagem na Geografia é obtido através da correlação dos elementos naturais, biológicos e humanos, já que estes irão se relacionar de forma dinâmica, criando as diferentes paisagens existentes em dados espaços geográficos. Então, ao fazer um estudo da paisagem, observa-se a dialética existente entre o tipo-indivíduo.

De fato, a paisagem é muito mais do que um simples cenário ou pano de fundo para a atividade humana; é um registro vivo de dinâmicas e interações multifacetadas entre o ambiente físico e as sociedades que ocupam esses habitats. A análise da paisagem nos ajuda a desvendar os padrões complexos e processos que informam sobre a gestão ambiental, incluindo os relativos à distribuição de habitats naturais, a fragmentação de ecossistemas, a erosão do solo e os níveis de poluição da água. Referindo-se aos processos descritos, qualquer paisagem reflete práticas culturais e econômicas, uma vez que diferentes comunidades ajustam suas práticas econômicas ao ambiente e, simultaneamente, transformam os contextos em que vivem e operam.

De modo geral, os estudos da paisagem pelos geógrafos são diferenciados entre paisagem natural e paisagem cultural ou humanizada, sendo definidas conforme descrito por Schier,

A paisagem natural refere-se aos elementos combinados de terreno, vegetação, solo, rios e lagos, enquanto a paisagem cultural, humanizada, inclui todas as modificações feitas pelo homem, como nos espaços urbanos e rurais. De modo geral, o estudo da paisagem exige um enfoque, do qual se pretende fazer uma avaliação definindo o conjunto dos elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade na paisagem (Schier, 2003, p. 80).

O estudo da paisagem pode variar de acordo a abordagem do pesquisador, e com a escala geográfica e temporal. Assim, pode-se compreender que o estudo de determinada paisagem na Geografia é plausível de mudanças, visto que essas são "mutáveis", ou seja, se modificam ao longo do tempo, seja por fenômenos da natureza ou pela ação humana, corroborando com estudos de Schier (2003, p.80), pois, “[...] a transformação da paisagem pelo homem representa um dos elementos principais na sua formação”, determinando desse modo, as rugosidades existentes na paisagem.

A categoria de paisagem ocupa um lugar central nos estudos geográficos por sua capacidade de integrar elementos físicos, biológicos e antrópicos em uma visão dinâmica e abrangente.

Segundo Maximiano (2004, p. 87), “entre os geógrafos há um consenso de que a paisagem, embora tenha sido estudada sob ênfases diferenciadas, resulta da relação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos. E que ela não é apenas um fato natural, mas inclui a existência humana”. Nessa perspectiva, a paisagem é destacada como um produto da interação entre os diversos componentes que constituem um determinado espaço, refletindo a dinâmica das relações sociedade-natureza.

Com o avanço da tecnologia e do conhecimento humano, a paisagem passa a incorporar uma variedade ainda maior de elementos. Maximiano (2004, p. 89), afirma que “na atualidade a paisagem é composta por praticamente tudo o que é possível trazer para dentro do conhecimento e tecnologia humanos, que são os domínios modernos”. Dessa forma, é possível perceber como a paisagem contemporânea está diretamente influenciada pelas inovações tecnológicas e pela capacidade humana de transformar e reorganizar o espaço, criando ambientes que mesclam aspectos naturais e artificiais.

A dinamicidade da paisagem é outro ponto fundamental para sua análise, como observa Maximiano (2004, p. 90), “assim, como objeto do interesse da pesquisa, a paisagem pode ser entendida como o produto das interações entre elementos de origem natural e humana, em um determinado espaço. Estes elementos de paisagem organizam-se de maneira dinâmica, ao longo do tempo e do espaço”. Essa dinamicidade permite identificar padrões diferenciados ou similares, criando um mosaico articulado de arranjos espaciais que podem ser classificados e analisados conforme os interesses do pesquisador.

É importante destacar que a paisagem não deve ser confundida com o espaço geográfico, ainda que esteja intrinsecamente ligada a ele. Para Maximiano (2004, p. 90), “paisagem não é o mesmo que espaço geográfico, mas pode ser compreendida como uma manifestação deste. O espaço é o objeto de estudo da geografia, enquanto a paisagem poderia ser entendida como uma medida multidimensional de compreensão de um lugar”. Sob essa ótica a paisagem é vista como uma ferramenta analítica, que permite compreender as dinâmicas espaciais em diferentes escalas e temporalidades.

Ross (2019, p. 32) complementa ao destacar que “a paisagem, por não ser estática, sua dinâmica está diretamente dependente dos fluxos energéticos e de materiais produzidos ou inerentes à natureza de um lado e de outro pelas alterações desses fluxos produzidos pelas

intervenções humanas”. Essa dinamicidade é essencial para compreender como os processos naturais e antrópicos se articulam na formação e evolução das paisagens.

O estudo da paisagem é fundamental para a análise de bacias hidrográficas, pois permite uma compreensão holística das interações entre os elementos naturais e antrópicos que compõem esses sistemas. Dessa forma, a paisagem, enquanto expressão visível das dinâmicas ambientais e socioeconômicas, oferece uma perspectiva integrada das transformações que ocorrem nas bacias hidrográficas, incluindo aspectos como a qualidade da água, a distribuição de vegetação e os impactos da ocupação humana.

Ao examinar a paisagem, é possível identificar padrões de uso e cobertura do solo, áreas de vulnerabilidade ambiental e os processos ecológicos que sustentam a funcionalidade das bacias hidrográficas. De acordo com Pereira, *et al.* (2019, p. 570), "a análise da paisagem permite uma visão abrangente dos processos ecológicos e das interações humanas que moldam as bacias hidrográficas, fornecendo subsídios importantes para a gestão sustentável desses recursos."

No âmbito das bacias hidrográficas, a análise da paisagem é indispensável, pois permite identificar as variações e diferenças que compõem essas unidades de análise. Ross (2019, p. 32) destaca que “a análise de uma bacia hidrográfica está sempre vinculada às variações e diferenças que as paisagens que compõem a unidade de análise, ou seja, neste caso, a própria bacia”. Essa correlação entre paisagem e bacia hidrográfica é fundamental para entender como os diferentes componentes naturais e humanos interagem em um contexto espacial e funcional integrado.

O enfoque integrado é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de gestão e conservação dos recursos hídricos, uma vez que considera as complexas interações entre os componentes físicos, biológicos e sociais das bacias hidrográficas. Nesta linha, Santos e Almeida (2020, p. 95) afirmam que "A dinâmica da paisagem é um reflexo direto das práticas de uso do solo e das políticas de gestão ambiental, influenciando diretamente a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos nas bacias”.

A categoria de paisagem na análise de bacias hidrográficas oferece uma perspectiva ampla e multidimensional que é essencial para o planejamento e a gestão ambiental. Ao integrar elementos físicos, biológicos e sociais, a paisagem se apresenta como uma ferramenta analítica indispensável para compreender as dinâmicas espaciais e temporais que moldam os territórios.

A compreensão das bacias hidrográficas por meio da categoria de paisagem destaca a importância de integrar múltiplas dimensões que moldam os territórios, contudo, para aprofundar essa análise e potencializar sua aplicação prática, é necessário considerar uma abordagem que conecte diretamente os aspectos naturais e antrópicos. Nesse contexto, a abordagem geoambiental

surge como uma metodologia capaz de agregar os diferentes elementos que compõem as bacias hidrográficas, permitindo identificar suas potencialidades e fragilidades, com vista a gestão integrada das bacias hidrográficas.

3.3 Abordagem Geoambiental em estudo de bacias hidrográfica

A abordagem geoambiental em estudos de bacias hidrográficas envolve a análise dos componentes físicos, biológicos e socioeconômicos que influenciam a dinâmica desses sistemas. Sobre essa perspectiva é possível identificar áreas vulneráveis e propor medidas de conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

A integração de informações espaciais é fundamental para o entendimento das interações entre os diversos elementos que compõem uma bacia hidrográfica. Nesta linha, Santos e Souza, salientam que:

Os sistemas ambientais são identificados e hierarquizados conforme a inter-relação dos seus componentes geoambientais, suas dimensões e características de origem e evolução. Considerando a diversidade interna dos sistemas, são delimitadas as unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações que configura, espacialmente, os subsistemas. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado para a delimitação das subunidades, em decorrência da exposição de padrões fisionômicos uniformes ou de relativa homogeneidade (Santos; Souza, 2014, p. 222-223).

Nesse sentido, uma abordagem geoambiental interdisciplinar permite uma compreensão mais abrangente das dinâmicas ambientais. De modo complementar, também auxilia na detecção de fragilidades nos atributos físicos das bacias, fundamentando os estudos que busca integrar os elementos geobiofísicos em acordo com a unidade de análise, escala e dimensão territorial envolvida.

Os principais elementos analisados nessa abordagem incluem o relevo, o solo, os recursos hídricos, a cobertura vegetal e o uso do solo. Esses componentes atuam de forma interdependente, influenciando diretamente a dinâmica ambiental de uma bacia hidrográfica.

Costa, *et al.*, salienta que,

A bacia hidrográfica, enquanto unidade natural, pode ser concebida como célula básica de análise ambiental, que permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem, principalmente no que se refere aos diversos fluxos de matéria e energia. Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica pode ser considerada como uma área drenada por uma rede de canais fluviais, influenciados por diversas características topográficas, litológicas, tectônicas, de solos, de vegetação, além dos padrões de uso e ocupação (Costa et al., 2016, p. 30).

Nesse contexto, o relevo é um fator que condiciona a organização e o funcionamento de uma bacia hidrográfica, determinando a direção do fluxo hídrico e a disposição dos canais de

drenagem, evidenciando como a configuração geomorfológica influencia os processos de escoamento e a distribuição dos recursos hídricos.

Os solos desempenham um papel importante na retenção de água, na recarga de aquíferos e no suporte à cobertura vegetal. Uma vez que, o solo, enquanto interface dinâmica entre a litosfera, a biosfera e a atmosfera, regula processos fundamentais como a infiltração, o armazenamento e a percolação de água, sendo essencial à sustentabilidade dos ecossistemas e das atividades humanas. Segundo Cheng *et al.*, 2021, o solo atua como um regulador natural da água, armazenando-a, promovendo sua infiltração e percolação, além de mitigar o escoamento superficial e contribuir para o reabastecimento dos aquíferos, o que reforça sua função ecológica central.

Outro elemento fundamental é a cobertura vegetal, que atua como um regulador dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos, uma vez que a vegetação contribui para a proteção do solo contra a erosão, a modulação do microclima e a manutenção da biodiversidade, sendo indispensável para o equilíbrio ambiental em bacias hidrográficas.

Por fim, o uso e a ocupação do solo refletem diretamente a interação humana com os sistemas naturais, já que as mudanças no uso do solo, especialmente aquelas relacionadas à expansão agrícola e urbana, alteram significativamente a dinâmica hidrológica e ecológica das bacias, aumentando a suscetibilidade a processos erosivos e à degradação ambiental.

A abordagem geoambiental desponta como uma ferramenta essencial para a gestão integrada dos territórios e dos recursos naturais. Ao considerar as interações entre os componentes físicos, biológicos e sociais de uma bacia hidrográfica, essa abordagem possibilita a elaboração de estratégias voltadas ao uso sustentável do solo, à conservação dos recursos hídricos e à recuperação ambiental de áreas degradadas. Os estudos geoambiental em bacias é crucial para identificar os conflitos de uso e propor soluções que atendam tanto às demandas econômicas quanto à preservação ambiental.

A identificação de áreas prioritárias para conservação é outro aspecto central da abordagem geoambiental. Ao analisar os elementos naturais e antrópicos de uma bacia hidrográfica, é possível mapear áreas vulneráveis, como zonas de recarga de aquíferos, margens de rios sujeitas a erosão e fragmentos de vegetação nativa em risco.

A promoção do equilíbrio entre conservação e desenvolvimento é um dos maiores desafios enfrentados pela gestão ambiental contemporânea. A abordagem geoambiental contribui para superar esse desafio ao oferecer uma visão integrada que concilia as necessidades econômicas e sociais com a preservação dos recursos naturais, no qual a sustentabilidade

ambiental não pode ser dissociada das demandas humanas; por isso, é essencial que o planejamento considere os potenciais e os limites do meio ambiente.

A abordagem geoambiental fornece subsídios para a elaboração de planos que valorizem as potencialidades locais, promovam o uso racional dos recursos e minimizem os impactos das atividades humanas. Ao integrar elementos naturais e antrópicos, permite uma análise holística e sistêmica dos territórios, sendo essencial para identificar potencialidades e fragilidades ambientais.

Sendo assim, a paisagem, como manifestação visível das interações entre sociedade e natureza, desempenha um papel importante, como aponta Costa, *et al*,

Decodificar essa paisagem, associando de forma sistêmica os variados elementos naturais e socioeconômicos de forma clara, objetiva e coerente, permite visualizar as potencialidades e fragilidades dos sistemas ambientais, e possibilita a elaboração de prognósticos mediante o estabelecimento de cenários tendenciais e desejáveis mediante as características genéticas e de evolução dos sistemas ambientais (Costa, et al., 2016, p. 34).

Sobre esse viés, é possível perceber a importância de compreender as dinâmicas da paisagem como uma base para a construção de estratégias voltadas ao planejamento ambiental e à gestão sustentável. Ao permitir a elaboração de cenários futuros, essa abordagem não apenas orienta a mitigação de impactos, mas também promove o uso sustentável dos recursos naturais em consonância com as necessidades socioeconômicas de cada escala em análise.

No estudo geoambiental de bacias hidrográficas é possível uma análise sistêmica, tanto da sua estrutura como da dinâmica que a cerca, integrando na realidade ambiental e espacial, assim como, as unidades que a compõem como os aspectos socioeconômicos, bióticos, abióticos e políticos no qual esses vão articularem entre si de maneira conjuntiva.

A análise geoambiental das bacias hidrográficas, ao integrar aspectos socioeconômicos, bióticos, abióticos e políticos, revela a complexidade das interações que estruturam e dinamizam esses territórios. Para aprofundar essa perspectiva sistêmica, é fundamental recorrer ao conceito de geossistema, que oferecem uma abordagem teórica e metodológica capaz de articular os elementos naturais e sociais em uma totalidade dinâmica, como contribuição para a compreensão das inter-relações que moldam essas unidades espaciais.

3.4 Geossistema no estudo de bacias hidrográficas

O estudo fragmentado do ambiente evidenciou limitações significativas, reconhecidas por diversos cientistas desde o surgimento da ciência moderna, onde tornou-se evidente a necessidade

de um conjunto de ideias que pudesse oferecer uma compreensão mais ampla e integrada dos objetos analisados. Neste contexto, surgiu a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), um paradigma alternativo aos modelos reducionistas tradicionais, introduzida ao mundo na década de 1930 pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy.

Para Bertalanffy (1973), a TGS representava uma ferramenta fundamental para compreender elementos, estruturas e processos de maneira inter-relacionada. Essa teoria buscava disponibilizar modelos baseados na integração, capazes de serem aplicados em diferentes campos do conhecimento científico, promovendo uma abordagem sistêmica e interdisciplinar.

A Teoria Geral dos Sistemas trouxe contribuições significativas para diversas áreas do conhecimento, especialmente por sua capacidade de integrar diferentes componentes e processos em uma análise unificada. Essa abordagem se tornou particularmente relevante para estudos que demandam uma visão ampla e interdisciplinar, como ocorre no planejamento ambiental, onde as interações entre elementos naturais e humanos precisam ser compreendidas de forma articulada.

Conforme argumenta Christofletti (1999), o planejamento, tanto ambiental quanto regional, representa um campo de grande potencial para a aplicação da abordagem sistêmica. Isso ocorre porque exige uma perspectiva integrativa, que considera múltiplos temas e escalas de análise, permitindo uma visão abrangente e coerente das dinâmicas que moldam os territórios. Essa característica multi-escalar e multi-temática reforça a importância de um olhar sistêmico para lidar com a complexidade dos processos ambientais e territoriais.

A abordagem sistêmica, aplicada ao planejamento ambiental, destaca-se por sua capacidade de integrar múltiplos componentes em um modelo unificado, capaz de compreender as complexas interações que moldam os territórios. Essa visão, ao considerar a interdependência entre os elementos que compõem um sistema, vai além das análises fragmentadas. Nesse sentido, a concepção de sistema é central para estruturar o pensamento holístico e integrador.

Como explica Evangelista,

O sistema seria, portanto, o conjunto de elementos e suas interações. O modelo sistêmico tenta explicar os fenômenos baseado na interação das unidades elementares para se compreender o todo numa visão holística. Essa abordagem é definida como a concepção de que o todo possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais. A visão holística considera que o fenômeno ao ser analisado deve ser realizado em seu próprio nível hierárquico e não em função do conhecimento adquirido nos componentes de nível inferior. Ela procura entender, portanto o conjunto mais do que suas partes, sugerindo assim que o todo é maior que a soma de seus elementos individuais (Evangelista, 2009, p. 26).

Essa definição reforça a ideia de que, ao analisar os sistemas ambientais, é imprescindível considerar o todo como algo único e interdependente. A visão holística evita a redução dos

fenômenos a partes isoladas, buscando compreender as propriedades emergentes que surgem das interações entre os componentes. Assim, o modelo sistêmico promove uma abordagem que prioriza o entendimento integrado dos processos, como descreve Lopes (2023, p.26), “a abordagem sistêmica deve relacionar nos seus estudos e análises, a complexidade, a totalidade, a contextualização dentre outros, para se ter uma compreensão abrangente, de maneira interativa e dinâmica”.

Dessa forma, a TGS estabelece a base para compreender as dinâmicas ambientais, especialmente no que diz respeito à relação entre homem e natureza, no qual essa abordagem permite analisar como as atividades humanas interferem nos processos naturais, provocando alterações que podem tanto reorganizar quanto desestruturar o espaço em que vivemos. A interação constante entre os elementos antrópicos e naturais transforma o ambiente, criando sistemas que são continuamente modificados por forças internas e externas.

Nesse contexto, Tricart (1977, p. 97) afirma que “o conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente.” Nesse viés, destaca-se a capacidade da TGS de abordar os problemas ambientais de forma integrada, permitindo compreender os impactos das ações humanas sobre os recursos naturais e as estruturas ecológicas. Dessa forma, ao adotar uma visão sistêmica, torna-se possível identificar as interações entre os diversos componentes que moldam o espaço geográfico, promovendo uma análise que vai além da simples observação de elementos isolados.

A aplicação da Teoria Geral dos Sistemas reflete a necessidade de abordagens que integrem os diversos elementos que compõem o meio ambiente. Nesse sentido, a teoria geossistêmica surge como uma resposta metodológica dentro da Geografia Física, proporcionando um entendimento interdisciplinar e multiescalar das paisagens e seus processos dinâmicos.

Como afirma Rodrigues,

Para compreender os elementos básicos dessa proposição, é preciso reafirmar que, a teoria geossistêmica faz parte de um conjunto de tentativas ou de formulações teórico-metodológicas da Geografia Física, surgidas em função da necessidade de a Geografia lidar com os princípios de interdisciplinaridade, síntese, com a abordagem multiescalar e com a dinâmica, fundamentalmente, incluindo-se prognoses a respeito desta última (Rodrigues, 2001, p. 72).

Nesse sentido, mais do que inventariar elementos do meio físico, é necessário analisar as redes de interações, os fluxos de matéria e energia e as transformações temporais que os conectam. Assim, a Geografia abandona a ótica fragmentada e adota uma compreensão

sistêmica do ambiente como conjunto dinâmico, no qual organismos e sociedades atuam de forma decisiva nas interações ecológicas e na dinâmica territorial.

Tropmair e Galina (2006, p. 80) enfatiza essa visão ao afirmar: “lembro que, como Geógrafos não devemos estudar o meio físico como produto final, como objetivo único e isolado em si, mas como o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles e o homem vivem, se conectam e desenvolvem suas atividades”. Neste sentido, salienta que a compreensão das paisagens deve ser considerada não apenas os processos naturais, mas também as influências antrópicas e suas consequências para a organização do espaço.

Nesta linha de raciocínio, Christofolletti (1986, p. 87) reforça a necessidade de uma abordagem integrada, argumentando que “a Geografia Física não deve estudar os componentes da natureza por si mesmos, mas investigar a unidade resultante da integração e as conexões existentes nesse conjunto”. Sendo assim, fica evidente que a análise ambiental não deve se limitar à identificação de elementos isolados, mas sim buscar compreender como esses componentes se relacionam, formando sistemas complexos que exigem uma visão holística para sua adequada interpretação.

A incorporação da abordagem sistêmica na geografia surgiu como uma necessidade de compreender o meio ambiente de maneira integrada, considerando a interdependência entre os elementos naturais e as ações humanas. O método sistêmico, originalmente desenvolvido na biologia nas décadas de 1920, foi progressivamente adotado na geografia como uma ferramenta essencial para analisar a complexidade das relações espaciais e ambientais. Essa adaptação permitiu a formulação de conceitos fundamentais, como o de geossistema, que se tornou uma peça-chave para a compreensão das dinâmicas entre os processos naturais e as atividades antrópicas.

Nesse sentido, Suertegaray, enfatiza que:

Independentemente desta prática, alguns geógrafos buscaram construir um conhecimento mais conjuntivo. [...] O método sistêmico proveniente da biologia dos anos 20 foi adotado na geografia com o objetivo de promover uma análise integrada da natureza. [...] Ao buscar este caminho construíram-se conceitos como o de geossistema, que, por sua vez, ultrapassa na sua construção a integração do conhecimento da natureza. Ultrapassa, porque inclui o homem (ação do homem) neste contexto. Esta concepção, ainda que naturalize a ação do homem, impõe uma outra discussão que, em nosso entendimento, ultrapassa a geografia física. Ultrapassa, na medida em que resgata para a análise a dimensão antrópica, característica central da geografia enquanto ciência da relação natureza e sociedade (Suertegaray, 2002, p. 113).

Desse modo, reforça-se a ideia de que a geografia, ao adotar o método sistêmico, não se limita a uma análise isolada dos elementos naturais, mas os compreende dentro de um contexto dinâmico, no qual a ação humana desempenha um papel estruturante. O conceito de geossistema, ao considerar

a influência antrópica, amplia a capacidade da geografia de interpretar as transformações do espaço, permitindo a formulação de análises que integram tanto as dinâmicas naturais quanto os processos sociais e econômicos. Assim, a ciência geográfica reafirma sua identidade como um campo do conhecimento voltado à compreensão das interações entre sociedade e natureza, possibilitando abordagens mais eficazes para a gestão ambiental e o planejamento territorial.

Essas perspectivas ressaltam a importância da teoria geossistêmica para os estudos ambientais, demonstrando que a compreensão das bacias hidrográficas e de outros recortes espaciais precisa ir além da análise pontual de seus elementos físicos, incorporando as interações que ocorrem entre o meio natural e as atividades humanas.

A noção de geossistema surge como uma importante ferramenta analítica dentro da geografia, permitindo a compreensão integrada dos elementos naturais e das influências antrópicas que moldam as paisagens. A abordagem sistêmica, ao ser aplicada aos estudos ambientais, possibilita uma leitura mais abrangente das interações que ocorrem no espaço geográfico, superando análises fragmentadas que consideram apenas os aspectos físicos do meio.

Nesse sentido, *Sotchava (1977)* destaca que, embora os geossistemas sejam frequentemente concebidos como fenômenos naturais, é fundamental analisá-los à luz dos fatores econômicos e sociais que impactam sua estrutura. *Rodrigues (2001, p. 73)* reforça essa ideia ao afirmar que “os geossistemas podem refletir parâmetros sociais e econômicos que influenciam importantes conexões em seu interior. Essas influências antropogênicas podem representar o estado diverso do geossistema em relação ao seu estado original”. Essa perspectiva evidencia que os geossistemas não podem ser compreendidos isoladamente, pois a ação humana modifica suas dinâmicas, alterando padrões ecológicos, a distribuição dos recursos naturais e a funcionalidade dos territórios.

A introdução desse conceito na geografia foi fortemente influenciada pelo enfoque sistêmico, que fundamenta a análise dos geossistemas e tem sido amplamente aplicado nos estudos da Geografia Física. *Christofolletti (1999)* destaca que essa concepção foi inicialmente desenvolvida por pesquisadores soviéticos, como *Sotchava*, e posteriormente difundida na França por *Georges Bertrand* no final da década de 1960. A adoção dessa abordagem consolidou a perspectiva holística no estudo dos sistemas ambientais, ampliando as possibilidades metodológicas para entender as interações entre os componentes físicos, biológicos e humanos. Essa abordagem encontra respaldo também nas proposições relacionadas à *Ecodinâmica de Tricart (1977)*, que enfatiza a importância de analisar as transformações ambientais a partir da interdependência dos processos naturais e antrópicos.

Dessa forma, a incorporação do conceito de geossistema ao campo da geografia representa um avanço significativo na forma como os estudos ambientais são conduzidos. Ao considerar a complexidade dos territórios e suas dinâmicas espaciais, essa perspectiva proporciona um olhar mais integrado e dinâmico sobre as interações que ocorrem na paisagem.

A abordagem sistêmica trouxe contribuições fundamentais para a compreensão dos territórios, permitindo a construção de conceitos capazes de integrar as dimensões naturais e antrópicas da paisagem. Entre essas contribuições, o conceito de geossistema se destaca como uma ferramenta essencial para a análise das interações ecológicas e humanas no espaço geográfico.

Nesse contexto, Dias e Santos (2007, p. 5) definem que “[...] os geossistemas são sistemas territoriais naturais, que se distinguem no envoltório geográfico, em diversas ordens dimensionais, generalizadamente nas dimensões regional e topológica”. Sobre essa concepção, os geossistemas podem ser analisados em diferentes escalas, variando desde unidades espaciais mais amplas, como regiões, até contextos mais específicos, como as configurações topológicas. Isso demonstra a flexibilidade desse conceito, que pode ser aplicado a distintos recortes territoriais, permitindo a interpretação das dinâmicas ambientais e suas interconexões.

Além de serem reconhecidos como sistemas naturais e complexos, os geossistemas são marcados pela circulação constante de energia e matéria, bem como pela interação entre os componentes físicos e biológicos.

Troppmair e Galena (2006) enfatizam essa característica ao afirmar que:

[...] Geossistema é um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem. Pela ação antrópica poderão ocorrer pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estes serão perceptíveis apenas em micro-escala e nunca com tal intensidade que o Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenada a desaparecer (Troppmair; Galena, 2006, p.81).

Essa visão reforça que, apesar das interferências humanas, os geossistemas mantêm uma estrutura própria e processos internos que garantem sua continuidade ao longo do tempo. Dessa maneira, o conceito de geossistema se consolida como um importante instrumento teórico-metodológico para a geografia, permitindo a compreensão dos processos ambientais em diferentes escalas e possibilitando a análise integrada das interações entre o meio físico e as atividades humanas.

Os geossistemas apresentam uma estrutura interna organizada e caracterizam-se por três elementos fundamentais: morfologia, dinâmica e exploração biológica (Troppmair, 1994). Esses aspectos são essenciais para compreender como os processos naturais ocorrem dentro dessas unidades espaciais, refletindo tanto a configuração do relevo e dos solos (morfologia), quanto a

circulação de energia e matéria (dinâmica) e a presença de organismos vivos, incluindo a ação humana (exploração biológica). A interação entre esses fatores confere ao geossistema um caráter dinâmico, onde cada componente exerce influência sobre os demais, resultando em uma paisagem em constante transformação.

A delimitação e classificação dos geossistemas não ocorre de maneira isolada, sendo necessário compreender sua relação com diferentes escalas espaciais e temporais. Bertrand (1972) propõe uma classificação baseada nesses critérios, onde as unidades superiores correspondem às "zonas", "domínios" ou "regiões naturais", enquanto as unidades menores incluem os "geossistemas", "geofácies" e "geótopos". Embora essa abordagem esteja mais associada à taxonomia das unidades ambientais, ela também contribui para a identificação e análise dos geossistemas, pois auxilia na compreensão da organização hierárquica dos espaços naturais e suas interações em distintas escalas.

Dentro dessa estrutura, Bertrand e Bertrand, explicam que,

Foi necessário montar todas as peças das unidades globais inferiores à região natural. Após numerosos ensaios, forjaram-se 3 entidades novas: o geossistema, o geofácies e o geótopo. Estes termos têm a vantagem de não terem sido utilizados, de serem construídos num modelo idêntico e de evocar cada um o traço característico da unidade correspondente. Na verdade, geo 'sistema' acentua o complexo geográfico e a dinâmica de conjunto; geo 'fácies' insiste no aspecto fisionômico e geo 'topo' situa essa unidade no último nível da escala espacial (Bertrand; Bertrand, 2007, p. 15).

Sob esse olhar, reforça-se a importância de considerar a organização espacial dos geossistemas e como suas subdivisões contribuem para um entendimento mais detalhado dos processos ambientais em diferentes níveis de análise.

A partir dessa lógica, o geossistema pode ser entendido como uma unidade de análise ambiental que permite a integração de diferentes componentes naturais e suas interações. Troppmair e Galena (2006, p. 82) destacam que “O geossistema é, portanto, uma unidade complexa, um espaço amplo que se caracteriza por certa homogeneidade de seus componentes, estruturas, fluxos e relações que, integrados, formam o ambiente físico onde há exploração biológica”. Sob tal perspectiva, o geossistema não é apenas um recorte espacial, mas sim uma estrutura dinâmica e interdependente, onde os processos físicos e biológicos atuam conjuntamente para formar e modificar a paisagem ao longo do tempo.

A relação entre geossistema e paisagem é uma das chaves para a compreensão da organização espacial e da dinâmica dos territórios. A paisagem, enquanto manifestação visível dos processos que ocorrem em um geossistema, reflete suas características naturais e antrópicas, tornando-se um elemento essencial para a análise geográfica. Nesse sentido, Troppmair e Galena (2006, p. 82) destacam que “[...] ‘PAISAGEM’ é um fato concreto, um termo

fundamental e de importante significado para a GEOGRAFIA, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema.” Essa afirmação reforça a interdependência entre os conceitos, demonstrando que a paisagem nada mais é do que a expressão concreta das interações entre os diversos elementos que compõem um geossistema.

Nos últimos anos, os estudos sobre geossistemas têm adquirido crescente relevância, tanto no meio acadêmico quanto em sua aplicação prática. Esse avanço se deve à necessidade de desenvolver abordagens que conciliem conservação ambiental, uso racional dos recursos naturais e planejamento territorial sustentável. Conforme apontam Troppmair e Galena (2006, p. 82-83), “nos últimos anos, o estudo dos geossistemas tem ganhado importância e aplicação crescente e, entre outros objetivos, procura a conservação, o uso racional e o desenvolvimento do espaço geográfico beneficiando toda biosfera, em especial, a sociedade humana”. Dessa forma, a análise dos geossistemas não se limita à compreensão dos elementos naturais, mas busca também identificar estratégias de manejo e gestão que favoreçam o equilíbrio entre os interesses humanos e a preservação dos ecossistemas.

Para compreender a importância dos geossistemas é fundamental adotar uma abordagem que integre tanto as dimensões sociais quanto as ambientais. Lopes (2023, p. 31) enfatiza essa necessidade ao afirmar que “ao trabalhar a relação da geografia com o geossistema, deve-se optar por uma pesquisa tanto social quanto ambiental, uma vez que a análise espacial deve abranger de forma holística e totalizante as ações ocorridas no espaço”. Nesse contexto, amplia-se a compreensão dos processos espaciais, evidenciando que o estudo dos geossistemas deve contemplar não apenas os aspectos físicos da paisagem, mas também os impactos das atividades humanas e suas transformações ao longo do tempo.

Convém destacar ainda que, a análise dos geossistemas deve levar em conta sua evolução histórica, pois os processos ambientais não são estáticos e resultam em interações contínuas entre elementos abióticos, bióticos e antrópicos. Troppmair e Galena (2006, p. 84) ressaltam essa complexidade ao afirmar “[...] ao pesquisar os Geossistemas, que são sistemas dinâmicos, devemos abordar os elementos abióticos, bióticos e noóticos, não somente os existentes no momento; mas levar em consideração também sua história”. Nesse sentido, é importante compreender os geossistemas em uma perspectiva temporal, considerando não apenas sua configuração atual, mas também as mudanças que ocorreram ao longo do tempo e suas implicações para a paisagem e os processos ambientais.

Dessa maneira, o estudo dos geossistemas se consolida como um campo de investigação essencial para a geografia, permitindo uma análise abrangente das interações entre natureza e sociedade. Ao integrar diferentes escalas de análise e considerar a dinâmica dos processos

ambientais, essa abordagem oferece subsídios valiosos para o planejamento territorial e a gestão sustentável dos recursos naturais, contribuindo para a construção de estratégias mais eficazes de conservação e uso racional do espaço geográfico.

A relação entre o homem e o geossistema é marcada por constantes interações, nas quais a ocupação e o uso dos recursos naturais modificam aspectos da estrutura e da dinâmica dos territórios. No entanto, essas modificações ocorrem dentro de um sistema maior, onde fluxos energéticos e processos naturais continuam a atuar de maneira predominante.

Nesse sentido, Troppmair e Galena, afirmam que,

Assim como as plantas e os animais desenvolvem seu ciclo biológico, também o homem exerce suas atividades no Geossistema modificando-o na ocupação, na estrutura, na dinâmica e nas interrelações. Estas modificações, porém, são praticamente insignificantes dentro do TODO. Energia e Fluxos serão pouco modificados de modo que consideramos falsa a afirmativa que o geossistema, pela ação antrópica será profundamente modificado ou descaracterizado (Troppmair e Galena, 2006, p. 81).

Esse panorama, demonstra que, apesar das intervenções humanas, o geossistema mantém sua estrutura fundamental e continua operando como um sistema dinâmico, onde os processos naturais permanecem ativos, mesmo diante das transformações promovidas pelas sociedades.

A concepção de geossistema, ao longo do tempo, foi sendo aprimorada e ampliada para incorporar diferentes dimensões da análise ambiental. Ao aprofundar os estudos sobre a organização da natureza, Bertrand, percebeu a necessidade de ir além das abordagens ecológicas tradicionais e passou a considerar também os elementos abióticos e sua influência na configuração das paisagens.

Na abordagem geossistema, também foi incorporado a dimensão cultural e identitária das paisagens, reconhecendo que estas são construções resultantes das relações entre sociedade e natureza. Nesse sentido, foi introduzido o sistema GTP (Geossistema – Território – Paisagem) como uma resposta aos desafios contemporâneos, considerando as transformações econômicas, políticas e culturais que impactam o espaço geográfico.

Para Souza (2011, p. 99), na análise da dinâmica do meio natural, foi evidenciando a dimensão geocológica e o potencial ecológico, sem deixar em segundo plano os elementos abióticos. Esse conceito permite compreender que as paisagens não são apenas reflexos dos processos naturais, mas sim, sistemas complexos que resultam em interações entre fatores físicos, biológicos e sociais.

Como enfatiza Souza (2011, p. 99), na concepção de geossistema se “reconheceu a paisagem como um sistema cuja existência é proporcionada por um conjunto de

sentidos/valores/representações diretamente relacionados a critérios de identidade e sedimentação cultural do indivíduo em si e da sociedade”. Essa abordagem evidencia que a paisagem não pode ser compreendida apenas em sua dimensão física, pois também carrega significados simbólicos e sociais que influenciam sua organização e transformação ao longo do tempo.

A teoria do geossistema, especialmente a partir das contribuições de Bertrand, passa a ser um modelo teórico essencial para os estudos ambientais e territoriais, permitindo uma visão integrada da relação entre sociedade e natureza. Ao considerar a interação entre os processos naturais e as dinâmicas humanas, essa abordagem proporciona uma base concisa para análises que buscam compreender e planejar o uso sustentável dos territórios, conciliando conservação ambiental e desenvolvimento social.

Assim, a teoria geossistêmica trouxe uma nova perspectiva para a análise ambiental e geográfica, onde se propõem três "entradas" teleológicas que organizam a estrutura do espaço geográfico: a primeira, de caráter naturalista, refere-se ao Geossistema, representando a base física e ecológica sobre a qual os processos ocorrem; a segunda, de natureza socioeconômica, corresponde ao Território, compreendido como o espaço apropriado e transformado pelas atividades humanas; e a terceira, de dimensão sociocultural, diz respeito à Paisagem, que reflete as percepções, valores e representações sociais do espaço. Essa concepção amplia a visão tradicional dos estudos ambientais ao integrar fatores físicos, econômicos e simbólicos na interpretação dos territórios.

No contexto do sistema GTP surge como uma abordagem teórico-metodológica capaz de capturar a complexidade das interações entre natureza e cultura. Nesta perspectiva, Souza destaca que:

[...] trata-se de um sistema teórico-metodológico que permite adentrar na complexa temática do meio ambiente com vistas a captar a integração e interatividade dos fenômenos híbridos: entre natureza e cultura. O GTP emerge a partir de uma necessidade de mudança paradigmática na ciência geográfica, buscando entender os fenômenos entre natureza e sociedade de maneira integrada, onde geossistema, território e paisagem aparecem com significados e valores diferenciados, porém coexistentes e conferindo dinâmica àquilo que chamamos de espaço geográfico (Souza, 2011, p. 104).

A abordagem proposta por Bertrand, transcende modelos reducionistas e permite um entendimento mais abrangente dos fenômenos espaciais, considerando suas múltiplas dimensões e interações. Uma das principais contribuições reside na sua capacidade de interpretar o meio ambiente de maneira integrada, levando em consideração tanto a materialidade do espaço quanto suas dimensões simbólicas e funcionais.

Souza (2011, p. 99), reforça o mérito desta abordagem, ao fato de que reside justamente na preocupação central da natureza, “[...] no viés do território e da paisagem de forma integrada

e condizente à demanda por paradigmas abertos à complexidade dos fenômenos, procurando interpretá-los com devida coerência e fornecer respostas mais completas aos questionamentos que provocam”. Esse olhar sistêmico, permite que a geografia amplie suas análises, tornando-as mais sensíveis às dinâmicas espaciais contemporâneas e aos desafios da gestão ambiental.

A teoria geossistêmica e o sistema GTP constituem importantes referenciais para os estudos geográficos, pois possibilitam uma leitura integrada do espaço, incorporando tanto suas dimensões físicas quanto sociais e culturais. Desse modo, essa abordagem representa um avanço significativo para a compreensão dos territórios e das interações entre sociedade e natureza, fornecendo subsídios para o planejamento e a gestão sustentável dos espaços geográficos.

A abordagem geossistêmica, desenvolvida por Bertrand (1972), tem se consolidado como um importante referencial para a análise de bacias hidrográficas, pois permite compreender esses territórios como sistemas integrados, nos quais cada componente – sejam eles físicos, biológicos ou antrópicos - interage de maneira dinâmica e interdependente. Esse olhar sistêmico possibilita uma leitura mais ampla dos processos ambientais, destacando a importância de avaliar as inter-relações entre solo, relevo, vegetação, hidrografia e atividades humanas, elementos essenciais para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

A visão integradora do geossistema contribui para uma gestão mais eficiente dos territórios, garantindo tanto a preservação dos ecossistemas quanto a manutenção dos serviços ambientais indispensáveis às populações que dependem desses recursos. Dessa forma, a análise geossistêmica não apenas amplia o entendimento sobre as dinâmicas ambientais, mas também orienta práticas sustentáveis voltadas à mitigação de impactos e à resiliência dos sistemas hídricos.

O conceito de geossistema é fundamental para a compreensão das paisagens e bacias hidrográficas, pois permite analisar a totalidade dos elementos que compõem um dado espaço, considerando suas interações e transformações ao longo do tempo. Ao aplicar essa perspectiva de análise no estudo das bacias hidrográficas, é possível identificar fatores críticos que afetam a disponibilidade e a qualidade da água, permitindo a proposição de estratégias eficazes para sua conservação e manejo.

Para Bertrand (1972), o geossistema se configura como uma unidade territorial na qual se manifestam interações dinâmicas entre fatores abióticos, bióticos e antrópicos, resultando em sistemas complexos cuja estrutura e funcionamento dependem da interconexão entre seus componentes. Assim, ao estudar uma bacia hidrográfica sob essa perspectiva, torna-se possível compreender como os processos naturais e as ações humanas influenciam a organização e a evolução dessas unidades ambientais.

A análise das bacias hidrográficas com o método geossistêmico, desempenha um papel essencial na formulação de políticas ambientais eficientes. A compreensão integrada do território possibilita o desenvolvimento de estratégias de manejo que respeitam as dinâmicas ecológicas e sociais, promovendo a sustentabilidade e a resiliência das bacias hidrográficas. Nesta perspectiva, a preservação dos recursos naturais e o equilíbrio dos sistemas ambientais, são assegurados, com a qualidade de vida das populações, que dependem diretamente dos rios e aquíferos para suas atividades diárias e produtivas.

Ao analisar a interação entre sociedade e meio ambiente no contexto das bacias hidrográficas, torna-se essencial compreender as pressões que as atividades humanas exercem sobre esses sistemas. A ocupação do solo, a expansão agrícola, a urbanização e o uso intensivo dos recursos hídricos modificam as dinâmicas naturais das bacias, interferindo nos ciclos hidrológicos, na qualidade da água e na estabilidade dos ecossistemas associados.

Sendo assim, a bacia hidrográfica deixa de ser apenas um conjunto de relações entre componentes bióticos e abióticos e se transforma em um geossistema, no qual os processos naturais e as ações humanas se entrelaçam ao longo do tempo, conferindo-lhe um caráter dinâmico, histórico e social.

SEÇÃO IV

4 ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO GAVIÃO

4.1 Análise do meio físico da bacia do rio Gavião

A análise do meio físico de uma bacia hidrográfica constitui etapa fundamental para compreender as dinâmicas ambientais do território e é decisiva para o ordenamento, o planejamento e a gestão ambiental. O exame sistemático do relevo, dos solos, da geologia, da hidrografia, da vegetação e do clima permite identificar potencialidades e restrições, servindo de base a avaliações integradas de vulnerabilidade e de aptidão ao uso e ocupação da terra.

Compreender o comportamento espacial e funcional dos componentes físicos permite avaliar, por exemplo, a influência do relevo nos processos erosivos, a contribuição dos solos na infiltração e armazenamento da água, bem como o papel da vegetação na estabilidade dos ecossistemas locais (Ross, 2019). Tais interações são especialmente importantes em regiões como o semiárido baiano, onde os recursos hídricos são escassos e a sazonalidade das chuvas impõe um regime hidrológico marcado por longos períodos de seca e escoamento superficial concentrado.

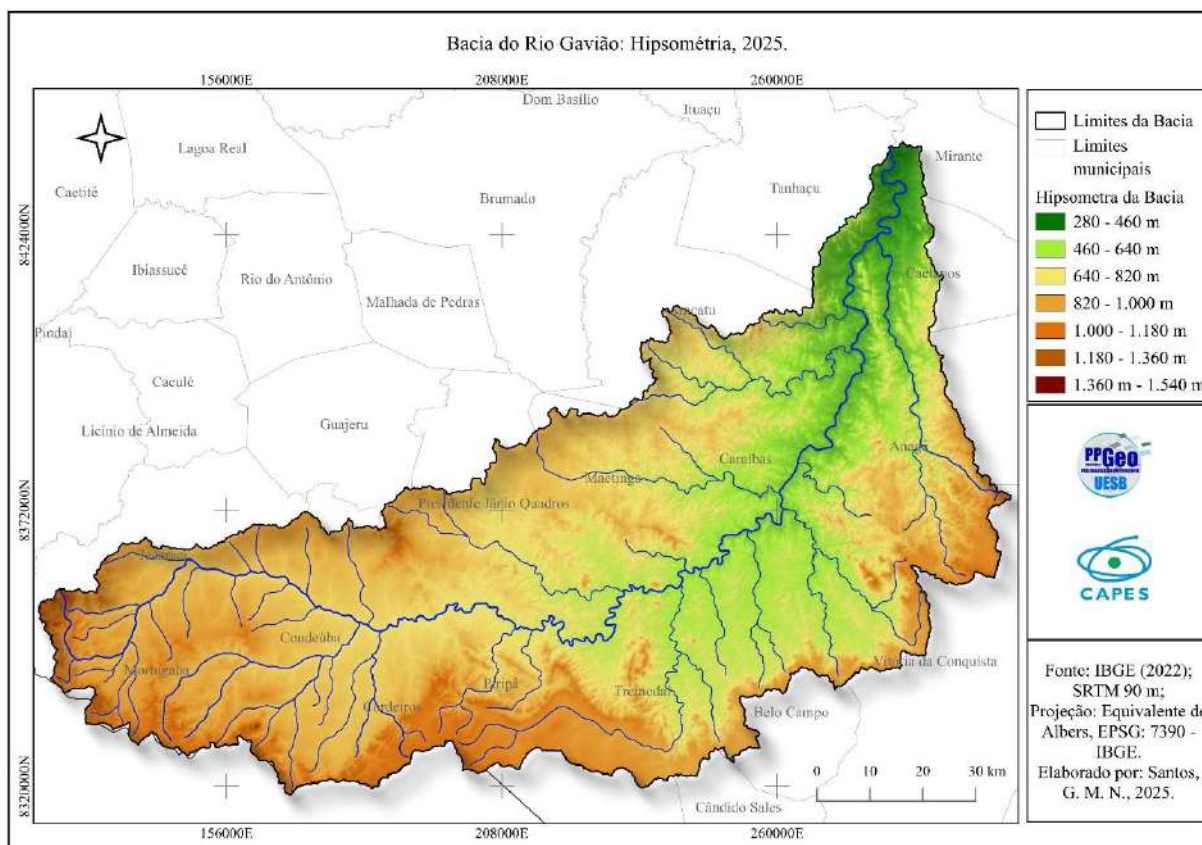
No caso da bacia hidrográfica do rio Gavião, situada na porção sudoeste do estado da Bahia, essa análise assume relevância diante das características climáticas adversas do semiárido, da fragilidade dos ecossistemas locais e da crescente pressão antrópica sobre os recursos naturais. Nesse sentido, a referida bacia representa uma unidade espacial estratégica para esse tipo de estudo, uma vez que congrega características morfoestruturais e ambientais distintas que moldam o comportamento de sua rede de drenagem e condicionam o uso e ocupação de suas terras.

Com base na análise integrada demonstrada na mapa 03, é possível identificar uma marcante variabilidade altitudinal no território da bacia, a qual influencia diretamente os processos morfodinâmicos, hidrológicos e a ocupação antrópica da região. A distribuição altimétrica evidencia que a maior parte da área da bacia está situada nas faixas de 820 a 1.000 metros (30,98%), seguida da altitude de 640 a 820 metros (29,18%) e nas cotas de 460 a 640 metros (21,25%) (Tabela 01), o que representa aproximadamente 81% da área total.

A predominância de altitudes intermediárias na BHRG, conforme evidenciado na análise altimétrica da mapa 03, favorece o desenvolvimento de vertentes com declividades suaves a

moderadas. Esse padrão topográfico contribui para um equilíbrio relativo entre os processos de escoamento superficial e infiltração hídrica, influenciando diretamente na dinâmica erosiva da região.

Mapa 03 - Bacia do rio Gavião: Altimetria - 2025



Fonte: IBGE, 2022; Dados processados no QGIS; Elaborado por Santos, 2025.

Tabela 01 - Altimetria da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2026.

COTAS	ÁREA (KM)	%
280 – 460 m	6830,03	6,72
460 – 640 m	21584,42	21,25
640 – 820 m	29642,21	29,18
820 – 1.000 m	3147,16	30,98
1.000 – 1.180 m	10031,15	9,88
1.180 – 1.360 m	1864,93	1,84
1.360 – 1.540 m	146,21	0,14
Total	101568,77	100

Fonte: Dados processados no QGIS 3.34; Elaborado por Santos, 2025.

A forma das encostas desempenha um papel significativo na distribuição e concentração do fluxo hídrico (Basilico, 2019). Encostas convexas, por exemplo, tendem a dispersar o fluxo

de água, reduzindo a concentração e, conseqüentemente, a capacidade erosiva do escoamento. Na BHRG, a combinação de altitudes intermediárias e formas de relevo suavemente onduladas (Mapa 03), sugere uma predisposição a processos erosivos menos intensos, desde que a cobertura vegetal seja mantida e práticas de uso do solo sustentáveis sejam adotadas.

As altitudes mais baixas, entre 280 e 460 metros (Tabela 01), correspondem a apenas 6,72% da bacia e tendem a localizar-se nas regiões próximas às áreas de foz e em setores mais encaixados da drenagem principal, caracterizando zonas de acumulação de sedimentos e maior suscetibilidade à saturação do solo, especialmente nos períodos chuvosos.

A configuração da BHRG é condizente com os estudos de Jenny (1941), que destacam a influência das altitudes nos processos pedogenéticos e na dinâmica geomorfológica. Adicionalmente, observa-se que as altitudes mais baixas se concentram ao longo do curso principal do rio, favorecendo o acúmulo de sedimentos e a formação de solos mais profundos e férteis. Por outro lado, os setores mais elevados, com altitudes acima de 1.000 metros, concentram-se em regiões montanhosas a sudeste e nordeste da bacia, com destaque para áreas nos limites de Vitória da Conquista, Tremedal, Piripá, Cordeiros, Condeúba, Mortugaba e na área da nascente principal em Jacaraci (Mapa 03). Essas áreas somam cerca de 11,86% da bacia (Tabela 01), e se destacam como zonas potenciais de nascente e recarga hídrica, embora também estejam sujeitas a processos erosivos mais intensos, sobretudo em locais com cobertura vegetal degradada ou uso inadequado do solo.

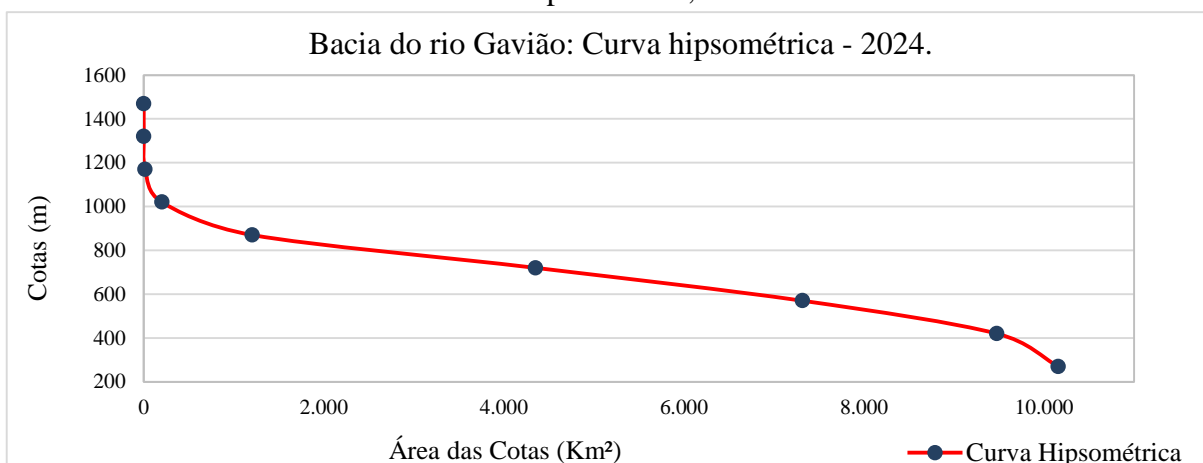
A compartimentação altimétrica da BHRG, como revelada no mapa 03, imprime ao relevo um padrão de declividade que tende a orientar os fluxos de água em direção às zonas centrais e setentrionais da bacia, moldando o comportamento da drenagem e influenciando a variabilidade do escoamento superficial como evidenciado por Steveux (2017). A predominância de cotas intermediárias favorece a manutenção de um equilíbrio relativo entre a produção de água e os processos de retenção, mas essa condição pode ser facilmente comprometida pelo avanço do desmatamento, práticas agrícolas inadequadas ou expansão urbana desordenada.

Ao considerar o contexto semiárido em que a bacia está inserida, a variação altimétrica desempenha um papel crucial na modulação das condições microclimáticas e da disponibilidade hídrica local. As regiões mais elevadas onde apresentam temperaturas ligeiramente mais amenas e maior umidade relativa, configuram em um ambiente mais favorável ao estabelecimento de vegetação nativa, como fragmentos de Caatinga arbórea ou arbustiva mais

densa, ao passo que as áreas mais baixas e planas tendem a concentrar o uso agrícola e os processos de degradação do solo.

Na análise da curva hipsométrica da BHRG, ficou evidenciado um padrão típico de relevos mais dissecados em suas cabeceiras. Observa-se que a linha de quebra do relevo encontra-se na variação altimétrica em uma pequena proporção da área total da bacia - especialmente nos primeiros quilômetros quadrados acumulados (gráfico 01) - o que sugere a presença de terrenos elevados e declivosos próximos às nascentes. Essa quebra acentuada na altitude, representa uma maior energia potencial disponível para os processos erosivos e de transporte de sedimentos, situadas nas partes de altitudes mais elevadas da bacia.

Gráfico 01- Bacia do rio Gavião: Curva hipsométrica, 2024.



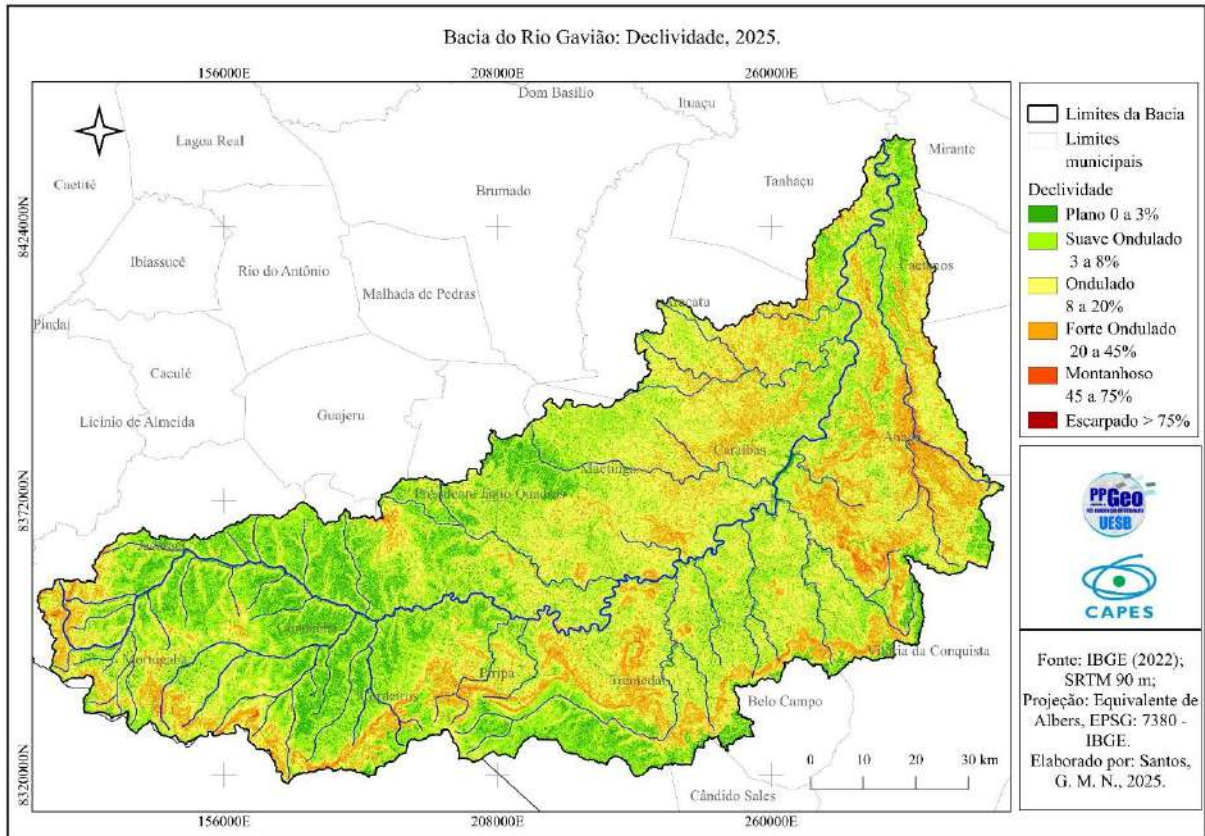
Fonte: Dados processados no Spring; Elaborado por Santos, 2024.

Na curva hipsométrica (gráfico 01) foi observado uma suavização gradativa na declividade, a partir da cota de 820 até a de 400 metros de altitude, quando ocorre uma nova quebra do relevo. Isso indica que o sistema de drenagem vai perdendo energia erosiva ao longo de seu trajeto, o que é coerente com a presença de vales mais amplos, menor inclinação e maior deposição de sedimentos nos trechos médios e inferiores. O padrão da curva reforça uma compartimentação natural do relevo, com áreas de maior dissecção restritas às cabeceiras, onde encontram as principais nascentes e, na cota de 400 metros, na foz com o rio de Contas, cujo perfil longitudinal suavizado ao longo das demais altimetrias, pode ser interpretado como uma tendência à maturidade morfológica da bacia.

A análise integrada da altimetria (Mapa 03) com a declividade (Mapa 04) da bacia do rio Gavião possibilitou uma compreensão mais precisa das dinâmicas geomorfológicas atuantes na região. Conforme a predominância de altitudes intermediárias, favorece a formação de

vertentes com declividades suaves a moderadas, aspecto que se reflete diretamente nos padrões de escoamento superficial, infiltração e, conseqüentemente, nos processos erosivos. Tal associação torna evidente a relevância de se considerar a morfologia do relevo para o planejamento ambiental e uso sustentável dos recursos naturais.

Mapa 04 - Bacia do rio Gavião: Declividade - 2025



Fonte: IBGE, 2022; Dados processados no QGIS; Elaborado por Santos, 2025.

Tabela 02 - Declividade em % da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2025.

Classe	Declividade (%)	Área (km ²)	(%)
Plano	0 – 3	1389,36	13,68
Suave-Ondulado	3 – 8	3597,36	35,42
Ondulado	8 – 20	3765,96	37,08
Forte-Ondulado	20 – 40	1315,24	12,95
Montanhoso	40 – 75	86,32	0,85
Escarpado	> 75	2,03	0,02
Total		10156,27 km²	100

Fonte: Dados processados no QGIS 3.34; Elaborado por Santos, 2025.

No que tange à declividade, segundo a classificação da Embrapa (2006), observa-se que predominam na BHRG as classes do relevo Ondulado, com variação da inclinação de 8-20% e de Suave-Ondulado com inclinação de 3-8% (Mapa 04), ocupando, respectivamente, 37,08% e

35,42% da área total (Tabela 02), o que corresponde a mais de 72% das áreas em relação as demais classes de declividade na bacia. Essa configuração indica uma predominância de superfícies com moderada movimentação, o que reforça a existência de um relevo equilibrado do ponto de vista morfodinâmico.

As áreas classificadas como Plano (0-3%) representou uma porção considerável (13,68%), geralmente associadas aos fundos de vales e planícies fluviais, que funcionam como zonas de acumulação hídrica e sedimentar. Por outro lado, os segmentos com maiores declividades com o Forte-Ondulado (20–40%), o Montanhoso (40–75%) e o Escarpado (>75%), somam juntos apenas 13,82% da bacia (Tabela 02).

As classes do relevo com as maiores inclinações, com declividade acima de 20%, embora representaram na totalidade os menores valor das áreas encontradas (Mapa 04), situadas em 13% na bacia (Tabela 02), demandam atenção especial, visto que são áreas naturalmente mais suscetíveis à erosão e instabilidade do solo, sobretudo quando associadas a práticas inadequadas de uso e ocupação. Destaca-se, por exemplo, que a classe do relevo Escarpado que representou apenas 0,02% da área total, indicando que os setores com risco acentuado de degradação são pontuais, embora críticos, e estão localizados nos divisores de água das áreas de nascente da bacia.

Ao analisar a distribuição espacial da declividade na BHRG (Mapa 04), em conjunto com a configuração da rede de drenagem, nota-se uma relação entre os compartimentos topográficos e a dinâmica fluvial. As áreas onde predominam as menores declividades, classes Plano (0-3%) e Suave-Ondulado (3-8%), coincidem majoritariamente com os trechos médios e baixos da rede de drenagem principal, onde os rios assumem trajetórias com forma meândricas, onde, os processos de sedimentação tornam-se mais expressivos. Nessas áreas, a energia do escoamento superficial tende a ser mais baixa, favorecendo processos de acumulação de sedimentos e recarga hídrica por infiltração, fundamentais para a manutenção do equilíbrio hidrológico regional reforçando a ideia de bacia hidrográfica trabalhada por Santos (2017).

Nas porções mais elevadas da bacia (Mapa 03), onde se encontram os limites municipais de Jacaraci, Mortugaba, Piripá, Tremedal, Caraíbas e Vitória da Conquista, observa-se uma maior concentração do relevo com as classes de Forte-Ondulado (20–40%), Montanhoso (40–75%) e Escarpado (>75%) como evidente no mapa 04. Essas áreas coincidem, em sua maioria, com cabeceiras e interflúvios da rede de drenagem, indicando setores de maior energia potencial, onde os processos erosivos tendem a ser mais intensos, especialmente se associados ao desmatamento ou uso inadequado do solo. A rede de drenagem nesses setores apresenta

traçados mais retilíneos e encaixados, revelando um controle morfoestrutural e a ação mais incisiva da erosão linear.

Interessante também destacar que, em alguns setores da bacia onde a declividade é predominantemente de relevo Ondulado (8-20%, Mapa 04), como nas adjacências dos municípios de Anagé e Presidente Jânio Quadros, há uma transição entre as áreas de cabeceira e os trechos médios dos cursos d'água. Nesses locais, a declividade intermediária permite um equilíbrio dinâmico entre erosão e deposição, o que favorece a formação de vertentes estáveis e a manutenção de corredores ecológicos ao longo da drenagem. Tais áreas, se bem manejadas, possuem grande potencial para práticas agrícolas sustentáveis e conservação de nascentes, com potencialidade para criação de unidades de conservação.

A análise geológica torna se também um fator importante no estudo, pois traz informações fundamentais sobre a composição litológica e a estruturação geológica da região. A geologia é um dos principais condicionantes do relevo, do solo e até mesmo da dinâmica hidrológica (Ross, 2019), influenciando diretamente os processos morfogenéticos e pedogenéticos da bacia.

Nesse sentido, a litologia, condiciona a formação do relevo e dos solos. Segundo Pereira, *et al.* (2019, p. 1), “a interação dos diferentes fatores dá origem aos processos pedogenéticos, que, de acordo com a intensidade com que atuam, são responsáveis pela variabilidade dos tipos de solo na paisagem”. Sendo assim, compreender a distribuição das províncias estruturais dentro da bacia é essencial para interpretar a diversidade de paisagens e a funcionalidade ambiental da área.

Com base no mapa de compartimentos estruturais da bacia (Mapa 05) e nos dados da Tabela 03, observa-se que a Província Estrutural do São Francisco ocupa a maior extensão da Bacia do rio Gavião, correspondendo a 5.723,40 km², o que representa 56,34% da área total.

De acordo com a FUNDAJ (2021), a bacia sedimentar do São Francisco é predominantemente composta por rochas sedimentares proterozóicas, como os Grupos Araí, Paranoá, Macaúbas e Bambuí. Essas formações conferem estabilidade geológica à região devido à sua composição e estrutura.

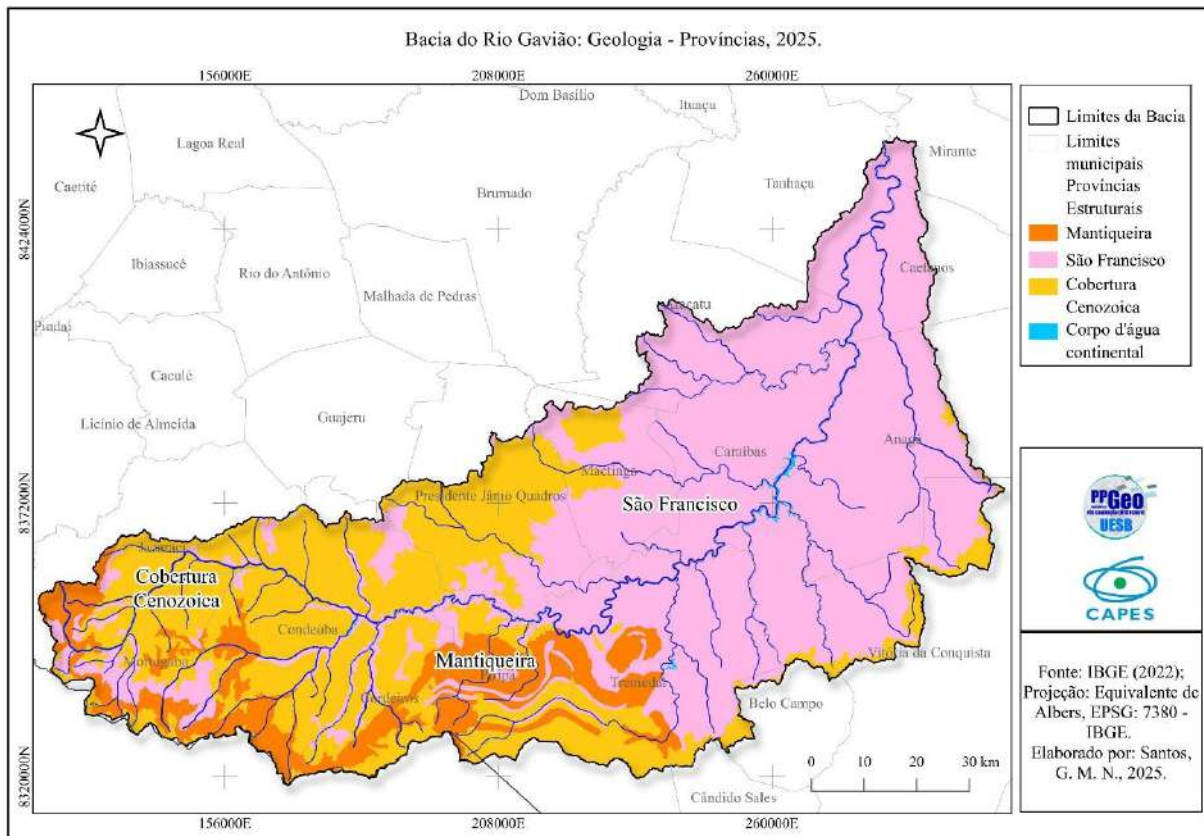
Esta província, com 5.723,40 km² (56,34%) (Tabela 03) é caracterizada por rochas sedimentares de grande estabilidade geológica, formadas ao longo do tempo geológico por processos de deposição e litificação, o que confere uma relativa resistência ao intemperismo e à erosão. A predominância da Província de São Francisco está associada a um relevo suavemente

ondulado (Mapa 04), onde as formações rochosas condicionam a drenagem e a distribuição dos solos.

A segunda maior cobertura geológica da bacia é representada pela Cobertura Cenozoica (Mapa 05), que abrange 3.345,48 km² (32,93%) (Tabela 03). Esta área é caracterizada por depósitos mais recentes, formados por sedimentos inconsolidados que variam entre areia, argila e cascalho. Esses materiais são, em grande parte, resultantes de processos de erosão e deposição ao longo dos vales e planícies, apresentando maior susceptibilidade à degradação, especialmente em áreas de uso intensivo do solo, como a agricultura e a pecuária.

Segundo Fernandes e Mello (2004), os depósitos cenozoicos, incluem sedimentos coluviais e aluviais associados a estruturas tectônicas, como falhas e zonas de cisalhamento. Esses depósitos são constituídos por materiais areno-argilosos maciços com linhas de pedra basais, formando corpos descontínuos controlados por estruturas geológicas

Mapa 05 - Bacia do rio Gavião: Províncias - 2025



Fonte: IBGE, 2022; CPRM, 2023; Dados processados no QGIS; Elaborado por Santos, 2025.

Tabela 03 - Distribuição das Províncias Estruturais na bacia hidrográfica do rio Gavião - 2025.

Províncias Estruturais	Área (km²)	Percentual (%)
São Francisco	5723,40	56,34
Cobertura Cenozoica	3345,48	32,93
Mantiqueira	1222,62	10,69
Corpo d'água continental	10,54	0,10
Total	10156,31	100

Fonte: Dados processados no QGIS 3.34; Elaborado por Santos, 2025.

A Província Estrutural da Mantiqueira, com uma área de 1.222,62 km² (10,69%), (Tabela 03), ocupa a porção sudoeste da bacia, sendo caracterizada por terrenos mais elevados e compostos predominantemente por rochas metamórficas e ígneas, como gnaisses e granitos.

Segundo Almeida (1977) e Almeida *et al.* (1981), a Província Mantiqueira compreende uma extensa faixa de orientação nordeste-sudoeste, situada paralelamente à costa atlântica das regiões Sudeste e Sul do Brasil, com mais de 3.000 km de extensão. Essa província geotectônica limita-se com outras importantes unidades estruturais do território brasileiro, como as províncias São Francisco e Tocantins.

Estas formações são altamente resistentes ao intemperismo químico, mas suscetíveis à erosão física em áreas de relevo acidentado. A presença desta província estrutural está diretamente relacionada às áreas de maior altitude e declividade da bacia, o que influencia a distribuição da vegetação e o padrão da rede de drenagem.

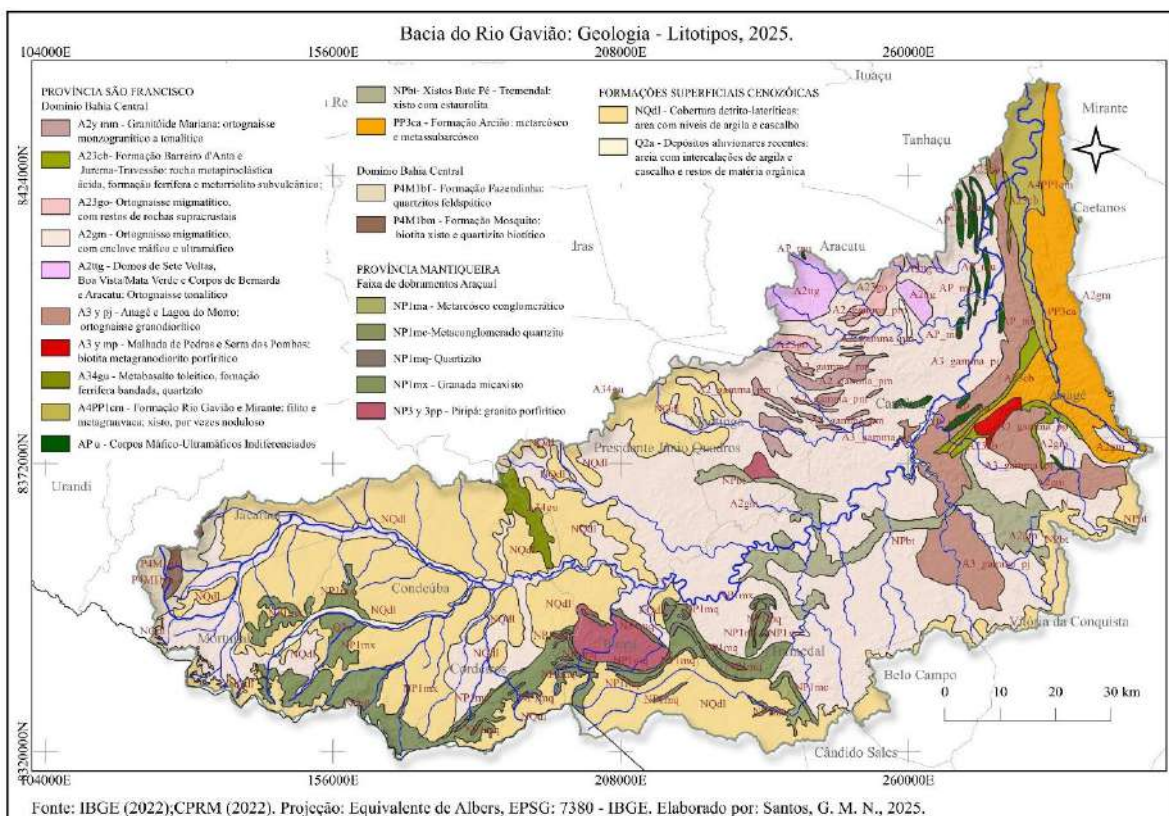
Dando continuidade à caracterização geológica da bacia, após a identificação das províncias estruturais (Mapa 05), que compartimentam o embasamento regional, torna-se essencial avançar para a análise dos litotipos que as compõem. Enquanto a abordagem por províncias permite compreender a organização tectonoestrutural em grandes blocos, a investigação dos litotipos possibilita detalhar a diversidade de rochas que sustentam essas unidades, evidenciando suas propriedades físico-mecânicas e o papel que exercem na modelagem do relevo. Essa escala mais refinada de análise permite reconhecer como a resistência diferencial das rochas condiciona os padrões hipsométricos (Mapa 03) e as variações de declividade (Mapa 04), observadas nos processos morfogenéticos atuantes na Bacia do rio Gavião.

A distribuição dos litotipos na BHRG (Mapa 06) evidencia a complexidade da sua estrutura geológica e permite compreender com maior precisão as bases físicas que sustentam as formas de relevo observadas. De acordo com a tabela 04, os litotipos mais representativos pertencem ao Complexo Gavião (A2gm), inserido na Província São Francisco sobre o Domínio

da Bahia Central, que ocupa cerca de 4.158,64 km² (41,15%) da área total da bacia. Esses terrenos são compostos predominantemente por ortognaisses tonalíticos e granodioríticos, rochas de elevada resistência mecânica e baixa taxa de intemperismo. Essa característica explica a associação desses litotipos às áreas de maiores cotas altimétricas e relevo mais dissecado, conforme evidenciado no mapa hipsométrico, onde surgem valores acima de 1.200 metros. Acrescenta-se que, essas regiões coincidem com setores que o mapa de declividade (Mapa 04), identifica com declividades superiores a 20%, sugerindo forte controle litológico sobre o modelado do relevo.

Ainda na Província São Francisco no Domínio Bahia Ocidental (Mapa 06), aparecem unidades como a Formação Mosquito (P4M1bm; 97,23 km²) e a Formação Fazenda (P4M1bf; 26,35 km²; Tabela 04), ambas de natureza metamórfica, constituídas por xistos e quartzitos. Essas litologias, embora menos resistentes que os ortognaisses, também contribuem para a formação de relevos residuais e topos estruturais elevados, favorecendo a compartimentação altimétrica (Mapa 03) e o surgimento de rupturas de declive. Tal padrão se alinha à presença de vertentes mais íngremes e dissecação avançada, evidenciando a forte correlação entre o substrato metamórfico e as feições hipsométricas de cotas intermediárias a altas.

Mapa 06 - Bacia do rio Gavião: Litotipos - 2025.



Fonte: IBGE, 2022; CPRM, 2023; Dados processados no QGIS; Elaborado por Santos, 2025.

Na porção sul e sudoeste da bacia, predominam os litotipos da Província Mantiqueira (Mapa 06), com destaque para o Grupo Araçuai (NP1ma; 29,78 km², NP1mc; 22,01 km², NP1mq 89,46 km² e NP1mx; 537,81 km²), que juntos somam 6,73% da área da bacia (Tabela 04), representam rochas metassedimentares e metavulcânicas (metaconglomerados, quartzitos e granada-mica xistos). Essas unidades estão associadas a setores com relevo mais movimentado e vertentes alongadas, de declividade com valores intermediários a altos. A natureza metassedimentar desses terrenos é marcada por fraturamentos e foliações, favorece processos erosivos lineares e o aprofundamento do entalhamento dos canais, fato coerente com a maior presença de cabeceiras de drenagem nessas áreas da rede hidrográfica.

Já as Formações Superficiais Cenozoicas (NQdl e Q2a; Mapa 06), que totalizam cerca de 2.789,92 km² (27,59%; Tabela 04), distribuem-se principalmente sobre as áreas mais rebaixadas do relevo, formando extensos patamares e superfícies suavemente onduladas. Sua presença está fortemente associada aos setores de menor altitude no mapa hipsométrico (entre 400 e 700 metros; Mapa 03) e às classes de baixa declividade (0% a 8%; Mapa 04), indicando que o acúmulo de material intemperizado e detrito-laterítico ocorre preferencialmente em zonas de relevo suavizado. Essa relação reforça o entendimento de que tais depósitos representam remanescentes de antigos aplainamentos, posteriormente retrabalhados pelos processos erosivos mais recentes.

No mapa de litotipos (Mapa 06) também evidencia áreas pontuais com xistos (NPbt – Xistos Bate Pé) e granitos porfiríticos (NP3 y 3pp – Granito Piripá; 133,53 km²; Tabela 04), litologias de resistência intermediária, que se distribuem de forma mais restrita e fragmentada, frequentemente nas transições entre as províncias São Francisco e Mantiqueira. Nessas áreas, a combinação de resistência litológica variável e forte gradiente altimétrico resulta em transições abruptas de declividade, sugerindo influência direta na compartimentação topográfica da bacia.

Assim, a análise dos litotipos (Mapa 06) com as províncias estruturais, hipsometria (Mapa 03) e declividade (Mapa 04), revela que a compartimentação altimétrica e as variações nas inclinações das vertentes estão fortemente condicionadas pela natureza do embasamento geológico. Enquanto os terrenos cristalinos do Complexo Gavião e as sequências metamórficas associadas estruturam os setores mais elevados e íngremes, as coberturas cenozoicas acompanham os níveis hipsométricos inferiores e as vertentes suaves. Esse contraste litoestrutural explica, portanto, os padrões morfológicos e o gradiente altitudinal que caracterizam a BHRG, fornecendo base para compreender sua organização físico.

Tabela 04 - Bacia Hidrográfica do rio Gavião: Litotipos, 2025.

Província / Domínio	Era / Período	Unidade / Código	Descrição	Área (km ²)	(%)
Província São Francisco – Domínio Bahia Central	Mesoarqueano (3200–2800 Ma)	A3 y pj	Anagé e Lagoa do Morro: ortognaisse granodiorítico porfiróclástico, calcialcalino de alto K, peraluminoso	584,12	5,78
		A3 y mp	Malhada de Pedras e Serra dos Pombos: biotita metagranodiorito porfirítico, calcialino de médio a alto K, metaluminoso	25,68	0,25
	Mesoarqueano (3200–2500 Ma)	A34gu	Greenstone Belt de Guajeru: metakomatiíto, metabasalto toleítico, formação ferrífera bandada, quartzito	61,21	0,61
	Toniano – Criogeniano (1000–650 Ma)	NPbt	Xistos Bate Pé - Tremendal: xisto com estaurólita e/ou cianita e quartzito micáceo com magnetita e cianita	309,50	3,06
	Orosiriano (2050–1800 Ma)	PP3ca	Grupo Contendas-Mirante: Formação Areião (metarcóseo e metassubarcóseo com níveis de metaconglomerado)	487,47	4,82
	Neoarqueano–Paleoproterozóico (2800–2050 Ma)	A4pp1cm	Grupo Contendas-Mirante: Formação Rio Gavião e Mirante (filito, metagrauvaca, xisto, metabasalto, metandesito)	205,72	2,04
	Paleoarqueano–Paleoproterozóico (3600–1600 Ma)	A23cb	Grupo Contendas-Mirante: Formação Barreiro d’Anta e Jurema-Travessão (metavulcanitos, metagrauvaca, metarriolito, etc.)	78,73	0,78
		A23go	Complexo Gavião: ortognaisse migmatítico, tonalítico, com restos de rochas supracrustais	68,35	0,68
		Apu	Corpos Máfico-Ultramáficos indiferenciados	75,89	0,75
	Paleoarqueano–Paleoproterozóico (3600–3200 Ma)	A2gm	Complexo Gavião: ortognaisse migmatítico, tonalítico, com enclave máfico e ultramáfico	4158,64	41,15
A2y mm		Complexo Gavião: Granitóide Mariana (ortognaisse monzogranítico a tonalítico, alto K)	130,54	1,29	
A2ttg		Complexo Mairi: Domos de Sete Voltas, Boa Vista/Mata Verde e Corpos de Bernarda e Aracatu (ortognaisse tonalítico)	142,43	1,41	
Província São Francisco – Domínio Bahia Ocidental	Estateriano–Calimiano (1800–1400 Ma)	P4M1b f	Grupo Oliveira dos Brejinhos: Formação Fazendinha (quartzitos feldspáticos e sericíticos, filitos)	97,23	0,96
		P4M1bm	Grupo Oliveira dos Brejinhos: Formação Mosquito (biotita xisto e quartzito biotítico)	26,35	0,26
Formações Superficiais Cenozoicas	Holoceno	Q2a	Depósitos aluvionares recentes (areia, argila, cascalho, matéria orgânica)	43,28	0,43
	Neógeno–Quaternário	NQdl	Cobertura detrito-laterítica (argila, cascalho, crosta laterítica)	2789,92	27,59
Província Mantiqueira - Faixa Araçuaí	Toniano (1000–850 Ma)	NP1ma	Grupo Macaúbas: metarcóseo localmente conglomerático	29,78	0,29
		NP1mc	Grupo Macaúbas: metaconglomerado com gradação para quartzito ou metarcóseo	22,01	0,22
		NP1mq	Grupo Macaúbas: quartzito	89,46	0,89
		NP1mx	Grupo Macaúbas: granada micaxisto, às vezes com sillimanita e níveis de quartzito/metarenito/metarcóseo	537,81	5,33
	Neoproterozoico (650–540 Ma)	NP3 y 3pp	Piripá: granito porfirítico com biotita e muscovita, localmente foliado	133,53	1,32
Total				10103,88	100

Fonte: CPRM (2022); Elaborado por: Santos, G. M. N. de (2025).

Dessa forma, a distribuição das províncias estruturais (Mapa 05) e os litotipos (Mapa 06), aborda uma diversidade geológica que influencia diretamente os aspectos geomorfológicos, a formação dos solos e a dinâmica ambiental da bacia. Ao associar esses dados com as informações de hipsometria (Mapa 03) e declividade (Mapa 04) previamente discutidas, é possível compreender como a geologia atua como um fator controlador na organização espacial e funcional dos elementos naturais na bacia.

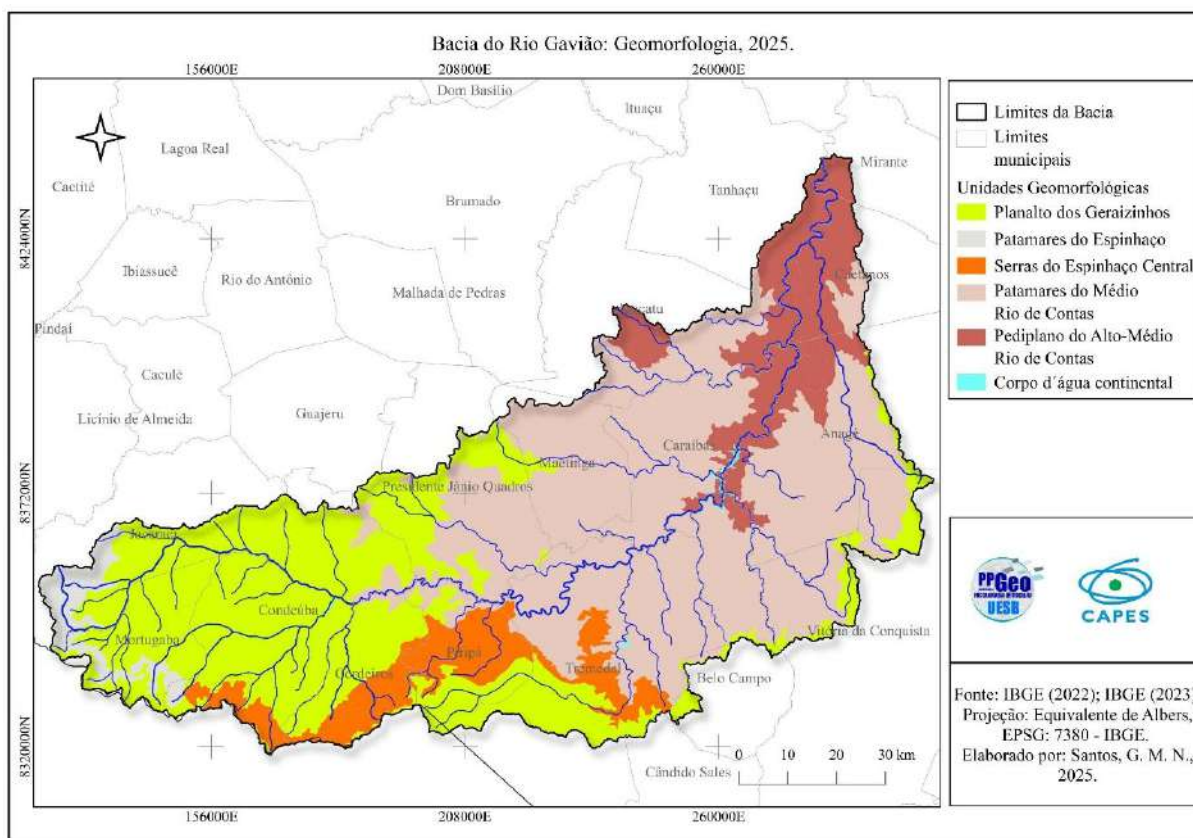
No contexto das bacias hidrográficas, a análise geomorfológica é essencial para entender como o relevo influencia na rede de drenagem, na formação do solo, na distribuição da vegetação e na dinâmica hídrica. Segundo Ross (2019), a geomorfologia enquanto ciência, estuda as formas da superfície terrestre e os processos responsáveis por sua formação e transformação, oferecendo uma visão detalhada sobre a organização espacial do relevo e suas implicações ambientais.

Na BHRG, foram identificadas cinco unidades geomorfológicas, representados no mapa a seguir (Mapa 07) e detalhadas na tabela 05, onde cada uma dessas unidades apresenta características morfológicas distintas, cujos processos geológicos e climáticos moldaram a paisagem ao longo do tempo.

A unidade geomorfológica predominante é a dos Patamares do Médio Rio de Contas (Mapa 07), onde ocupa uma área de 3.965,5 km², correspondendo a 39,03% da bacia (Tabela 05). Essa unidade é caracterizada por um relevo de colinas suavemente onduladas, intercaladas por planícies e vales fluviais. A presença desses patamares retrata um relevo de transição, onde os processos de dissecação e deposição atuam de forma equilibrada. Essa morfologia favorece o desenvolvimento de solos relativamente profundos e uma cobertura vegetal mais contínua, o que contribui para a infiltração da água e reduz os riscos de erosão superficial.

Em segundo lugar, destaca-se o Planalto dos Geraizinhos (Mapa 07), com uma área de 2.451 km², representando 24,13% da bacia (Tabela 05). Essa unidade é caracterizada por extensas superfícies aplainadas, típicas de planaltos residuais, formados por processos de erosão diferencial que deixaram áreas mais elevadas e resistentes. A altitude mais elevada e a relativa homogeneidade do relevo fazem desta área uma importante zona de recarga hídrica, contribuindo para a manutenção dos recursos hídricos da bacia.

Mapa 07 - Bacia do rio Gavião: Unidades geomorfológicas – 2025.



Fonte: IBGE, 2022, 2023; Dados processados no QGIS; Elaborado por Santos, 2025.

Tabela 05 - Bacia hidrográfica do rio Gavião: Unidades Geomorfológicas - 2025.

Unidades Geomorfológicas	Área (km ²)	%
Patamares do Médio Rio de Contas	3965,50	39,03
Planalto dos Geraizinhos	2451,00	24,13
Pediplano do Alto-Médio Rio de Contas	1738,63	17,12
Serra do Espinhaço Central	1103,14	10,86
Patamares do Espinhaço	887,50	8,74
Total	10156,31	100

Fonte: Dados processados no QGIS 3.34; Elaborado por Santos, 2025

O Pediplano do Alto-Médio Rio de Contas é a terceira maior unidade (Mapa 07), ocupando 1.738,63 km² (17,12%; Tabela 05). Trata-se de uma superfície de aplainamento, caracterizada por um relevo suavemente ondulado a plano (Mapa 04), onde os processos erosivos predominam. Essas áreas geralmente possuem solos rasos e baixa capacidade de retenção de água, o que as torna suscetíveis à degradação ambiental, especialmente em regiões submetidas a atividades agropecuárias intensivas.

Já a Serra do Espinhaço Central (Mapa 07), com 1.103,14 km² (10,86%; Tabela 05), é uma unidade geomorfológica de relevo mais dissecado, marcada por formas montanhosas e escarpadas. Essa região é formada por rochas de maior resistência ao intemperismo, o que confere ao relevo uma morfologia abrupta, com vales profundos e cristas elevadas. A presença desta unidade é de grande importância para a bacia, pois atua como divisor de águas, com áreas propícias para a biodiversidade, abrigando espécies vegetais e animais adaptadas a ambientes de altitude.

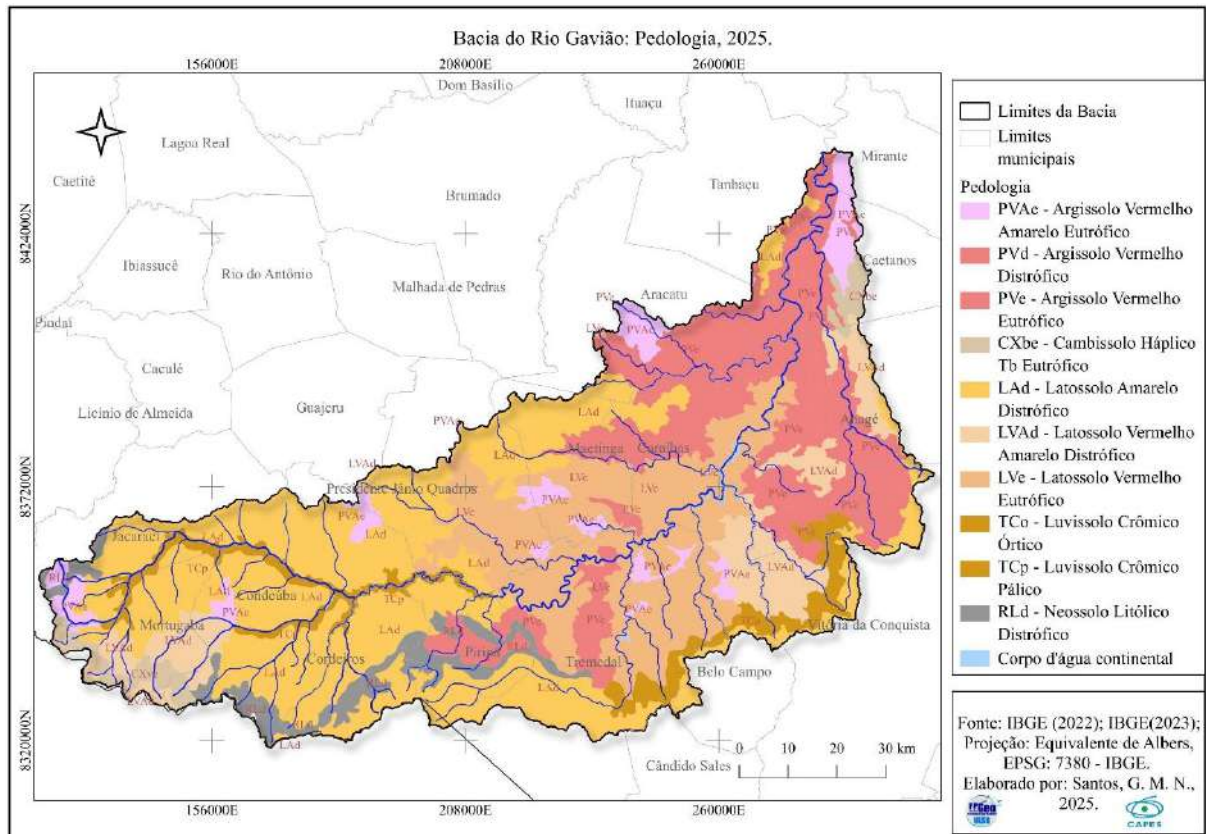
Por fim, os Patamares do Espinhaço é a menor unidade geomorfológica da bacia (Mapa 07), com 887,50 km² (8,74%; Tabela 05), mas não menos relevante. São caracterizados por relevos em patamares, compartimentados em superfícies escalonadas, resultado de processos tectônicos e erosivos. Esta unidade geomorfológica apresenta solos pouco profundos e alta susceptibilidade à erosão, especialmente em áreas de declividade mais acentuada.

O solo é um componente essencial do meio físico, influenciando diretamente a infiltração da água, a retenção de nutrientes e o desenvolvimento da biodiversidade (EMBRAPA, 2018). A análise pedológica da BHRG se faz necessário, para compreensão das características dos solos que compõem essa área, uma vez que representam a base para o desenvolvimento da vegetação, das atividades agrícolas e dos processos hidrológicos. Na bacia em estudo, foram identificadas 10 (dez) classes de solo, como é possível observar no mapa 08 a seguir e detalhada na tabela 06, onde refletem a complexidade do meio físico da região.

O Latossolo Amarelo Distrófico (LAd; Mapa 08) é a classe pedológica predominante, ocupando uma área de 2.368,4 km², e que corresponde a 23,33% da bacia tabela 06. Esse tipo de solo é característico de regiões tropicais, onde o clima quente e úmido favorece o intemperismo químico intenso, resultando em solos profundos, ácidos e de baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2018). Sua presença na bacia indica áreas de relevo suave e com boa drenagem, características típicas desse tipo de solo.

O Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe) é a segunda classe mais expressiva (Mapa 08), com área de 1.822,1 km² (17,94%; Tabela 06). Diferentemente do Latossolo Amarelo, esse solo possui maior fertilidade natural, devido à presença de minerais mais resistentes ao intemperismo, como óxidos de ferro e alumínio. Esse tipo de solo é amplamente utilizado para atividades agrícolas, especialmente em áreas onde o relevo é mais suave, permitindo o cultivo de culturas anuais e perenes.

Mapa 08 - Bacia do rio Gavião: Pedologia - 2025



Fonte: IBGE, 2022, 2023; Dados processados no QGIS; Elaborado por Santos, 2025.

Tabela 06- Bacia hidrográfica do rio Gavião: Tipos de Solo - 2025

Classe Pedológica	Área (km ²)	%
LAd – Latossolo Amarelo Distrófico	2368,4	23,33
LVe – Latossolo Vermelho Eutrófico	1822,1	17,94
PVe – Argissolo Vermelho Eutrófico	1647,3	16,22
LVAd – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	1127,5	10,86
PVAe – Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	1.012,2	9,96
PVd – Argissolo Vermelho Distrófico	752,4	7,41
CXbe – Cambissolo Háptico Tb Eutrófico	539,8	5,31
RLd – Neossolo Litólico Distrófico	396,0	3,90
TCp – Luvisolo Crômico Pálico	271,2	2,67
TCo – Luvisolo Crômico Órtico	215,9	2,12
Total	10156,31	100

Fonte: Dados processados no QGIS 3.34; Elaborado por Santos, 2025

Os Argissolos também são bem representados na bacia (Mapa 08), destacando-se o Argissolo Vermelho Eutrófico (PVe), que ocupa uma área de 1.647,3 km² (16,22%), e o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (PVAe), com 1.012,2 km² (9,96%; Tabela 06). Esses solos são caracterizados pela presença de um horizonte B textural, onde ocorre a acumulação de argila, o que lhes confere maior

capacidade de retenção de água e nutrientes (EMBRAPA, 2018). No entanto, sua fertilidade pode ser limitada em áreas onde o relevo é mais inclinado, tornando-os suscetíveis à erosão.

O Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd; Mapa 08) ocupa uma área de 1.127,5 km² (10,86%; Tabela 06) e apresenta características intermediárias entre os Latossolos Amarelos e Vermelhos (EMBRAPA, 2018). É um solo típico de áreas com relevo ondulado a forte ondulado, onde os processos de lixiviação são mais intensos, resultando em baixa fertilidade natural.

O Argissolo Vermelho Distrófico (PVd; Mapa 08) abrange uma área de 752,4 km² (7,41%; Tabela 06) e é caracterizado por ser um solo de baixa fertilidade natural, típico de regiões onde o intemperismo é intenso, promovendo a remoção de bases e o empobrecimento do solo em nutrientes essenciais (EMBRAPA, 2018). Sua presença na bacia é indicativa de áreas onde o relevo é mais acentuado e onde os processos erosivos são mais frequentes.

Já os Cambissolos Háplicos Tb Eutróficos (CXbe; Mapa 08), com 539,8 km² (5,31%; Tabela 06), são solos que se desenvolvem em áreas onde o material de origem é pouco intemperizado, resultando em solos rasos e com menor capacidade de retenção de água (EMBRAPA, 2018). Esses solos são comumente encontrados em regiões montanhosas ou de relevo acidentado, onde os processos de erosão são predominantes.

O Neossolo Litólico Distrófico (RLd; Mapa 08), que ocupa 396,0 km² (3,90%; Tabela 06), é um solo raso, desenvolvido sobre rochas pouco alteradas (EMBRAPA, 2018). É comum em áreas de relevo acentuado, onde o processo de erosão impede o desenvolvimento de solos mais profundos. Essa característica limita seu uso agrícola, sendo mais adequado para pastagens naturais ou reflorestamento.

Por fim, os Luvisolos (Mapa 08) são representados por duas classes: o Luvisolo Crômico Pálico (TCp), com 271,2 km² (2,67%), e o Luvisolo Crômico Órtico (TCo), com 215,9 km² (2,12%; Tabela 06). Esses solos são caracterizados por apresentarem maior fertilidade natural, devido à presença de minerais mais resistentes ao intemperismo, e são comuns em áreas de relevo suavemente ondulado (EMBRAPA, 2018). Sua fertilidade natural faz deles solos adequados para a produção agrícola.

As observações realizadas em campo permitiram identificar diferentes classes de solos distribuídas ao longo da Bacia do rio Gavião, em conformidade com o mapeamento pedológico da área (Mapa 08). Nos municípios de Jacaraci, Mirante e Piripá (Fotografias 01 a 03), foram reconhecidos perfis representativos das principais classes generalizadas: Argissolos, Latossolos e Neossolos.

Em Jacaraci (Fotografia 01), o perfil revelou a presença de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (Mapa 08), típico de relevo suavemente ondulado e boa drenagem.

Fotografia 01 - Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico observado no município de Jacaraci – 2025.



Fonte: Trabalho de campo, outubro de 2025.

Já em Piripá (Fotografia 02), identificou-se o Latossolo Vermelho (Mapa 08), indicando continuidade do domínio de solos bem intemperizados nas porções centrais da bacia.

Fotografia 02 - Perfil de Latossolo Vermelho identificado no município de Piripá – 2025.



Fonte: Trabalho de campo, outubro de 2025.

O perfil de solo exibido (Fotografia 02), revela coloração vermelho-escura homogênea, estrutura granular e elevada profundidade, associada a relevo suave ondulado e vegetação esparsa. Essas características correspondem a Latossolos Vermelhos (LV), também enquadrados na classe geral dos Latossolos. A presença de palmeiras e gramíneas sobre o topo do talude indica boa drenagem e estabilidade superficial, aspectos típicos dessa classe de solo. No contexto regional, os Latossolos de Piripá representam áreas de maior potencial agrícola e menor suscetibilidade à erosão.

Por fim, em Mirante (Fotografia 03), a ocorrência de Neossolos Litólicos Distróficos (Mapa 08) reflete a pouca profundidade e a influência da rocha matriz em ambiente semiárido.

Fotografia 03 - Neossolo Litólico Distrófico identificado no município de Mirante – 2025.



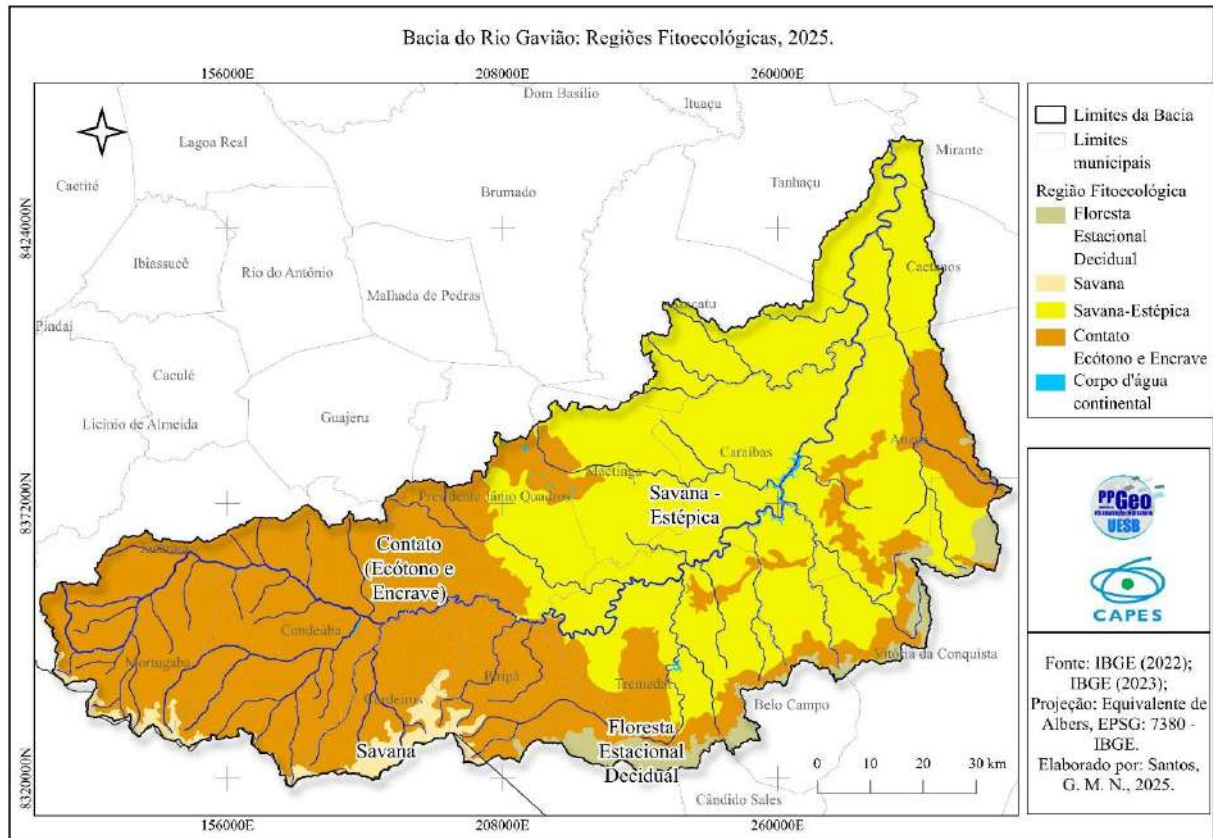
Fonte: Trabalho de campo, outubro de 2025.

A distribuição das classes de solos encontradas na bacia do rio Gavião (Mapa 08), reflete a influência direta da geologia, do relevo e dos processos meteorológicos que atuam na região. O predomínio de Latossolos e Argissolos, que são solos profundamente intemperizados, evidencia a ação prolongada dos processos de formação do solo, especialmente em áreas de relevo mais suave, onde o intemperismo químico é mais eficiente. Por outro lado, a presença de Neossolos e Cambissolos em áreas mais elevadas e declivosas reforça a influência do relevo na gênese e na distribuição dos solos.

A análise das regiões fitoecológicas da bacia hidrográfica do rio Gavião, se encontram representadas no mapa a seguir mapa 09, e detalhadas na tabela 07, onde indicam uma forte

interação da vegetação com os elementos físicos e climáticos da região, refletindo a diversidade ecológica e os desafios ambientais presentes.

Mapa 09 - Bacia do rio Gavião: Regiões Fitoecológicas - 2025.



Fonte: IBGE, 2022, 2023; Dados processados no QGIS; Elaborado por Santos, 2025.

Tabela 07 - Regiões Fitoecológica da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2025.

Regiões Fitoecológica	Área (km²)	%
Savana-Estépica	4418,00	43.50
Contato (Ecótono e Enclave)	3310,96	32.60
Floresta Estacional Decidual	1222,62	12.04
Savana	1119,19	11.02
Total	10156,31	100

Fonte: Dados processados no QGIS 3.34; Elaborado por Santos, 2025.

A Savana-Estépica é a formação vegetal predominante (Mapa 09), ocupando 43,50% da área da bacia (Tabela 07). Caracterizada por vegetação arbustiva esparsa e adaptada a condições semiáridas, essa fitofisionomia é típica de regiões com baixa precipitação e solos rasos. Sua presença está intimamente relacionada às condições climáticas da bacia, que apresenta

precipitação pluviométrica média anual entre 300 e 800 mm, estando totalmente inserida no semiárido, no chamado Polígono das Secas (Lacerda, *et al.*, 2022).

As áreas de Contato (Mapa 09), representando 32,60% da bacia (Tabela 07), indicam zonas de transição entre diferentes formações vegetais, como entre a Caatinga e o Cerrado. Essas zonas de ecótono são ecologicamente importantes, pois abrigam uma diversidade significativa de espécies adaptadas a condições ambientais variadas. A presença dessas áreas representa a heterogeneidade do relevo e dos solos da bacia, influenciando diretamente na distribuição da vegetação.

A Floresta Estacional Decidual (Mapa 09), ocupando 12,04% da bacia (Tabela 07), e é composta por espécies que perdem parte de suas folhas durante a estação seca, uma adaptação às condições climáticas da região. Essa formação vegetal é comum em áreas com solos mais profundos e férteis, geralmente associadas a relevos mais suaves e maior disponibilidade hídrica. Sua presença na bacia indica locais com condições edafoclimáticas mais favoráveis ao desenvolvimento de uma vegetação mais densa e diversificada.

Já a Savana (Mapa 09), representando 11,02% da área da bacia (Tabela 07), é caracterizada por uma vegetação composta por gramíneas e arbustos espaçados, adaptada a solos bem drenados e condições climáticas com estação seca pronunciada. Sua ocorrência na bacia está associada a áreas com relevo mais moderados e solos de textura arenosa, que favorecem o desenvolvimento desse tipo de vegetação.

As observações de campo em diferentes pontos da BHRG permitiram verificar a coerência entre as fitofisionomias registradas e as classes definidas no mapa de regiões fitoecológicas da área de estudo. No município de Jacaraci, observa-se uma vegetação de porte médio a alto, com presença significativa de espécies arbóreas e subarborescentes e copa densa (Fotografia 04).

Essa paisagem se enquadra na classe de Contato (Ecótono e Enclave), conforme o mapeamento fitoecológico (Mapa 09), caracterizada pela presença de espécies lenhosas, espaçamento moderado entre indivíduos e maior cobertura foliar durante o período úmido. Essa formação reflete uma transição ecológica entre a Caatinga Arbórea Densa e o domínio do Cerrado, sendo influenciada pelas condições edafoclimáticas mais favoráveis do setor sudeste da bacia.

Fotografia 04 - Formação vegetal classificada como Contato (Ecótono e Enclave), observada no município de Jacaraci.



Fonte: Trabalho de campo, outubro de 2025.

Em contrapartida, na região de Presidente Jânio Quadros, a paisagem registrada (Fotografia 05) apresenta uma vegetação predominantemente seca, de pequeno porte e baixa densidade, registrada durante o período de estiagem. A feição observada corresponde à classe de Savana-Estépica denominada no Brasil como Caatinga Arbustiva Aberta, também identificada no mapeamento fitoecológico da bacia (Mapa 09). Essa formação é composta por indivíduos arbustivos esparsos, de porte baixo, com elevada caducifolia na estação seca e presença significativa de solo exposto. Tal aspecto é típico das áreas centrais da bacia, que apresentam menor disponibilidade hídrica e condições climáticas mais severas.

Fotografia 05 - Formação vegetal de Caatinga Arbustiva Aberta, observada no município de Presidente Jânio Quadros.



Fonte: Trabalho de campo, outubro de 2025.

A distribuição dessas formações vegetais na bacia do rio Gavião (Mapa 09), está diretamente relacionada aos fatores físicos, como relevo, solos e clima. Nas análises da relação com a altimetria (Mapa 03) e a declividade (Mapa 04), onde predominância altitudes intermediárias e relevos suaves a moderados, as condições ambientais e do meio físico, influenciam na infiltração da água e na erosão do solo, cujos fatores, por sua vez, afetam na distribuição e no tipo de vegetação presente na região.

A bacia do rio Gavião está inserida em uma região que passou por transformações socioeconômicas significativas nas últimas décadas, resultando em alterações na cobertura vegetal. De acordo com Clemente e Santos (2017), houve uma redução da vegetação natural entre os anos de 1988 e 2015, com destaque para a conversão de áreas de vegetação nativa em usos para a atividade na agropecuária. Essa dinâmica de uso e ocupação do solo tem implicações diretas na conservação dos recursos naturais e na sustentabilidade da bacia.

4.2 Processo histórico de ocupação da Bacia Hidrográfica do rio Gavião

A dinâmica de uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do rio Gavião está fortemente vinculada ao processo histórico de assentamento humano na região do Sudoeste baiano, marcado inicialmente pela pecuária extensiva e pelo estabelecimento de grandes propriedades rurais. A colonização seguiu os padrões típicos do semiárido nordestino, nos quais a exploração dos recursos naturais e a estrutura fundiária concentrada condicionaram a configuração socioespacial do território (Rocha, 2011). Esse processo resultou na formação de uma paisagem em que a interação entre fatores naturais e antrópicos passou a determinar os modos de apropriação e transformação do meio físico.

A partir da segunda metade do século XX, a intensificação das atividades agropecuárias e a introdução de obras hídricas, como açudes e barragens, transformaram de maneira significativa o sistema fluvial e a ocupação do espaço. A construção da Barragem de Anagé, por exemplo, desencadeou a formação de novas territorialidades, associadas à perenização de trechos do rio do curso principal abaixo da barragem, denominado de rio Gavião e ao desenvolvimento de práticas agrícolas irrigadas, o que modificou não apenas a paisagem, mas também a dinâmica socioeconômica local (Oliveira, 2011; Rocha, 2011).

Mais recentemente, estudos têm evidenciado que as transformações na cobertura e no uso do solo na sub-bacia do rio Gavião refletem a expansão de áreas de pastagem e agricultura em detrimento da vegetação nativa. A análise de séries temporais entre 1988 e 2015 aponta para

a substituição progressiva da cobertura natural por atividades agropecuárias, demonstrando o papel da ação humana na alteração da paisagem regional (Clemente, 2017). Dessa forma, a compreensão da trajetória histórica da ocupação da Bacia do Rio Gavião permite contextualizar os padrões atuais de uso e cobertura da terra, além de evidenciar a relação intrínseca entre sociedade e natureza que estrutura os geossistemas locais.

4.2.1 Uso e ocupação da Terra na Bacia do rio Gavião

A análise do uso e ocupação da terra constitui uma importante ferramenta para compreender as transformações espaciais provocadas pela ação socioeconômica sobre o ambiente natural. Trata-se de uma abordagem que permite identificar padrões de apropriação e modificação do espaço geográfico ao longo do tempo, revelando dinâmicas produtivas, sociais e ecológicas que impactam diretamente na estrutura e funcionalidade dos ecossistemas.

Dessa forma, o uso e a ocupação do terra funcionam como indicadores ambientais importantes, capazes de revelar a pressão exercida pelas atividades humanas sobre os sistemas naturais. Nesse sentido, o monitoramento contínuo dessas mudanças é essencial para subsidiar pesquisas voltadas à conservação e ao planejamento territorial sustentável, sobretudo em regiões vulneráveis como o semiárido brasileiro revelando as interfaces da paisagem discutidas por Schier (2003).

A análise espacial dessas dinâmicas se torna ainda mais precisa com o uso de geotecnologias, que possibilitam a aquisição, processamento e interpretação de dados geográficos em diferentes escalas. Como evidenciado por Clemente e Santos (2017), o emprego de imagens de satélite e sistemas de informações geográficas (SIG) facilita a detecção de alterações temporais na cobertura vegetal e no uso da terra, além de apoiar a tomada de decisão na gestão dos recursos naturais em bacias hidrográficas.

Nesse sentido, a ocupação humana e suas ações sobre as bacias hidrográficas podem acarretar em problemas socioambientais que causam prejuízos na drenagem da bacia, na qualidade da água e até mesmo extinguir alguns cursos d'água, além da poluição dos rios, destruição da mata ciliar, assoreamento e erosão das margens.

A análise das dinâmicas é essencial para identificar áreas críticas, os efeitos da ocupação humana e propor estratégias de uso da terra que conciliem conservação ambiental e desenvolvimento regional como discutido por Pereira *et al.* (2019). A abordagem integrada entre meio físico, uso do

solo e dinâmica da paisagem se torna, portanto, um instrumento essencial à gestão eficiente das bacias hidrográficas no semiárido.

Diante dessa contextualização sobre a importância dos estudos de uso e ocupação do solo, torna-se imprescindível observar como essas dinâmicas se manifestam na Bacia Hidrográfica do rio Gavião, especialmente considerando suas particularidades ambientais, sociais e econômicas já discutidas ao longo deste texto. Ao compreender a evolução do uso da terra nessa unidade territorial, é possível revelar as transformações espaciais que ocorreram nas últimas décadas e os impactos associados à conversão da cobertura vegetal natural em áreas antrópicas.

Os dados a seguir, do uso e ocupação do solo da bacia do rio Gavião são apresentados em uma análise temporal para os anos de 1985 (Mapa 11) e 2023 (Mapa 10), com base nas informações do MapBiomias, destacando as mudanças ocorridas nas principais classes de uso, bem como os efeitos dessas alterações sobre a dinâmica ambiental da bacia. Essa abordagem busca integrar as dimensões físicas e humanas, revelando o papel que o uso da terra desempenha na conformação da paisagem atual e na sustentabilidade dos recursos naturais da região.

O uso e ocupação do solo da bacia do rio Gavião no ano de 2023 (Mapa 10) revela uma paisagem marcada pelo equilíbrio entre áreas com cobertura natural e aquelas destinadas a atividades antrópicas, evidenciando as transformações espaciais contínuas no contexto do semiárido baiano. Esse padrão é reflexo da interação entre os fatores naturais já discutidos, como relevo, tipos de solo e condições climáticas semiáridas, que, combinados, moldam a distribuição dos usos da terra na bacia.

Nos dados do MapBiomias (2023), observa-se que as formações savânicas e vegetações herbáceas e arbustivas ocupam a maior extensão territorial da bacia (Mapa 10), somando 49,03% da área total (cerca de 4.979,95 km²; tabela 08) no ano de 2023. Essa categoria abrange predominantemente áreas com vegetação típica da transição entre Caatinga e Cerrado, especialmente nos setores de relevo mais suave (Mapa 04) e solos de menor fertilidade natural (Mapa 08). Essa cobertura atua como importante reserva de biodiversidade e tem papel fundamental na estabilidade hidrológica da bacia, ainda que parte dessas áreas já sofra interferências do pastoreio extensivo.

ecossistêmicos, especialmente em um contexto semiárido de elevada vulnerabilidade à erosão e à perda de fertilidade do solo.

As formações florestais são bastante restritas na bacia (Mapa 10), representando apenas 1,98% da área total (201,25 km²; Tabela 08). Essas áreas estão concentradas, em sua maioria, em faixas elevadas da bacia, onde a declividade mais acentuada e as condições pedológicas menos favoráveis à agricultura atuam como limitantes naturais ao uso direto do solo. A presença dessas formações é essencial para a manutenção de corredores ecológicos e para a proteção das nascentes.

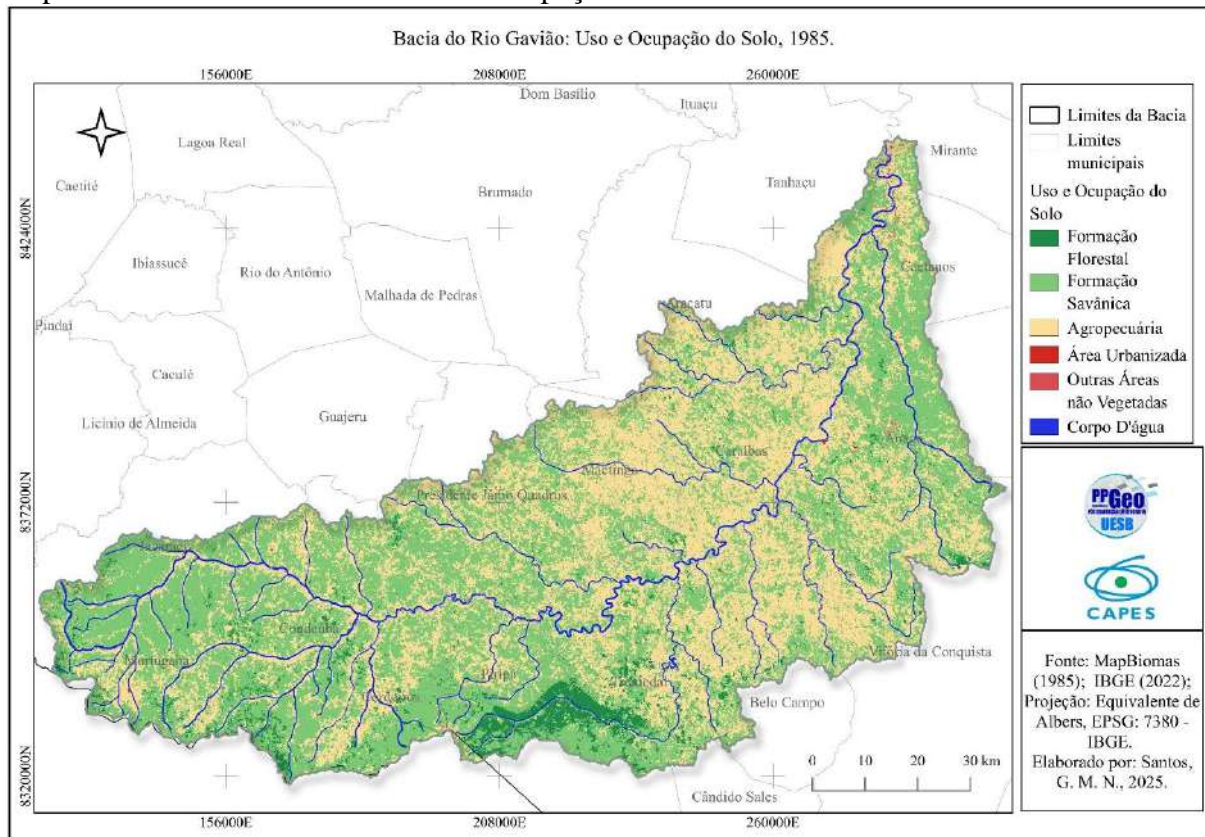
As áreas urbanizadas (Mapa 10), somam apenas 0,26% (Tabela 08), evidenciando uma baixa densidade urbana nos municípios inseridos na bacia. Tal aspecto está coerente com a estrutura fundiária e econômica regional, marcada pela predominância de atividades agropecuárias de base familiar e pelo pequeno porte das sedes municipais. Já as outras áreas não vegetadas e corpos d'água representam, respectivamente, 0,22% e 0,25% da área da bacia (Tabela 08), tendo uma influência territorial quase residual no cenário atual.

De maneira geral, o uso e ocupação do solo em 2023 (Mapa 10) mostra uma paisagem pressionada pela atividade agropecuária, porém ainda marcada por remanescentes expressivos de vegetação natural savânica, especialmente em áreas de menor aptidão agrícola. A combinação entre os fatores físicos e a expansão antrópica reflete os desafios da gestão territorial em regiões semiáridas, onde a conservação dos recursos naturais precisa ser constantemente equilibrada com os modos de vida da população local.

Ao comparar os dados referentes ao uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Gavião nos anos de 2023 (Mapa 10) e 1985 (Mapa 11), conforme tabela 09, observa-se uma transformação na dinâmica do espaço geográfico, revelando o avanço das pressões antrópicas sobre a cobertura vegetal nativa. Essa transição territorial reflete processos sociais, econômicos e ambientais integrados, influenciados por fatores como a intensificação das práticas agropecuárias, o crescimento populacional e a fragilidade ecológica característica do semiárido baiano.

Observa-se, inicialmente, uma redução da formação florestal, que possuía uma área de 391,76 km², equivalente à de 3,86% em 1985 e que reduz para 201,25 km² (1,98%) em 2023 (Tabela 09), representando uma perda de quase 50% dessa cobertura. Tal redução está associada à substituição da vegetação nativa por usos agropecuários, especialmente em áreas de maior declividade ou solos mais férteis, como verificado nas análises pedológicas (Mapa 08) e geomorfológicas (Mapa 07) anteriores.

Mapa 11 - Bacia do rio Gavião: Uso e ocupação do solo – 1985.



Fonte: MapBioma, 1985; Dados processados no SIG QGIS, elaborado por SANTOS, 2025

Tabela 09 - Comparação das principais variações percentuais nas classes de uso e cobertura do solo do ano de 1985 e 2023 da bacia do rio Gavião

CLASSE	1985		2023		DIFERENÇA
	Área km ²	%	Área km ²	%	
Formação florestal	391,76	3,86	201,25	1,98	-1,88
Formação savânica e vegetação arbustiva	5302,28	52,21	4979,95	49,03	-3,18
Agropecuária	4428,36	43,61	4900,61	48,26	+4,65
Área urbanizada	2,47	0,02	26,89	0,26	+0,24
Outras áreas não vegetadas	19,77	0,19	22,57	0,22	+0,03
Corpo D'água	11,57	0,11	25,03	0,25	+0,14

Fonte: Dados processados no SIG QGIS. Elaborado por Santos, 2025.

A formação savânica e vegetação herbácea-arbustiva, predominante na paisagem da bacia (Mapa 11), no entanto, apresentou queda, passando de uma área de 5.302,28km² (52,21%) para 4.979,95 km² (49,03%; Tabela 09). Embora a redução seja relativamente discreta, ela representa mais de 300 km² de áreas naturais convertidas, principalmente, em áreas agropecuárias, que cresceram de 4.428,36 km² (43,61%) para 4.900,61 km² (48,26%; Tabela 09). Este dado aponta para um processo de substituição das formações vegetais nativas por pastagens e cultivos,

intensificado especialmente nas últimas décadas, por práticas agrícolas mecanizadas ainda que em pequena escala, dado ao contexto ao qual a bacia se encontra, com expansão do pastoreio extensivo, comum na região.

Ademais, houve um aumento considerável da área urbanizada (Mapa 11), ainda que sua participação total seja pequena. A variação de 2,47 km² (0,02%) para 26,89 km² (0,26%; tabela 09), onde pode parecer modesta numericamente, mas representa um crescimento relativo expressivo, em especial ao se considerar o perfil rural da região. Esse dado reforça os apontamentos sobre a concentração da população nos núcleos urbanos e a consequente pressão sobre os recursos naturais nas margens dos cursos d'água e áreas de entorno.

Outro aspecto relevante é o aumento na categoria de corpos d'água, que passou de 11,57 km² (0,11%) para 25,03 km² (0,25%; Tabela 09). Tal mudança é explicada pelas construções de pequenas barragens para abastecimento humano e dessedentação animal, ou mesmo por melhorias na resolução espacial, espectral e radiométrica, dos sensores remoto, na detecção das áreas hídricas, utilizado pelo MapBiomas no mapeamento.

De maneira geral, a análise comparativa evidencia um processo típico de áreas semiáridas, a gradual substituição da cobertura vegetal nativa por usos agropecuários, o aumento das pressões urbanas e a fragmentação da paisagem natural, fatores já abordados em relação à vulnerabilidade ambiental e capacidade de suporte dos ecossistemas locais. Essas transformações reforçam a importância de integrar o planejamento ambiental à gestão territorial da bacia, considerando sua fragilidade hidroclimática e a necessidade de conciliar o uso dos recursos naturais com a conservação da biodiversidade e a segurança hídrica das comunidades inseridas nesse território.

Na análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Gavião, foi pertinente integrar os dados de uso e ocupação do solo (Mapa 10 e 11), com indicadores que possibilitou mensurar a condição atual da cobertura vegetal. Nesse contexto, destaca-se a aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*), amplamente utilizado no monitoramento ambiental por satélite. Esse NDVI foi calculado com base na diferença entre as bandas do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (RED), permitindo avaliar a densidade e a vigorosidade da vegetação presente na área.

A análise do NDVI complementa a leitura espacial das transformações no uso da terra ao fornecer uma visão quantitativa da cobertura vegetal ativa, o que se mostra essencial em uma região marcada por intensas variações sazonais e pela expansão de atividades antrópicas. Dessa forma, a seguir, apresenta-se as condições da vegetação na bacia, a partir dos dados recentes,

obtidos no dia 29 de dezembro de 2024, buscando compreender os padrões de conservação ou degradação ambiental que emergem nesse território (Mapa 12).

A análise do NDVI (Mapa 12) do ano de 2024, revelou um panorama heterogêneo da cobertura vegetal da bacia do rio Gavião. Os valores variam entre -0,1779 e 0,5686 (Tabela 10), com destaque para a predominância das classes que indicam vegetação esparsa (36%) e vegetação rala (26%), totalizando 62% da área da bacia sob condições de cobertura vegetal fragilizada. Esse padrão reflete, de modo coerente, os resultados anteriormente observados nos mapas de uso e ocupação do solo de 2023, nos quais as atividades agropecuárias representaram cerca de 48% da área da bacia, evidenciando o avanço das áreas antrópicas sobre as formações naturais.

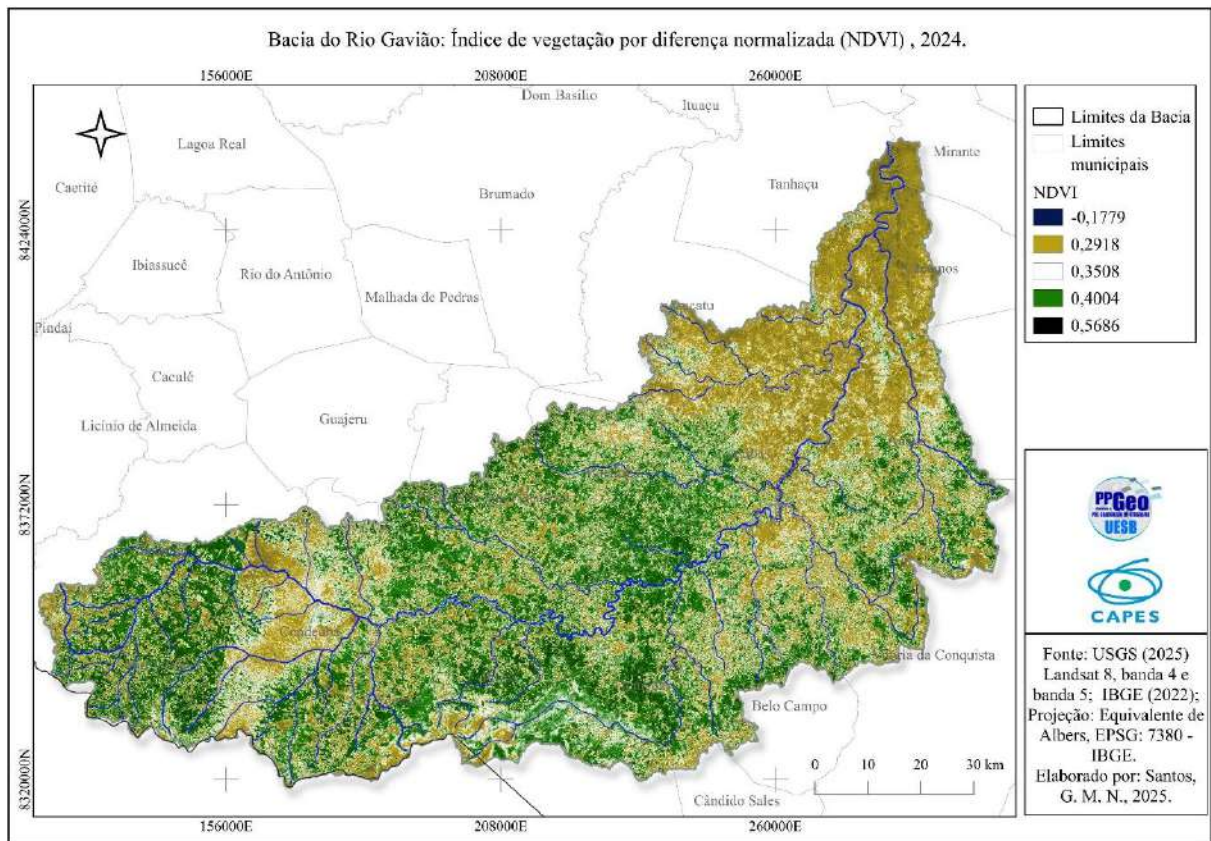
As classes intermediárias do NDVI, estão associadas à vegetação moderada (25%; Tabela 10), especialmente distribuídas em regiões onde ainda se preservam remanescentes de vegetação savânica e arbustiva e, nas áreas mais elevadas de declividade acentuada, onde a ação antrópica tende a ser restrita. Já a classe de vegetação densa (11%; Tabela 10) aparece de forma pontual e concentrada (Mapa 12), refletindo áreas com menor interferência antrópica, geralmente associadas a fragmentos florestais situadas em zonas de maior altitude e difícil acesso, como observado nos trechos ao sul e sudoeste da bacia, próximos às unidades geomorfológicas Serras do Espinhaço Central e nas encostas do Planalto dos Geraizinhos (Mapa 07).

Tabela 10 - Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2024

NDVI	CLASSES	ÁREA (KM ²)	TOTAL (%)
-0,1779	Ausência de vegetação	152,36	1,6
0,2918	Vegetação muito esparsa	3.656,27	36
0,3508	Vegetação rala	2.684,20	26
0,4004	Vegetação moderada	2.543,49	25
0,5686	Vegetação densa	1.120,00	11
Total		10.156,32	100

Fonte: Dados processados no SIG QGIS. Elaborado por Santos, 2025.

Mapa 12 - Bacia do rio Gavião: Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) – 2024.



Fonte: USGS, Landsat 8, 2024; Dados processados no SIG QGIS, elaborado por SANTOS, 2025.

Por outro lado, a ausência de vegetação (1,6%; Tabela 10), ainda que numericamente reduzida, é um indicativo importante de processos de degradação ambiental, relacionados aos solos expostos, áreas urbanizadas ou atividades extrativas e uso agrícola. Essa realidade é especialmente preocupante no contexto da vulnerabilidade do semiárido baiano, onde a resiliência dos ecossistemas é naturalmente limitada e os recursos hídricos apresentam forte dependência da cobertura vegetal para regulação dos fluxos de escoamento e infiltração.

Ao integrar os dados hipsométricos (Mapa 03) e o da declividade (Mapa 04), observa-se que as regiões mais planas e de menor altitude são justamente aquelas onde se concentram os menores índices de NDVI (Mapa 12), revelando o uso mais intensivo da terra e sua correspondente perda de cobertura vegetal. Tal evidência reforça a importância da vegetação no equilíbrio dos processos hidrológicos e geomorfológicos da bacia, especialmente considerando sua localização em uma região de clima semiárido, onde os impactos da degradação do solo tendem a ser mais severos.

A análise do NDVI (Mapa 12), contribuiu significativamente para a compreensão da situação atual da cobertura vegetal da BHRG, servindo como suporte técnico para o diagnóstico

ambiental. Os resultados, ao serem confrontados com as demais variáveis físicas já estudadas, como o relevo, os solos e o uso da terra, oferecem importantes subsídios para futuras propostas de conservação e recuperação das áreas degradadas e gestão integrada da paisagem hidrográfica.

A análise integrada do uso e cobertura da terra (Mapa 10 e 11) associada ao índice de vegetação (NDVI; Mapa 12), permitiu evidenciar os distintos processos de ocupação e transformação espacial em curso na BHRG. A abordagem comparativa entre os anos de 1985 e 2023 revelou dinâmicas significativas nas formações vegetais naturais e no avanço das atividades agropecuárias, que têm moldado a paisagem ao longo do tempo. A leitura do NDVI para o ano de 2024, por sua vez, ampliou a capacidade de interpretação das condições atuais da cobertura vegetal, ao expor com clareza os níveis de degradação e conservação da vegetação em diferentes regiões da bacia. Tais informações, ao serem cruzadas com os dados do meio físicos discutidos nos tópicos anteriores, fortalecem a compreensão sistêmica da bacia e qualificam o processo de diagnóstico ambiental proposto nesta pesquisa.

4.3 Análise morfométrica e fisiográfica da rede de drenagem da bacia do rio Gavião

A análise morfométrica e fisiográfica da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica é um processo fundamental para compreender suas características físicas, sua dinâmica hidrológica e suas interações com o meio ambiente.

A fisiografia, enquanto campo de análise dos elementos naturais que estruturam uma bacia, abrange o estudo da configuração e hierarquia da rede hidrográfica, padrões de drenagem e a influência do relevo sobre o comportamento hidrológico. Nesse sentido, estudos como os de Martins e Salgado (2018) demonstram que a rede de drenagem, quando examinada em relação à litologia, estrutura geológica, cobertura superficial e morfologia do terreno, permite compreender não apenas o escoamento superficial, mas também os processos de formação e evolução paisagística, ou seja, a morfogênese da paisagem, que é objeto central da fisiografia. Já a morfometria consiste na quantificação e interpretação de parâmetros geométricos, como área, perímetro, densidade de drenagem, coeficiente de compactidade, fator de forma, entre outros, os quais permitem avaliar a eficiência do escoamento superficial, a suscetibilidade a processos erosivos e a capacidade de retenção hídrica da bacia.

O estudo da fisiografia e da morfometria da bacia hidrográfica do rio Gavião tornou-se fundamental para a compreensão de sua dinâmica hidrogeomorfológica, pois permitiu

identificar os padrões que afetam diretamente a disponibilidade hídrica e a estabilidade ambiental da região. Ao analisar a configuração da rede de drenagem, sua densidade e sinuosidade, bem como as relações entre relevo e processos fluviais, foi possível obter informações que pode ser utilizada como subsidio ao planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos.

A hierarquia da rede de drenagem é fundamental para compreender a organização e o comportamento dos cursos d'água em uma bacia hidrográfica. Uma das metodologias mais utilizadas para classificar essa hierarquia é o método de ordenamento de rios proposto por Strahler em 1957.

De acordo com Strahler (1957), os cursos d'água são classificados da seguinte maneira: primeira ordem são rios que não possuem tributários; são os cursos d'água iniciais na rede de drenagem. Já os de segunda ordem são formados pela confluência de dois rios de primeira ordem. E o de terceira ordem resultantes da união de dois rios de segunda ordem. Esse padrão continua, com a confluência de dois rios de mesma ordem formando um rio de ordem imediatamente superior. É importante destacar que, quando um rio de ordem inferior se junta a um de ordem superior, a ordem do rio principal não se altera.

A partir dessa metodologia foi possível realizar análise padronizada da complexidade e do desenvolvimento da rede de drenagem, sendo amplamente aplicada em estudos de geomorfologia e hidrologia para avaliar características como potencial de erosão, capacidade de transporte de sedimentos e comportamento hidrológico das bacias.

Na análise da hierarquia da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Gavião (BHRG), tendo como base a metodologia de Strahler (1957) para a classificação dos cursos d'água (Mapa 13), foi possível verificar que a referida bacia apresenta uma estrutura de drenagem complexa, composta por rios de diferentes ordens, no qual contribuem para o escoamento superficial e a dinâmica hidrológica da região.

A BHRG apresenta um padrão de drenagem dendrítico, caracterizado por uma rede de canais ramificados de forma semelhante aos galhos de uma árvore. Esse tipo de drenagem ocorre predominantemente em regiões onde não há controle estrutural significativo sobre o escoamento, ou seja, o substrato geológico é relativamente homogêneo, permitindo que os cursos d'água se distribuam livremente conforme a declividade do terreno. Na fotografia 06, observa-se o curso principal do rio Gavião no município de Caetanos.

Fotografia 06 - Vista do curso principal do rio Gavião no município de Caetanos - BA.



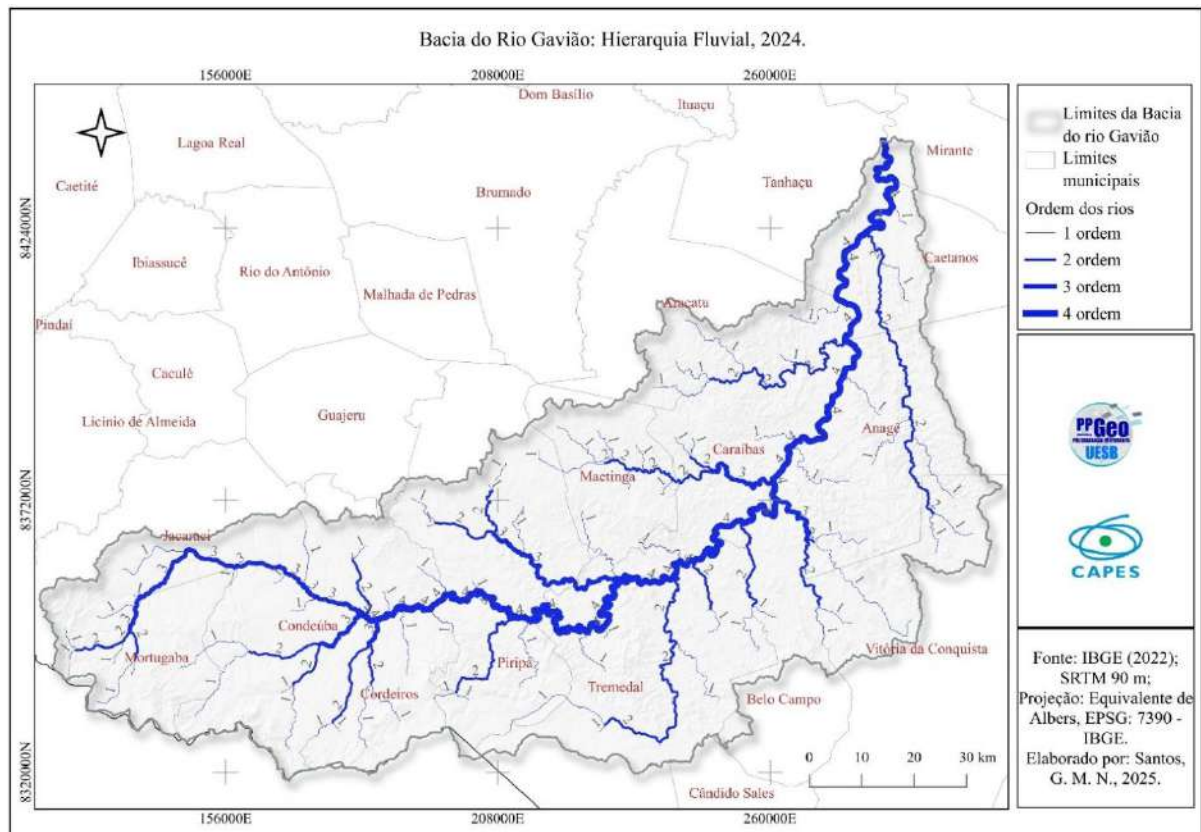
Fonte: Trabalho de campo, outubro de 2025.

O padrão de drenagem da bacia do rio Gavião indica uma disposição natural do escoamento, onde os tributários convergem para o canal principal sem restrições impostas por falhamentos geológicos ou lineamentos estruturais marcantes. Segundo Christofolletti (1980), o padrão dendrítico ocorre em regiões onde há uma uniformidade litológica e topográfica, favorecendo a formação de uma rede de drenagem ramificada e sem controle estrutural evidente.

De acordo com os resultados obtidos, a bacia do rio Gavião possui um total de 74 cursos d'água de primeira ordem (Tabela 11), os quais representam os segmentos mais iniciais da drenagem. Esses cursos são fundamentais para a captação da precipitação e início do escoamento superficial. Já os rios de segunda ordem somam 31, resultantes da confluência entre dois rios de primeira ordem. Os cursos de terceira ordem totalizam 14, enquanto os de quarta ordem somam 28, indicando uma rede de drenagem bem estruturada e ramificada.

O curso d'água principal da bacia apresenta um comprimento total de 422,21 km (Tabela 11), o que reflete a extensão significativa da bacia e sua importância para a hidrografia regional. A distribuição dos cursos d'água em diferentes ordens sugere um padrão de drenagem desenvolvido, com potencial para captação e transporte eficiente da água pluvial, além de influenciar diretamente os processos erosivos e a dinâmica dos sedimentos ao longo da bacia.

Mapa 13 - Bacia do rio Gavião: Hierarquia a rede de drenagem – 2024.



Fonte: IBGE, 2022; Dados processados no SIG QGIS, elaborado por SANTOS, 2025.

Tabela 11 - Propriedades da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Gavião - 2026.

PROPRIEDADE	UND	Total (km)
1º Ordem	74	764,96
2º Ordem	31	440,21
3º Ordem	14	164,41
4º Ordem	28	284,64
Comprimento do curso d'água principal		422,21
Padrão de drenagem		Dendrítico
Escoamento global		Exorreico

Fonte: Dados processados no SIG QGIS. Elaborado por Santos, 2025.

Quanto ao escoamento global, a BHRG possui um padrão exorreico (Fotografia 07), o que significa que sua drenagem é aberta e possui um ponto de exutório bem definido, permitindo que as águas fluam para um sistema fluvial maior. Nesse caso, os cursos d'água da bacia do rio Gavião deságuam no rio de Contas, que por sua vez segue em direção ao Oceano Atlântico. Esse tipo de escoamento indica que a bacia possui uma rede de drenagem funcional, onde a precipitação captada na área de drenagem é direcionada para o exutório, sem retenções

internas significativas que formariam lagos ou sistemas fechados. De acordo com Christofolletti, (1980), bacias exorreicas são aquelas cujas drenagens desembocam diretamente no nível marinho, caracterizando-se por um escoamento contínuo das águas até o mar.

Fotografia 07 - Vista panorâmica do exutório da bacia do rio Gavião em Mirante - BA.



Fonte: Trabalho de campo, setembro de 2025.

A hierarquização da rede de drenagem da BHRG (Mapa 13), permite inferências importantes sobre sua dinâmica hidrológica, especialmente considerando que está inserida no contexto do semiárido brasileiro, onde a disponibilidade hídrica é limitada e os cursos d'água são predominantemente intermitentes. A predominância de rios de menor ordem, somada à intermitência dos fluxos, indica uma menor capacidade de infiltração e armazenamento hídrico na bacia, tornando-a mais vulnerável a períodos de estiagem prolongada.

A baixa infiltração da água no solo deve-se, em grande parte, à composição litológica e ao regime pluviométrico irregular da região, com chuvas concentradas, características comuns a bacias situadas em ambientes semiáridos. A pouca cobertura vegetal e a alta evapotranspiração também contribuem para um escoamento superficial mais rápido, dificultando a recarga dos aquíferos e aumentando a susceptibilidade da bacia à escassez hídrica. As bacias inseridas em regiões semiáridas apresentam um padrão de drenagem menos eficiente na retenção de água, favorecendo a ocorrência de déficit hídrico e impactando diretamente na disponibilidade dos recursos hídricos para os usos antrópicos.

Ademais, a resposta hidrológica da bacia a eventos extremos, como chuvas intensas, é caracterizada por um rápido escoamento superficial, devido ao formato alongado da bacia e ao baixo fator de forma ($K_f = 0,1513$; Tabela 12). Esse comportamento sugere que, embora a bacia não tenha alta propensão a inundações generalizadas, pode haver enxurradas localizadas em períodos de precipitação intensa, principalmente em áreas de relevo mais acidentado e solos com menor capacidade de infiltração. Dessa forma, as bacias hidrográficas com baixa capacidade de infiltração e cursos d'água intermitentes apresentam fluxos descontínuos, o que

intensifica tanto os períodos de seca quanto os impactos das chuvas concentradas, favorecendo processos erosivos e degradação ambiental.

Outrossim, a intermitência dos cursos d'água e a sazonalidade do regime hidrológico reforçam a necessidade de estratégias eficazes de manejo e conservação da água, como a adoção de práticas de captação e armazenamento hídrico, recuperação de áreas degradadas e monitoramento dos usos do solo.

Na análise da hierarquia da rede de drenagem da BHRG foi possível compreender a organização dos cursos d'água e de sua influência na dinâmica hidrológica da região. No entanto, para uma avaliação mais detalhada das características físicas da bacia, faz-se necessário analisar os parâmetros métricos, os quais incluem medidas como área, perímetro, comprimento do canal principal e eixo axial. Esses parâmetros são fundamentais para compreender a morfologia da bacia, sua capacidade de armazenamento hídrico, eficiência de drenagem e potencial de erosão. A seguir, são apresentados os resultados desses cálculos, permitindo uma visão mais ampla sobre a estrutura espacial e geométrica da bacia do rio Gavião.

Com base na análise dos parâmetros morfométricos da BHRG (Tabela 12), foi possível obter uma caracterização detalhada de suas características físicas, permitindo inferências sobre a dinâmica hidrológica e geomorfológica da região. A bacia apresenta uma área total de 10.156,31 km², sendo delimitada por um perímetro de 757,66 km e classificada como uma bacia de quarta ordem, conforme a metodologia de Strahler (1957). O comprimento total do eixo principal da bacia (L') é de 259,10 km, enquanto o rio principal se estende por 422,20 km, refletindo a extensão da rede hidrográfica

A rede de drenagem da BHRG é composta por um total de 53.540 canais (Tabela 12) que considerando todos os cursos d'água que compõem a bacia desde as áreas de nascentes até seu exutório, com um comprimento total de 19.920,2 km, indicando uma alta conectividade hidrográfica. No que se refere às altitudes, a bacia apresenta uma altitude máxima de 1.444 metros e uma altitude mínima de 279 metros, resultando em uma amplitude altimétrica significativa, de 1.165 metros, a qual influencia diretamente os processos de escoamento superficial e erosão.

O Coeficiente de Compacidade (Kc; Gravelius, 1914 *apud* Horton, 1932) da bacia é de 2,1051 (Tabela 12), indicando um formato mais alongado, o que influencia a distribuição do escoamento superficial e a resposta hidrológica da bacia. O Fator de Forma (Kf; Horton, 1932) de 0,1513 (Tabela 12), reforça essa característica, sugerindo que a bacia tem um tempo de concentração maior, o que reduz a probabilidade de enchentes bruscas. O Índice de

Circularidade (I_c ; Miller, 1953), calculado em 0,222 (Tabela 12) também confirma que a bacia apresenta um formato menos circular e mais alongado.

Tabela 12 - Bacia do rio Gavião: Características Fisiográficas - 2026.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - PARÂMETROS	UND	BHRG
Área de drenagem - A	km ²	10.156,31
Perímetro - P	km ²	757,65
Ordem	n ^o	4
Eixo (L' - km ²)	km ²	259,10
Comprimento do rio principal – L	km ²	422,20
Total de canais (Nt)	km ²	53540
Comprimento total dos canais – Ltot	km ²	19920,2
Altitude máxima	m	1444
Altitude mínima	m	279
Coefficiente de Compacidade	kc	2,1051
Fator de Forma	kf	0,1513
Índice de circularidade	ic	0,222
Razão de alongação	re	0,4387
Razão de relevo ou declividade do rio principal	rr	0,0045
Índice de Rugosidade	ir	2,285
Densidade hidrográfica	dh	1,9614
Extensão média do escoamento superficial	lm	0,1275
Índice de sinuosidade	is	1,6295
Razão de Textura	t	70,6651

Fonte: Dados processados no SIG QGIS. Elaborado por Santos, 2025

A Razão de Alongação (R_e ; Schumm, 1956) da bacia, que corresponde a relação entre o formato da bacia e sua tendência ao escoamento concentrado, apresenta um valor de 0,4387 (Tabela 12) o que indica uma bacia alongada e com menor tendência a enchentes repentinas. A Razão de Relevo (R_r ; Melton, 1957), correspondente à declividade do rio principal, é de 0,0045 (Tabela 12), sugerindo que a bacia possui um relevo predominantemente suave, o que influencia a velocidade de escoamento da água.

O Índice de Rugosidade (I_r ; Schumm, 1956) da bacia, foi calculado em 2,285 (Tabela 12), demonstrando que há variações topográficas ao longo da bacia, fator que pode influenciar os processos erosivos e a retenção hídrica. Já a Densidade Hidrográfica (D_h ; Horton 1932; 1945), calculada em 19.614 canais por km² (Tabela 12), indica uma boa distribuição da rede hidrográfica, com um nível de drenagem eficiente.

A Extensão Média do Escoamento Superficial (L_m ; Horton, 1945), foi determinada em 0,1275 km (Tabela 12) o que significa que a água percorre uma distância relativamente curta antes de alcançar um curso d'água, favorecendo o abastecimento dos rios e reduzindo a infiltração em determinadas áreas. O Índice de Sinuosidade (I_s ; Leopold; Wolman, 1957) apresenta um valor de 1,6295 (Tabela 12), demonstrando que os canais fluviais possuem um grau de meandramento moderado, fator que influencia a velocidade do escoamento e os processos deposicionais ao longo do rio.

Por fim, a Razão de Textura (T ; Smith, 1950), com um valor de 70,6651 (tabela 12), evidencia uma elevada densidade de canais por unidade de perímetro, sugerindo que a bacia possui uma textura de drenagem bem desenvolvida, com forte influência da estrutura geológica e da cobertura do solo. Esses parâmetros, em conjunto, fornecem um diagnóstico detalhado da estrutura física da BHRG, no qual foi possível fazer inferências sobre sua dinâmica hidrológica.

Ao analisar a fisiográfica e a morfométrica da bacia hidrográfica do rio Gavião foi possível obter uma compreensão aprofundada de sua estrutura e dinâmica hidrológica, destacando a influência de seus parâmetros físicos na distribuição e comportamento dos recursos hídricos. Os resultados obtidos reforçam a importância de considerar as características naturais da bacia, como seu padrão de drenagem dendrítico, sua estrutura hierárquica e sua resposta hidrológica, para a definição de estratégias eficazes de manejo e conservação.

Ao analisar os dados da rede de drenagem desta região do semiárido (Tabela 11 e 12), ficou evidenciado a necessidade de monitoramento contínuo e de políticas ambientais que visem mitigar os impactos da intermitência dos cursos d'água e garantir a sustentabilidade do uso da água. Assim, a avaliação fisiográfica e morfométrica não apenas fornece subsídios para futuras pesquisas sobre a dinâmica fluvial da região, mas também contribui para a formulação de diretrizes voltadas à gestão integrada dos recursos naturais na bacia do rio Gavião.

4.4 Análise da paisagem do rio Gavião

A paisagem é uma categoria de análise da ciência geográfica, sendo historicamente abordada como a expressão visível das relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza em um determinado espaço geográfico. A paisagem constitui-se como um fenômeno dinâmico, resultado da interação dialética entre elementos naturais e antrópicos, os quais, ao se combinarem, produzem formas e processos singulares no território (Bertrand, 1972; Troppmair; Galena, 2006).

Nesse sentido, a paisagem se apresenta como um recorte espacial dotado de unidade funcional e visual, cuja análise permite revelar os processos ecológicos e sociais que a constituem.

Conforme argumenta Ross (2019), a paisagem não é apenas uma composição estática dos elementos físicos e bióticos, mas um reflexo da ação histórica e cultural do ser humano sobre o meio. Esta perspectiva é reforçada por Maximiano (2004), ao afirmar que a paisagem resulta da organização dinâmica de elementos naturais e sociais, sendo, portanto, uma manifestação concreta do espaço geográfico em constante transformação. Já Christofolletti (1999), destaca que a leitura da paisagem permite captar os padrões de uso e cobertura do solo, além das implicações decorrentes da ação humana nos sistemas ambientais.

No contexto das bacias hidrográficas, a análise da paisagem adquire importância ainda maior, pois, atua como síntese visível dos processos ambientais e socioeconômicos que operam em escalas variadas dentro da bacia, permitindo identificar áreas de conservação, vulnerabilidades e zonas de transição ecológica. Segundo Veiga, *et al.* (2023), o estudo das paisagens em unidades hidrográficas, apoiado por técnicas de sensoriamento remoto e SIG, é uma ferramenta eficaz para subsidiar diagnósticos ambientais mais integrados, ampliando a compreensão sobre a funcionalidade dos territórios.

Ao analisar as paisagens da bacia do rio Gavião foi essencial adotar uma abordagem que considere os atributos físicos - como relevo, solos, geologia e cobertura vegetal - associados às formas de uso do solo e aos padrões de ocupação antrópica. Esta perspectiva metodológica dialoga com os estudos de Bernardes, Veiga e Veiga (2022), os quais indicam que a delimitação de unidades homogêneas de paisagem deve se fundamentar em critérios morfológicos, funcionais e cronológicos, de modo a capturar tanto os aspectos naturais quanto históricos das dinâmicas territoriais.

Dessa maneira, na análise das paisagens na BHRG, foi identificado, descrito e interpretado as unidades homogêneas das paisagens (Mapa 14), tomando como base elementos como a rede de drenagem (Mapa 13), correlacionadas com a hipsometria (Mapa 03), declividade (Mapa 04), uso e cobertura do solo (Mapa 10 e 11), características geológicas (Mapa 05 e 06) e geomorfológicas (Mapa 07). A intenção foi de compreender como essas unidades se estruturam e se relacionam com os processos de organização do espaço, subsidiando uma leitura ambiental integrada da bacia.

A compartimentação da BHRG em paisagens homogêneas dá se mediante uma leitura geoambiental integrada da área de estudo, permitindo não apenas identificar a diversidade dos elementos físicos, mas também reconhecer padrões espaciais que resultam da interação entre relevo, drenagem, solos, vegetação e ação antrópica. Para esta análise, foi adotado como

principal critério de delimitação o formato dos rios, observando aspectos como linearidade, padrão de ramificação, extensão e sinuosidade da rede de drenagem, além da posição relativa em relação ao relevo. Tal escolha se justifica pela estreita relação entre a morfologia da rede hidrográfica e os processos morfodinâmicos e de uso da terra, o que contribui para a diferenciação de ambientes naturais com comportamentos similares, conforme preconizado por Rodrigues (2001) e Bertrand (2007).

A primeira unidade delimitada foi a Paisagem das Vertentes Cenozoicas Intermitentes (Mapa 14 e Tabela 13), com uma área total de 2.639 km², equivalente a 25,91% da bacia. Localizada na porção sudoeste da área de estudo, essa paisagem é marcada por um padrão de drenagem mais ramificado e disperso, com rios de menor extensão e alta densidade de canais intermitentes, resultado direto da combinação entre clima semiárido, solos rasos e baixa capacidade de retenção hídrica.

A drenagem predomina o padrão dendrítico, com trechos curtos e pouco sinuosidade, o que indica baixo grau de maturidade fluvial. A fragmentação da rede, associada à baixa permanência da água, resulta em um sistema altamente vulnerável à erosão pluvial e ao assoreamento, especialmente nas áreas de uso agropecuário mais intensivo. A geologia predominante de coberturas cenozoicas, combinada com a presença de neossolos litólicos e latossolos distróficos, reforça essa condição de fragilidade ambiental, onde os processos de degradação avançam sobre vertentes relativamente íngremes e mal protegidas por vegetação natural.

Em seguida, tem-se a Paisagem dos Patamares Semiáridos do Alto rio Gavião, com 2.874 km², representando 28,21% da bacia (Mapa 14 e Tabela 13). Esta unidade ocupa a porção sul e sudeste, apresentando rios de maior continuidade espacial e maior sinuosidade, o que sugere um grau mais avançado de maturação fluvial. Essa característica é reflexo do relevo com declividades suaves a moderadas e da presença de patamares altimétricos bem definidos, que favorecem o estabelecimento de cursos d'água mais estáveis e persistentes, mesmo em regime intermitente.

A morfologia da Paisagem dos Patamares Semiáridos do Alto rio Gavião (Mapa 14), está associada aos latossolos eutróficos e vegetação savânica-estépica, contribui para uma maior infiltração da água no solo, menor escoamento superficial e, conseqüentemente, menor suscetibilidade à erosão. Do ponto de vista funcional, trata-se de uma paisagem com maior equilíbrio ecológico, onde se observa, inclusive, a presença de NDVI com valores médios a altos (Mapa 12 e Tabela 10), indicando cobertura vegetal ainda significativa, em contraste com o padrão mais degradado da porção oeste da bacia. Ainda assim, o avanço da agropecuária nas últimas

com maior extensão, seguindo um traçado mais contínuo e sinuoso, o que evidencia uma drenagem já consolidada e com maior conectividade hidrográfica. As várzeas são áreas de acúmulo de sedimentos e, por isso, possuem solos mais férteis como cambissolos e argissolos, historicamente utilizados para agricultura e pecuária, sobretudo nas áreas adjacentes aos principais cursos fluviais.

A intensa ocupação antrópica tem promovido elevados índices de degradação ambiental, expressos em processos erosivos. Os dados obtidos do Índice de Vegetação (NDVI) do ano de 2024 (Mapa 12), demonstra predominância de valores baixos a médios nessa unidade, sugerindo que grande parte da vegetação original foi substituída por pastagens ou áreas com cobertura esparsa. A sinuosidade mais acentuada dos rios, combinada com a dinâmica hidrossedimentar das várzeas, torna essa paisagem particularmente sensível às variações climáticas e às intervenções humanas.

A organização e síntese das características ambientais das três paisagens delimitadas (Mapa 14), permite uma leitura sistêmica das dinâmicas naturais e antrópicas que estruturam a bacia. A tabela 14, reúne os principais atributos ambientais das paisagens com base nos elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos e de cobertura vegetal, evidenciando a complexidade e as inter-relações que conformam cada unidade analisada.

Com base na abordagem geossistêmica discutida anteriormente, torna-se pertinente a integração dos diversos elementos físicos e bióticos que caracterizam as unidades de paisagem delimitadas. Como evidenciado por Bertrand (1972) e aprofundado por autores como Troppmair e Galina (2006), o geossistema é compreendido como uma unidade complexa e integrada, onde ocorrem interações dinâmicas entre os componentes abióticos, bióticos e antrópicos.

A análise integrada das paisagens da bacia hidrográfica do rio Gavião, com base na abordagem geossistêmica, permite compreender como os diversos elementos naturais se articulam para conformar dinâmicas ambientais singulares em cada unidade delimitada. Ao reunir dados de diferentes componentes físicos e bióticos em uma perspectiva de síntese, observa-se que cada paisagem expressa uma combinação específica de fatores que condicionam tanto sua morfologia quanto sua funcionalidade ecológica.

A paisagem das vertentes cenozoicas intermitentes (Tabela 14), por exemplo, caracteriza-se por relevo predominantemente suave a ondulado, com maior incidência de latossolos amarelos e vermelhos distróficos, sob domínio do bioma Caatinga em áreas de savana-estépica. A presença de drenagem intermitente e vegetação esparsa sugere uma dinâmica de escoamento superficial acentuada em determinadas épocas do ano, com baixa capacidade de retenção hídrica e maior suscetibilidade à erosão, especialmente nas áreas com

declividades mais acentuadas. Esse contexto geossistêmico reforça a fragilidade ambiental desta unidade, exigindo atenção especial no que diz respeito ao uso e ocupação do solo.

Tabela 14 - Análise geossistêmica das paisagens homólogas da bacia do rio Gavião - 2025.

COMPONENTES	Paisagem das Vertentes Cenozoicas Intermitentes	Paisagem dos Patamares Semiáridos do Alto Rio Gavião	Paisagem das Várzeas Erosivas do Médio-Baixo Gavião
Altimetria predominante	820 – 1.300 m	1.000 – 1.180 m	460 – 820 m
Declividade dominante	Suave-Ondulado a Ondulado (3–20%)	Ondulado a Forte-Ondulado (8–40%)	Plano a Suave-Ondulado (0–8%)
Unidade Geomorfológica	Planalto dos Geraizinhos	Patamares do Médio Rio de Contas	Pediplano do Alto-Médio Rio de Contas
Província Geológica	Cobertura Cenozoica	Província São Francisco	São Francisco e parte da Mantiqueira
Solos dominantes	Latossolo Amarelo Distrófico e Luvisso Crômico	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Argissolo	Argissolo Vermelho Eutrófico e Cambissolo Háptico
Vegetação predominante	Savana-Estépica	Contato (Ecótono e Enclave)	Vegetação herbácea e fragmentada
Uso e ocupação (2023)	Mosaico entre vegetação natural e agropecuária	Predominância de agropecuária com manchas de vegetação	Predominância agropecuária e áreas não vegetadas
NDVI predominante (2024)	Vegetação moderada (0,35 – 0,4)	Vegetação densa a moderada (0,4 – 0,56)	Vegetação rala a muito esparsa (0,29 – 0,35)
Forma de rios	Curto, retilíneo, paralelo a subparalelo	Encachoeirados, com declividade acentuada	Meandrantas, largos e rasos
Tipo de drenagem	Dentrítica	Dentrítica ramificada com padrão estrutural	Dentrítica com tendência a padrão meandroso
Processos morfodinâmicos	Erosão coluvial e processos gravitacionais	Erosão linear, escorregamentos pontuais	Assoreamento, ravinamentos, deposição aluvial
Fragilidade ambiental	Moderada	Alta	Muito Alta
Potencial hídrico	Médio (rios intermitentes de nascente curta)	Alto (áreas de nascente e cabeceiras)	Baixo (rios intermitentes sujeitos a degradação)

Elaborado por Santos, 2025

Já a paisagem dos patamares semiáridos do alto rio Gavião (Tabela 14), apresenta um equilíbrio relativo entre relevo suave-ondulado e ondulado, solos mais férteis, como os

argissolos e cambissolos, e uma vegetação moderadamente densa, o que aponta para uma maior capacidade de infiltração e retenção de água nos compartimentos do alto curso. A combinação entre estrutura geológica da província da Mantiqueira e uma cobertura vegetal ainda significativa, sugere uma maior resiliência frente às alterações antrópicas, embora também evidencie sinais de pressão em decorrência de práticas agropecuárias crescentes.

Por fim, a paisagem das várzeas erosivas do médio-baixo Gavião (Tabela 14), se destaca por apresentar relevo plano, altitudes mais baixas e um padrão de drenagem mais denso e ramificado, o que indica maior acúmulo de sedimentos transportados das partes mais altas da bacia. Associada a solos como os neossolos litólicos e cambissolos, essa unidade mostra-se suscetível a processos de assoreamento e degradação quando submetida a usos intensivos da terra. A cobertura vegetal rala e a expressiva substituição da vegetação nativa por áreas agropecuárias agravam ainda mais essa condição de vulnerabilidade.

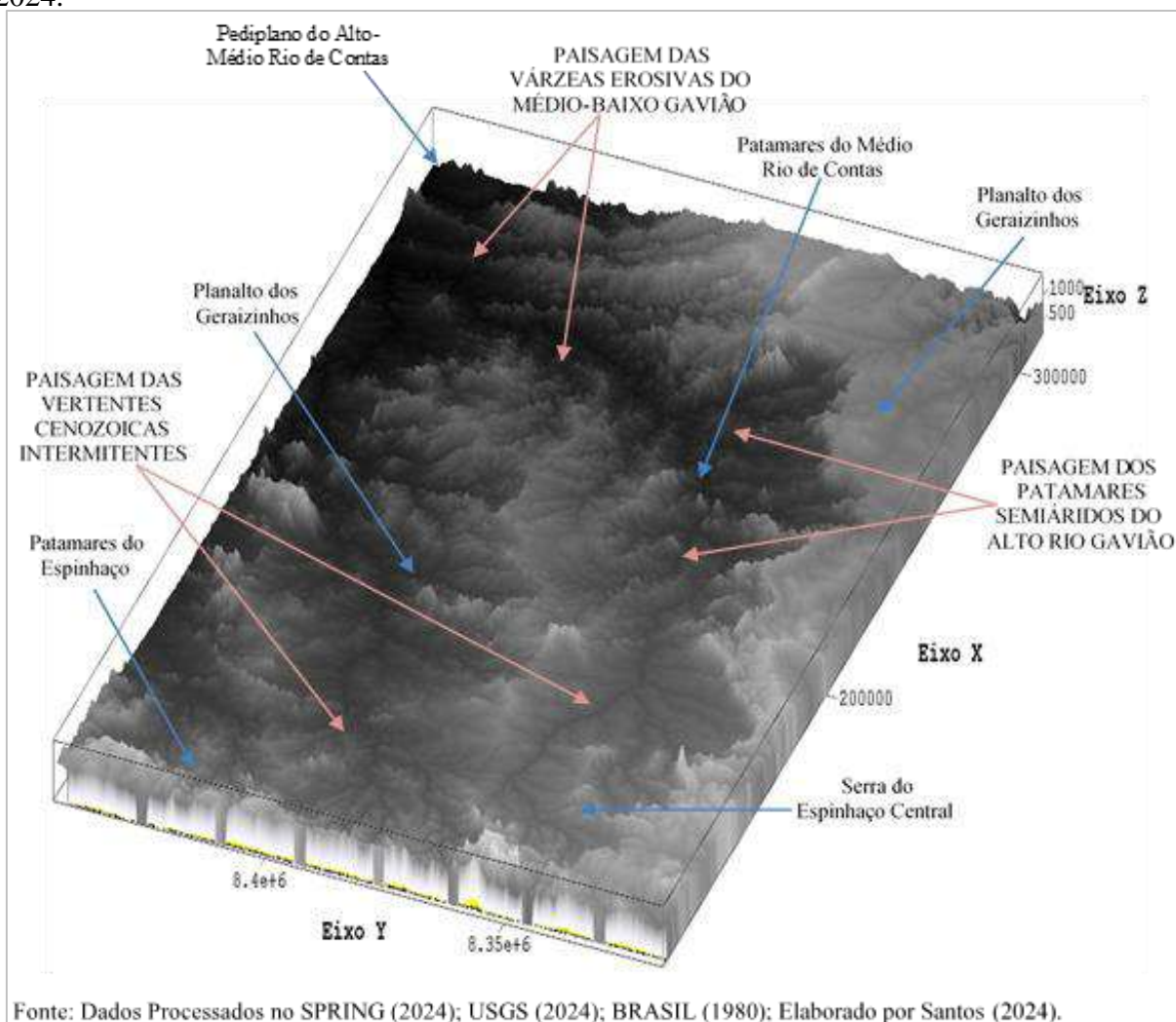
Essa leitura conjunta e comparativa entre os compartimentos revela que a espacialização das unidades geossistêmicas da bacia não ocorre de forma aleatória, mas responde dialeticamente às variações morfoestruturais, pedológicas, climáticas e de vegetação que compõem o território. Assim, a análise geossistêmica não apenas enriquece a compreensão sobre o funcionamento dos sistemas naturais, como também serve de base para a construção de estratégias específicas de conservação, uso e manejo racional da bacia.

A partir da compartimentação geográfica estabelecida (Mapa 14) e da caracterização detalhada das paisagens homólogas (Tabela 14), torna-se relevante ilustrar visualmente as diferenças morfoestruturais que conformam a BHRG. Para isso, a modelagem em três dimensões (3D) mostra-se uma ferramenta essencial, pois permite evidenciar as feições do relevo e a disposição espacial das unidades de paisagem com maior clareza. A visualização tridimensional, ao representar altitudes, formas e padrões de drenagem em perspectiva, contribui para a compreensão integrada dos processos morfogenéticos e das interações geossistêmicas que moldam essas paisagens.

Nesse sentido, a representação tridimensional do relevo da BHRG (Imagem 01) permite não apenas a visualização das diferenças altimétricas entre as unidades geomorfológicas, mas também a interpretação mais precisa da relação entre formas do relevo, rede de drenagem e organização das paisagens. A modelagem em 3D evidencia a distribuição espacial das vertentes, patamares e áreas de vale, destacando os contrastes morfoestruturais que condicionam a dinâmica ambiental da bacia. Além disso, essa abordagem facilita a percepção da conectividade entre os compartimentos da paisagem, revelando como os processos erosivos, a circulação

hídrica e a ocupação antrópica se articulam no espaço. Dessa forma, a visualização tridimensional funciona como um recurso analítico complementar à compartimentação geográfica previamente apresentada, contribuindo para uma leitura mais integrada da configuração geoambiental da bacia hidrográfica.

Imagem 01 - Modelagem 3D em imagem de cinza: Paisagens x unidades geomorfológicas - 2024.



De modo geral, a análise das paisagens da BHRG, com base no formato e comportamento da rede de drenagem, permitiu a identificação de áreas com diferentes níveis de estabilidade ambiental, uso do solo e potencial de conservação. Enquanto as vertentes cenozoicas representam um ambiente fragilizado pela intermitência hídrica e pressão agropecuária, os patamares semiáridos apresentam maior resiliência estrutural e ecológica. Já

as várzeas erosivas, embora concentradoras dos fluxos hídricos e mais férteis, são também as mais vulneráveis aos impactos ambientais derivados da ocupação desordenada.

4.5 Análise Ambiental da Bacia do rio Gavião

A análise ambiental representa um instrumento fundamental para compreender as interações entre a sociedade e o meio natural, possibilitando identificar as consequências das ações humanas sobre os ecossistemas e propor estratégias para um uso mais equilibrado dos recursos naturais. De acordo com Macedo e Veiga (2018), essa abordagem deve ir além da resolução de questões econômicas, articulando-se com a promoção da equidade social, o respeito à cultura regional e a busca por uma melhor qualidade de vida. Nesse sentido, o processo de análise ambiental atua como uma ponte entre o diagnóstico dos problemas ambientais e o planejamento territorial sustentável, fundamentado na integração entre natureza e sociedade.

Ao considerar a bacia hidrográfica como recorte espacial de análise, é possível compreender de maneira mais integrada as inter-relações entre os elementos naturais e as intervenções humanas. Conforme aponta Lopes (2023), a bacia hidrográfica constitui a principal unidade de referência para os estudos ambientais dos recursos hídricos, pois permite articular as dinâmicas do relevo, do solo, da vegetação e do clima com o uso e a ocupação do território.

O conhecimento das características regionais é fundamental para subsidiar ações de planejamento e gestão ambiental sustentáveis, que considerem as especificidades locais e ampliem a visibilidade dos resultados obtidos nas pesquisas. Assim, o estudo da Bacia Hidrográfica do rio Gavião, ao adotar essa perspectiva, busca integrar os diferentes componentes físicos e bióticos à atuação antrópica, permitindo compreender a complexidade ambiental e os desafios de conservação e manejo desse território.

Sendo assim, a análise ambiental da BHRG constitui uma etapa importante para a compreensão das dinâmicas ecológicas e antrópicas que moldam o território, permitindo identificar os principais fatores de degradação, conservação e uso dos recursos naturais. Essa abordagem busca integrar os elementos do meio físico como relevo, solos, vegetação e rede de drenagem, às ações humanas que, historicamente, vêm transformando a paisagem e redefinindo os limites ecológicos da bacia.

Nesse contexto, a investigação ambiental não se restringe à observação cartográfica ou à mensuração de variáveis naturais, mas abrange também o reconhecimento empírico e

perceptivo do espaço, realizado por meio de observações em campo, que revelam as relações entre sociedade e natureza de forma concreta e situada. Assim, compreender o estado ambiental da bacia implica interpretar a sobreposição de processos naturais e usos humanos que, ao longo do tempo, têm modificado o equilíbrio ecológico e o funcionamento dos ecossistemas locais.

Um dos principais problemas de degradação ambiental em bacias hidrográficas é o desmatamento, especialmente nas áreas próximas aos mananciais e ao longo dos cursos d'água. A supressão da vegetação nativa, frequentemente associada à expansão agropecuária e à ocupação desordenada do solo, tem extrapolado a capacidade de suporte e na homeostase do sistema natural, comprometendo a disponibilidade, a regularidade e a qualidade dos recursos hídricos. A redução da cobertura vegetal provoca ainda a fragmentação dos habitats e a diminuição da biodiversidade local, refletindo diretamente na perda das funções ecológicas das matas ciliares.

O Brasil dispõe de um amplo arcabouço legal voltado à proteção dos recursos naturais, incluindo leis, resoluções e órgãos de fiscalização e gestão ambiental. Entre eles, destacam-se o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e a atuação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que, em conjunto com os instrumentos de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), têm papel fundamental na conservação dos ecossistemas e na regulação do uso das águas em território nacional. A criação desses instrumentos reflete o avanço da política ambiental brasileira na tentativa de conciliar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade e a justiça social.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio de suas resoluções, consolida conceitos essenciais à compreensão e gestão ambiental. A Resolução nº 306/2002, por exemplo, define o meio ambiente como um conjunto de condições, leis e interações físicas, biológicas e sociais que permitem e regem a vida em suas múltiplas formas (BRASIL, 2002). Já a Resolução nº 001/1986 caracteriza o impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades do meio ambiente causada por atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, o bem-estar da população e a qualidade dos recursos naturais (BRASIL, 1986). Tais dispositivos orientam a gestão ambiental das bacias hidrográficas e subsidiam o monitoramento dos impactos antrópicos sobre os sistemas hídricos.

Nesse contexto, o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) assume papel central na proteção dos recursos hídricos, ao estabelecer normas específicas para as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs). As APPs são definidas como áreas cobertas ou

não por vegetação nativa que desempenham função ambiental essencial à preservação dos recursos hídricos, da biodiversidade e da estabilidade geológica, assegurando o bem-estar das populações humanas. As RLs, por sua vez, complementam essa proteção ao garantir o uso sustentável dos recursos naturais dentro das propriedades rurais, contribuindo para a conservação dos ecossistemas e o equilíbrio ecológico (BRASIL, 2012).

A Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225, reforça esse compromisso ao afirmar que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo ao poder público e à coletividade o dever de preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988). Esse preceito constitucional sustenta o princípio da responsabilidade compartilhada na proteção ambiental, base indispensável para a gestão integrada das bacias hidrográficas.

Araújo *et al.* (2009) ressaltam que as bacias hidrográficas com rios intermitentes, como é o caso da BHRG, tendem a ser mais vulneráveis aos impactos ambientais, incluindo processos de assoreamento, erosão, desmatamento de matas ciliares e práticas agrícolas inadequadas. Essa condição evidencia a necessidade de políticas ambientais mais eficazes e adaptadas à realidade semiárida, onde a irregularidade das chuvas e a fragilidade do solo tornam o sistema hidrológico especialmente sensível à ação antrópica.

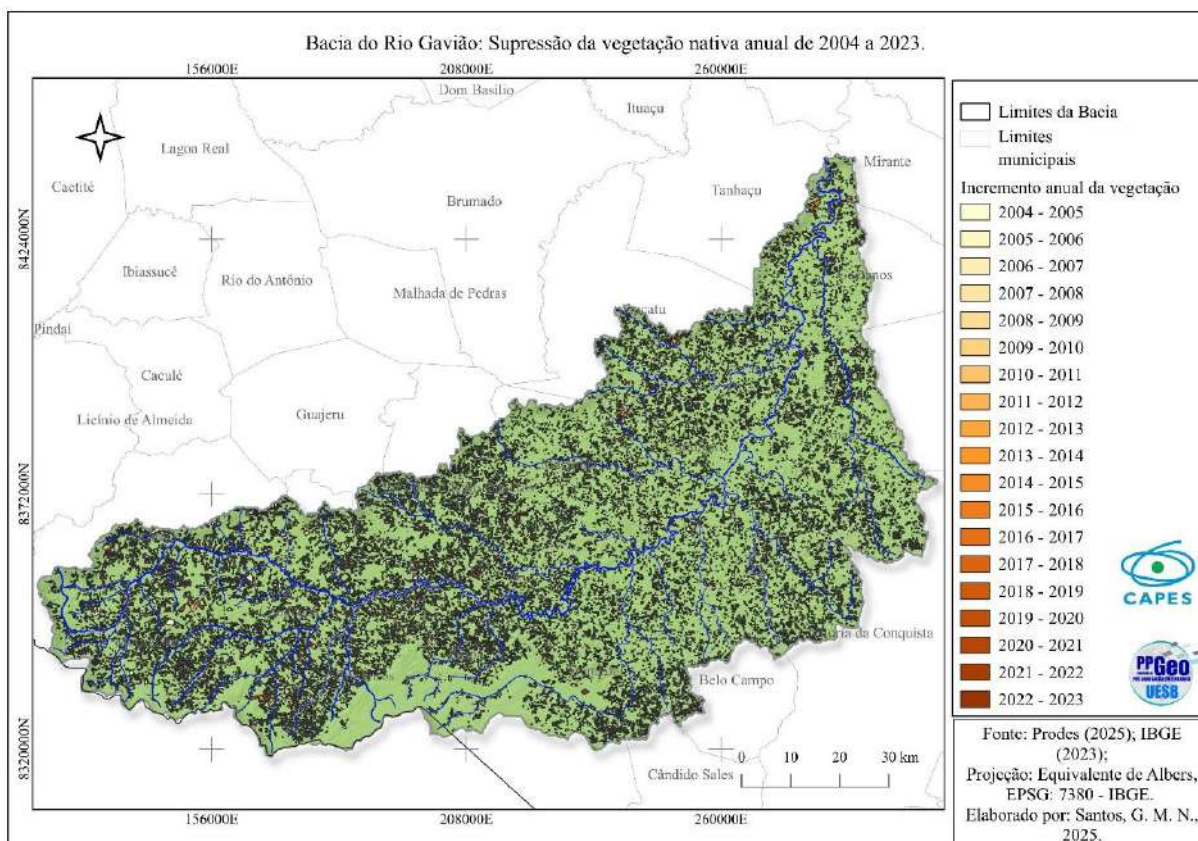
Com base nesse arcabouço legal e conceitual, torna-se possível compreender que a efetividade das políticas ambientais depende diretamente de como elas se materializam nos territórios, especialmente em regiões ecologicamente frágeis, como o semiárido baiano. A BHRG, inserida nesse contexto, revela por meio de sua dinâmica ambiental os efeitos da ocupação humana e do uso intensivo da terra, que, associados às condições climáticas adversas, têm provocado alterações significativas nos ecossistemas locais.

A análise empírica da bacia, a partir de dados geoespaciais, observações em campo e registros fotográficos, permite identificar as transformações ocorridas nas últimas décadas, destacando-se os processos de desmatamento, degradação das matas ciliares, assoreamento dos cursos d'água e a expansão de áreas agropecuárias e urbanas. Esses elementos evidenciam os desafios para a conservação ambiental e para o manejo sustentável dos recursos naturais, tornando essencial uma leitura integrada entre a dimensão física, biológica e social da paisagem que compõe o território da bacia.

A dinâmica de supressão da vegetação nativa na BHRG, apresentada na mapa 15 e na tabela 15, evidencia um processo contínuo de degradação ambiental ao longo das últimas duas

décadas, refletindo as pressões antrópicas associadas ao avanço da agropecuária e à expansão de áreas de uso antrópico em detrimento das formações naturais de Caatinga e Cerrado.

Mapa 15 - Bacia do rio Gavião: Incremento anual da supressão da vegetação nativa (2004–2023).



Fonte: INPE/TerraBrasilis – PRODES (2024). Dados processados no SIG QGIS, elaborado por SANTOS, 2025.

Observa-se que, entre 2004 e 2023, houve uma perda total estimada em 1.431,62 km² de cobertura vegetal (Tabela 15), com maior intensidade registrada nos anos de 2004 (308,83 km²), 2006 (206,40 km²) e 2008 (231,38 km²). Esses períodos coincidem com fases de expansão das atividades agropecuárias e de políticas de incentivo à produção agrícola no Sudoeste baiano, contexto amplamente relatado em estudos regionais (IBGE, 2023; INPE, 2024).

A partir de 2010 (Tabela 15), observa-se uma tendência de redução gradual nas taxas anuais de desmatamento, indicando certo arrefecimento na conversão de áreas naturais, possivelmente relacionada ao endurecimento das fiscalizações ambientais, à consolidação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e às restrições impostas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012). Ainda assim, o desmatamento não foi interrompido, persistindo de forma localizada, sobretudo nas porções centrais e meridionais da bacia, áreas marcadas por relevo suavemente ondulado e maior aptidão agropecuária, conforme evidenciado anteriormente na análise da declividade e do uso e cobertura do solo.

Tabela 15 - Incremento anual da supressão da vegetação nativa na BHRG (2004–2023).

Ano	Área desmatada (km²)
2004	308,83
2006	206,40
2008	231,38
2010	143,22
2011	68,37
2013	98,84
2014	35,24
2016	81,49
2017	70,74
2018	44,22
2020	39,89
2021	19,02
2022	30,93
2023	37,89
Total	1.431,62

Fonte: Adaptado de INPE/TerraBrasilis – PRODES (2024); Elaborado por: Santos, G. M. N., (2025).

A espacialização da supressão (Mapa 15) revela que os focos de desmatamento se concentram majoritariamente nas Paisagens das Várzeas Erosivas do Médio-Baixo Gavião e nas Vertentes Cenozoicas Intermitentes, setores onde predominam solos mais rasos e suscetíveis à erosão, e onde a retirada da vegetação nativa intensifica os processos de assoreamento dos cursos d'água e a perda da fertilidade do solo. Tal tendência reforça a vulnerabilidade ambiental da bacia, uma vez que essas áreas funcionam como zonas de recarga hídrica e amortecimento dos fluxos superficiais.

Ao relacionar a supressão da vegetação com os resultados do NDVI (2024; Mapa 12), nota-se uma correspondência direta entre as áreas de baixa densidade vegetacional e os setores mais degradados, demonstrando que os impactos do desmatamento recente ainda não foram revertidos pela regeneração natural. Essa condição reflete o desequilíbrio ecológico no semiárido, onde as taxas de recomposição vegetal são naturalmente lentas devido à baixa pluviosidade anual e à alta variabilidade climática.

Em síntese, a análise evidencia que o desmatamento na BHRG não se trata apenas de um fenômeno pontual, mas de um processo estrutural vinculado ao modelo histórico de uso da terra e às limitações impostas pelo ambiente semiárido. Esse quadro impõe a necessidade de ações de gestão ambiental integrada, voltadas à recuperação das matas ciliares, ao planejamento

do uso agrícola e ao monitoramento sistemático por geotecnologias, a fim de garantir a resiliência ecológica e a sustentabilidade hídrica da bacia.

A análise ambiental *in loco* da BHRG, permitiu uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas naturais e antrópicas que moldam o espaço físico e ecológico da região. As observações de campo, associadas aos resultados obtidos por sensoriamento remoto, evidenciam um quadro ambiental marcado por processos de degradação que se manifestam de forma distinta ao longo dos diferentes compartimentos da bacia — alto, médio e baixo curso — refletindo as particularidades geomorfológicas, climáticas e de uso do solo previamente discutidas.

No alto curso, abrangendo os municípios de Jacaraci e Mortugaba, as imagens de campo revelam um ambiente fortemente impactado pela supressão da vegetação nativa e pela expansão de áreas de uso agropecuário. Em Jacaraci (Fotografia 08), observa-se um cenário de desmatamento intenso, com solos expostos e sinais de queimadas recentes, indicando a perda da cobertura vegetal que antes auxiliava na proteção do solo e na regulação do escoamento superficial.

Fotografia 08 - Desmatamento e alterações do solo no alto curso da Bacia do rio Gavião, município de Jacaraci (BA).



Fonte: Trabalho de campo, outubro de 2025.

As alterações da paisagem nesta região, reflete diretamente os resultados de uso e cobertura do solo (Mapa 10 e 11), que demonstraram o avanço da agropecuária sobre as formações savânicas. Já em Mortugaba (Fotografia 09), ainda no alto curso, nota-se uma paisagem de transição, onde persistem pequenas manchas de vegetação arbustiva intercaladas com áreas de pastagem e solo

descoberto, demonstrando o uso contínuo da terra para pecuária extensiva e a fragmentação da vegetação nativa.

Fotografia 09 - Fragmentação da vegetação e uso agropecuário em Mortugaba (BA), alto curso da Bacia do rio Gavião.



Fonte: Trabalho de campo, Outubro de 2025.

No médio curso, representado por municípios como Presidente Jânio Quadros, a situação ambiental torna-se mais preocupante pela intensificação de processos erosivos e assoreamento de pequenos cursos d'água. A imagem de campo registrada nessa área (Fotografia 10) evidencia a obstrução de afluentes da bacia, causada pelo soterramento de trechos do leito para abertura e manutenção de estradas vicinais, fato que também se encontra presente no baixo curso da bacia, evidente no município de Caetanos no leito do rio do Gado Bravo (Fotografia 11), um dos principais afluentes da bacia.

A intervenção humana compromete a dinâmica natural da drenagem e agrava o risco de erosão das margens, principalmente em solos já fragilizados pela remoção da vegetação e pela compactação do terreno. Esse processo se conecta com as análises morfométricas, que apontam uma rede de drenagem densa e intermitente, vulnerável à perda de capacidade de infiltração e ao aumento do escoamento superficial.

Essas intervenções antrópicas, ainda que frequentemente associadas a demandas imediatas de mobilidade e acesso às áreas rurais, acabam produzindo efeitos cumulativos sobre a dinâmica hidrológica da bacia. A obstrução ou alteração de trechos da rede de drenagem modifica o escoamento natural das águas pluviais, favorecendo a concentração de fluxos superficiais e intensificando processos de ravinamento e assoreamento nos setores a jusante. Além disso, a redução da conectividade entre os cursos d'água e suas áreas de inundação

compromete funções ecológicas importantes, como a recarga hídrica e a manutenção de ambientes úmidos temporários.

Fotografia 10 - Assoreamento e modificação antrópica de afluente no município de Presidente Jânio Quadros (BA), médio curso da Bacia do rio Gavião.



Fonte: Trabalho de campo, 2025.

Fotografia 11 - Assoreamento e modificação antrópica do rio do Gado Bravo no município de Caetanos (BA), baixo curso da Bacia do Rio Gavião.



Fonte: Trabalho de campo, 2025.

No baixo curso, abrangendo municípios de Anagé, Caetanos e Mirante, o impacto antrópico se manifesta de forma diversificada, associando-se tanto à retirada da cobertura vegetal quanto ao uso intensivo do solo. Em Anagé (Fotografia 12), as encostas revelam sinais de erosão laminar e sulcos incipientes, refletindo o uso inadequado das vertentes e a carência de práticas conservacionistas.

Fotografia 12 - Erosão laminar e uso inadequado do solo em Anagé (BA), baixo curso da Bacia do rio Gavião.



Fonte: Trabalho de campo, outubro de 2025.

Em Caetanos (Fotografia 13), é possível observar áreas de assoreamento nas margens do rio Gavião, onde a deposição de sedimentos altera o curso natural e reduz a capacidade de armazenamento hídrico. Já em Mirante (Fotografia 14), próximo ao exutório da bacia, o predomínio de áreas áridas, o solo pedregoso e o uso pecuário intensivo compõem um cenário de desertificação progressiva, resultado de décadas de pressão antrópica somada à irregularidade das chuvas e à alta evapotranspiração típica do clima semiárido.

Essas evidências reforçam a heterogeneidade das dinâmicas ambientais ao longo da bacia, evidenciando como os processos de deposição sedimentar, degradação do solo e pressão antrópica se manifestam de maneira diferenciada nos distintos compartimentos da paisagem. Ao mesmo tempo, revelam a estreita relação entre condições naturais do semiárido e as formas de uso e ocupação do território, que, quando realizadas sem práticas adequadas de manejo, tendem a intensificar os processos de degradação ambiental.

Fotografia 13 - Assoreamento e degradação das margens do Rio Gavião no município de Caetanos (BA).



Fonte: Trabalho de campo, Setembro de 2025.

Fotografia 14 - Avanço da aridez e uso agropecuário intensivo no exutório da Bacia do rio Gavião, município de Mirante (BA).



Fonte: Trabalho de campo, setembro de 2025.

Essas observações de campo evidenciam uma correlação entre o padrão de uso e ocupação do solo e os processos de degradação ambiental. As áreas de maior desmatamento e pastagem correspondem às zonas com maior suscetibilidade à erosão, o que se alinha às análises de declividade (Mapa 04) e hipsometria (Mapa 03), que indicaram vertentes suaves a moderadas com propensão à perda de solo. Outrossim, o mapeamento dos litotipos (Mapa 06) revela a

predominância de formações geológicas suscetíveis à erosão mecânica e química, o que potencializa o impacto das ações humanas.

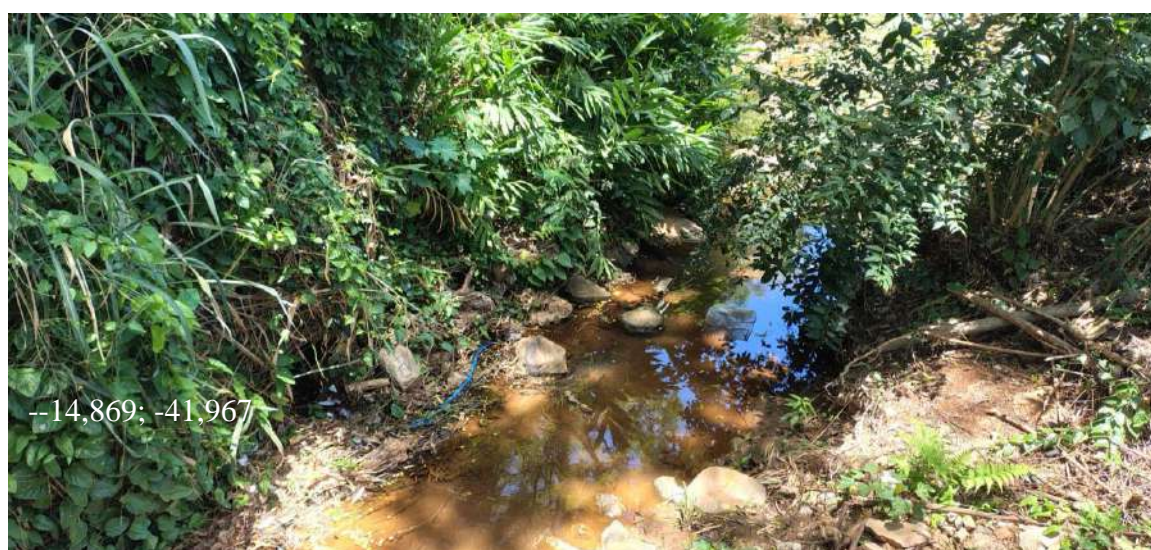
A análise *in loco* do leito do rio Gavião permitiu identificar contrastes marcantes nas condições ambientais ao longo de seu curso, refletindo o gradiente de ocupação, uso do solo e gestão dos recursos hídricos nos diferentes municípios inseridos na bacia. No alto curso, representado principalmente por Jacaraci, observou-se um quadro mais favorável de preservação das matas ciliares e melhor qualidade da água, mesmo com o rio atravessando o perímetro urbano. A fotografia 15 e 16 respectivamente, revelam trechos sombreados por vegetação densa e presença de fluxo hídrico contínuo, ainda que reduzido.

Fotografia 15 - Espelho d'água do Rio Gavião em área rural de Jacaraci (BA).



Fonte: Trabalho de campo, Outubro de 2025.

Fotografia 16 - Nascente urbana do Rio Gavião em Jacaraci (BA).



Fonte: Trabalho de campo, Outubro de 2025.

Esse cenário está associado à existência de sistema de coleta e tratamento de esgoto e de aterro sanitário municipal, fatores que reduzem significativamente a carga poluidora lançada no corpo d'água e evidenciam uma gestão ambiental mais estruturada.

Em contrapartida, no município de Condeúba, já no médio curso da bacia, constatou-se um quadro crítico de degradação e poluição do leito do rio Gavião. A fotografia 17 mostram o lançamento direto de efluentes domésticos em valas e canais que deságuam no rio, além do acúmulo de material orgânico e visual evidência de eutrofização em trechos do espelho d'água (Fotografia 18).

Fotografia 17 - Esgotamento irregular e erosão marginal as margens do Rio Gavião, Condeúba (BA).



Fonte: Trabalho de campo, Outubro de 2025.

Fotografia 18 - Trecho urbano do Rio Gavião com acúmulo de matéria orgânica e eutrofização, Condeúba (BA).



Fonte: Trabalho de campo, Outubro de 2025.

O crescimento de macrófitas aquáticas (Fotografia 19) e o escurecimento da água visíveis na fotografia 18, indicam um processo de desequilíbrio ecológico, resultado da ausência de um sistema de esgotamento sanitário eficiente e da ocupação desordenada das margens fluviais. Essa situação compromete não apenas a qualidade da água e a biodiversidade aquática, mas também acarreta riscos à saúde pública e à disponibilidade hídrica para usos domésticos e agrícolas.

Fotografia 19 - Leito do Rio Gavião com densa vegetação aquática e sinais de eutrofização, Condeúba (BA).



Fonte: Trabalho de campo, Outubro de 2025.

No baixo curso da bacia, abrangendo os municípios de Anagé, Caetanos e Mirante, o rio apresenta uma dinâmica fluvial mais aberta, mas também fortemente marcada por processos de assoreamento, erosão e perda de vegetação ciliar. Em Anagé (Fotografia 20), observa-se a presença de bancos de areia e alargamento do leito, enquanto em Caetanos (Fotografia 21), na região da estação de captação de água, a qualidade hídrica mostra-se visivelmente comprometida por material em suspensão e por vegetação aquática indicativa de eutrofização.

Fotografia 20 - Leito do Rio Gavião em Anagé (BA).



Fonte: Trabalho de campo, Outubro de 2025.

Fotografia 21 - Leito do Rio Gavião na estação de captação de Caetanos (BA).



Fonte: Trabalho de campo, setembro de 2025.

Já em Mirante, no exutório da bacia (Fotografia 22), o rio exhibe trechos rasos e canalizados entre solos expostos e margens instáveis, com indícios de assoreamento avançado e perda de conectividade com o sistema fluvial do rio de Contas.

Fotografia 22 - Leito final do Rio Gavião em Mirante (BA), setor de confluência.



Fonte: Trabalho de campo, Outubro de 2025.

Essas observações de campo confirmam as tendências diagnosticadas nas análises de uso e cobertura do solo (Mapa 10 e 11), hipsometria (Mapa 03) e declividade (Mapa 04), onde áreas com maiores índices de supressão vegetal e declividades acentuadas concentram-se justamente nas

porções intermediárias e inferiores da bacia. A fragilidade natural do relevo, associada à pressão antrópica exercida pela agricultura extensiva, pecuária e expansão urbana, intensifica os processos de degradação ambiental.

Dessa forma, a análise integrada evidencia que a qualidade ambiental da Bacia do rio Gavião é diretamente proporcional ao grau de conservação de sua vegetação e à presença de políticas locais de saneamento e gestão territorial, sendo o alto curso um exemplo de manejo mais sustentável, enquanto o médio e baixo curso expressam um cenário de vulnerabilidade ambiental crescente.

SEÇÃO V

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião permitiu compreender a complexidade de suas dinâmicas naturais e antrópicas, evidenciando que os processos físicos e socioambientais atuam de forma integrada na configuração atual da paisagem. A partir da abordagem sistêmica adotada, foi possível correlacionar os elementos do meio físico - relevo, geologia, solos, drenagem e cobertura vegetal - com as formas de uso e ocupação, demonstrando que as transformações ocorridas ao longo das últimas décadas resultam de uma interação desequilibrada entre o ambiente natural e as práticas humanas.

A investigação confirmou que a bacia apresenta forte heterogeneidade geoambiental, marcada por distintas compartimentações geomorfológicas e litológicas que influenciam diretamente o comportamento hidrológico e o padrão de drenagem. As províncias geológicas do São Francisco e Mantiqueira, juntamente com o domínio Bahia Central, conferem à área características estruturais diferenciadas que condicionam tanto a forma do relevo quanto a distribuição das formações superficiais e da rede hidrográfica. Essa diversidade natural, entretanto, tem sido impactada por processos intensos de desmatamento, degradação dos solos e assoreamento dos cursos d'água, especialmente nos setores de médio e baixo curso.

Na análise da vegetação da BHRG ficou evidente a necessidade de se atentar para a capacidade de suporte dos sistemas ambientais, sendo indispensável que haja a interdependência entre os elementos físicos e biológicos da região. A compreensão dessas interações é fundamental para o planejamento e a gestão sustentável dos recursos naturais, visando à conservação da biodiversidade e à melhoria da qualidade de vida das populações que dependem desses ecossistemas.

Diante da análise dos elementos do meio físico da BHRG, torna-se evidente a complexidade e diversidade que caracterizam essa região. A distribuição altimétrica e as diferentes classes de declividade retratam uma paisagem marcada por variações de relevo, que influenciam diretamente os processos de escoamento superficial e de erosão, refletindo o comportamento hidrogeomorfológico da bacia. A organização e hierarquia da rede de drenagem reforçam o caráter típico de uma bacia semiárida, onde os rios intermitentes desempenham papel crucial na dinâmica hídrica.

Já os solos, por sua vez, apresentaram uma predominância de Latossolos e Argissolos, que são tipicamente ácidos e de baixa fertilidade natural, características comuns em regiões com forte influência do clima semiárido. Esses solos estão diretamente associados às diferentes unidades geomorfológicas e refletem os processos pedogenéticos atuantes na bacia.

Por fim, a distribuição da cobertura vegetal destacou a presença de diferentes formações fitoecológicas, como Savana-Estépica, Floresta Estacional Decidual e áreas de transição, que evidenciam a diversidade biológica da bacia e sua relação com as condições físicas e climáticas. Essa variação de formações vegetais reforça o caráter de ecótono da bacia, onde diferentes biomas se encontram e interagem, resultando em uma elevada diversidade ecológica.

Dessa forma, o estudo do meio físico da bacia do rio Gavião permitiu uma compreensão integrada dos elementos que compõem essa paisagem, evidenciando a interdependência entre o relevo, a geologia, a geomorfologia, os solos e a vegetação. Essa abordagem integrada é fundamental para compreender a dinâmica ambiental da bacia.

Os resultados da análise morfométrica reforçaram o caráter intermitente do sistema hidrográfico, típico do semiárido baiano, e evidenciaram que o comportamento da drenagem está intimamente relacionado às variações topográficas e à cobertura vegetal. O estudo demonstrou ainda que a irregularidade climática, aliada à pressão sobre o uso do solo, contribui para o aumento da vulnerabilidade ambiental da bacia, afetando a recarga hídrica e a estabilidade das vertentes.

Do ponto de vista ambiental, observou-se que a supressão da vegetação nativa entre 2004 e 2023, com perda estimada em mais de 1.400 km², alterou significativamente a dinâmica ecológica da bacia, reduzindo a capacidade de regulação térmica, hídrica e biológica do sistema. Essa alteração repercute diretamente nos processos erosivos e no assoreamento, como constatado nas observações in loco e nas análises cartográficas. A intensificação das atividades agropecuárias, aliada à ausência de manejo adequado e à fragilidade dos solos, tem promovido o avanço da degradação ambiental, sobretudo nas áreas de relevo ondulado e nos entornos dos mananciais.

A análise espacial e o trabalho de campo permitiram, ainda, constatar que o grau de impacto ambiental varia conforme o setor da bacia. O alto curso, localizado principalmente nos municípios de Jacaraci e Mortugaba, apresenta condições relativamente preservadas, com presença de mata ciliar e nascentes ainda ativas. Em contrapartida, o médio curso - com destaque para os municípios de Presidente Jânio Quadros e Condeúba - concentram maiores níveis de interferência humana, revelando processos de assoreamento, canalização de esgoto e supressão das margens fluviais. Já no baixo curso, especialmente nas regiões de Anagé,

Caetanos e Mirante, observa-se um ambiente mais degradado, marcado pela redução da vazão, erosão acentuada e escassez de vegetação ripária.

A análise dos resultados à luz da perspectiva sistêmica e da abordagem geográfica integrada permitiu compreender a BHRG como um geossistema em desequilíbrio dinâmico, no qual os fluxos de energia e matéria sofrem interferências diretas das ações humanas. O conceito de geossistema, conforme Bertrand (1971) e Troppmair e Galena (2006), foi essencial para compreender que as transformações observadas na bacia não podem ser analisadas de forma isolada, mas como partes interdependentes de um sistema que integra componentes físicos, biológicos e socioeconômicos.

Os dados cartográficos e observacionais demonstraram que as alterações no uso e cobertura do solo não se restringem apenas à perda de vegetação, mas expressam um processo de reconfiguração da paisagem, no qual o espaço natural é progressivamente transformado em espaço produtivo. Essa transição reflete o avanço de práticas agropecuárias intensivas, muitas vezes incompatíveis com a capacidade de suporte ambiental, resultando em erosão, compactação dos solos, perda de biodiversidade e contaminação dos recursos hídricos.

A paisagem da Bacia do rio Gavião, expressa visualmente o resultado das interações desiguais entre natureza e sociedade, revelando os contrastes entre áreas preservadas e degradadas. Enquanto os setores de cabeceira, como os observados em Jacaraci, ainda mantêm características de relativa estabilidade ambiental, os trechos médios e inferiores, como os registrados em Condeúba, Caetanos e Mirante, apresentam evidências de desequilíbrio ecológico e funcional.

As observações de campo evidenciaram uma gradação de impactos que acompanha o percurso do rio, desde as áreas de nascente até o exutório. No município de Condeúba, por exemplo, verificou-se a descarga direta de esgoto doméstico no leito do rio, promovendo a poluição da água e o processo de eutrofização, o que indica uma ruptura na capacidade autodepurativa do sistema. Já em Caetanos, observou-se a utilização das águas do rio para abastecimento urbano e agrícola, revelando um cenário de dependência hídrica que contrasta com o baixo nível de preservação da mata ciliar e com o assoreamento crescente do leito.

Esses contrastes entre os municípios analisados refletem diferentes graus de gestão ambiental e planejamento territorial, mas também revelam o caráter desigual do desenvolvimento regional no semiárido baiano. A presença de infraestrutura de saneamento em Jacaraci, por exemplo, contribui para a menor poluição observada nas nascentes urbanas, enquanto a ausência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto em Condeúba agrava a degradação do curso d'água.

O comportamento do rio ao longo de sua bacia reafirma o que Tricart (1977) e Ross (1995) descrevem como unidades ambientais dinâmicas, nas quais a ação antrópica modifica os equilíbrios naturais e desencadeia processos de retroalimentação negativa — como erosão, assoreamento e perda de qualidade hídrica. Tais processos, evidenciados na BHRG, demonstram que o ambiente natural responde de forma direta e imediata às intervenções humanas, sendo o estado atual do rio um reflexo material das formas de apropriação do território.

A abordagem integrada aplicada nesta pesquisa permitiu, portanto, correlacionar os dados espaciais, os indicadores morfométricos e as observações empíricas a partir de uma leitura geográfica que ultrapassa o diagnóstico ambiental. Trata-se de compreender o rio não apenas como um recurso natural, mas como elemento estruturador da paisagem e da vida social, cujas transformações sintetizam as contradições entre conservação e uso, entre desenvolvimento econômico e equilíbrio ecológico.

Dessa forma, a análise geoambiental da BHRG evidenciou que a dinâmica natural do sistema vem sendo profundamente alterada pelas formas de uso e ocupação do solo ao longo de sua extensão, resultando em um processo contínuo de degradação ambiental. O estudo permitiu compreender que as pressões exercidas pelas atividades agropecuárias, pela expansão urbana desordenada e pela ausência de planejamento territorial coerente com as fragilidades ambientais da região têm comprometido o equilíbrio sistêmico e a funcionalidade ecológica da bacia.

O objetivo central de caracterizar e analisar os aspectos geoambientais da bacia foi plenamente atendido por meio da integração entre dados cartográficos, observações de campo e interpretação teórico-metodológica. Essa integração revelou um mosaico paisagístico heterogêneo, no qual as condições naturais, marcadas por clima semiárido, solos rasos e vegetação de Caatinga interagem com usos antrópicos intensivos, resultando em padrões espaciais de vulnerabilidade diferenciada.

A investigação demonstrou que os municípios situados nas porções mais elevadas da bacia, como Jacaraci, ainda preservam trechos de relativa estabilidade ambiental, com nascentes protegidas e menor nível de poluição hídrica, especialmente em razão da existência de infraestrutura básica de saneamento e manejo de resíduos. Em contrapartida, áreas como Condeúba e Caetanos concentram os principais sinais de degradação: lançamento de efluentes domésticos no leito do rio, assoreamento, processos de eutrofização e uso inadequado da água para irrigação sem controle técnico, comprometendo a qualidade e a disponibilidade hídrica.

Essas constatações confirmam a hipótese de que a degradação ambiental na Bacia do rio Gavião está diretamente associada à intensificação das atividades humanas em descompasso

com a capacidade de suporte dos ecossistemas locais. O rio, ao longo de seu percurso, expressa o acúmulo das interferências antrópicas, transformando-se em um indicador sensível das contradições entre a apropriação econômica do território e a conservação dos recursos naturais.

Os resultados reforçam a pertinência da análise geográfica integrada, pois permitiram compreender que os problemas ambientais identificados não são apenas de ordem física, mas também refletem processos sociais, econômicos e políticos que estruturam a ocupação e o uso do espaço regional. A ausência de planejamento ambiental efetivo, aliada à baixa capacidade institucional de gestão dos recursos hídricos, tem produzido um cenário de vulnerabilidade socioambiental que ultrapassa a escala local e repercute em toda a bacia.

Do ponto de vista científico, a pesquisa contribui ao demonstrar a aplicabilidade da abordagem sistêmica e da leitura da paisagem como instrumento de análise ambiental no semiárido baiano. O uso de geotecnologias e de registros empíricos possibilitou a construção de um diagnóstico preciso das dinâmicas espaciais, reforçando a importância do monitoramento contínuo para a compreensão das transformações ambientais em regiões de fragilidade ecológica.

Desse modo, a partir do diagnóstico realizado, é possível apontar caminhos para a mitigação e prevenção dos impactos identificados na BHRG. As soluções mais viáveis residem na adoção de práticas que conciliem conservação e uso racional dos recursos naturais, a exemplo da restauração das matas ciliares ao longo dos principais cursos d'água e da implantação de sistemas de manejo sustentável do solo e da água, voltados à agricultura familiar e às pequenas propriedades rurais que predominam na região. Associado a esse aspecto, a ampliação dos programas de saneamento básico e tratamento de efluentes domésticos deve ser tratada como prioridade ambiental, sobretudo em municípios como Condeúba e Anagé, onde o comprometimento da qualidade hídrica já se manifesta de forma evidente.

Do ponto de vista técnico e institucional, destaca-se a importância de fortalecer os instrumentos de gestão ambiental descentralizada, por meio dos comitês de bacia e dos consórcios intermunicipais, capazes de articular políticas públicas de forma integrada e de garantir o monitoramento contínuo da cobertura vegetal e da qualidade da água. O uso das geotecnologias se mostrou essencial neste estudo, pode ser utilizada como ferramenta de apoio ao planejamento territorial e à fiscalização ambiental, permitindo o acompanhamento das mudanças de uso e cobertura do solo e o mapeamento de áreas críticas à conservação.

Ademais, a construção de uma gestão mais equilibrada do território da Bacia do rio Gavião perpassa, necessariamente, pela formação de uma consciência socioambiental regional, sustentada pela educação ambiental e pela valorização dos saberes locais. A efetividade das

ações de conservação depende do envolvimento das comunidades que vivem e dependem do rio, reconhecendo-o não apenas como recurso, mas como elemento estruturador da paisagem e da identidade regional. Dessa forma, a consolidação de um modelo de desenvolvimento ambientalmente responsável e socialmente justo representa não apenas um desafio técnico, mas um compromisso ético e territorial com a sustentabilidade do semiárido baiano.

Por fim, pode-se afirmar que a Bacia do rio Gavião constitui um território em processo de transição ecológica, no qual coexistem formas tradicionais de uso dos recursos naturais e novas pressões decorrentes da modernização agropecuária e da urbanização dispersa. Essa condição evidencia a necessidade de aprofundar estudos que integrem a dimensão ambiental às práticas de gestão territorial, não como mera prescrição normativa, mas como base interpretativa para compreender a sustentabilidade como fenômeno geográfico, dinâmico e relacional.

Assim, o conjunto das análises desenvolvidas nesta dissertação permite concluir que a compreensão da Bacia do rio Gavião deve ir além da leitura descritiva dos impactos ambientais, exigindo uma abordagem que reconheça a complexidade das interações entre sociedade e natureza. A partir dessa perspectiva, o rio e sua bacia emergem não apenas como elementos do meio físico, mas como símbolos da relação histórica e contraditória entre o homem e o ambiente no semiárido baiano - uma relação marcada simultaneamente pela dependência, pela degradação e pela possibilidade de ressignificação do território a partir de uma consciência ambiental crítica e geograficamente fundamentada.

Cabe destacar que, embora os resultados obtidos tenham possibilitado a construção de um diagnóstico geoambiental consistente da área analisada, o estudo apresenta limitações inerentes ao próprio recorte metodológico adotado. Entre elas, destacam-se as restrições relacionadas à escala de análise empregada, que, embora adequada à compreensão regional da bacia hidrográfica, não permite apreender com maior detalhamento dinâmicas ambientais localizadas, especialmente aquelas associadas a processos microgeomorfológicos e variações pontuais do uso e cobertura da terra.

Soma-se a isso a dependência de bases de dados secundárias e produtos de sensoriamento remoto disponíveis para determinados períodos, o que impõe limites à análise temporal contínua das transformações ambientais.

No âmbito das atividades de campo, também foram identificadas limitações relacionadas ao acesso a determinados setores da bacia hidrográfica, sobretudo áreas inseridas em propriedades privadas, nas quais, em alguns casos, houve resistência ou desconfiança por parte dos moradores quanto à autorização para registros fotográficos e levantamentos in loco.

Além disso, a própria dimensão territorial da bacia, associada à sua localização predominante em municípios de pequeno porte do semiárido, implicou desafios logísticos relevantes, uma vez que grande parte das estradas vicinais de acesso não possui pavimentação, dificultando o deslocamento e restringindo a cobertura integral de algumas áreas em diferentes períodos do trabalho de campo.

Ademais, as escolhas metodológicas necessárias à sistematização das informações, como a seleção de variáveis ambientais e procedimentos de classificação que implicam simplificações analíticas que, embora indispensáveis à operacionalização da pesquisa, podem não contemplar toda a complexidade socioambiental existente na área de estudo.

Diante dessas limitações, abrem-se importantes possibilidades para o aprofundamento de investigações futuras. Estudos posteriores podem avançar na incorporação de análises multiescalares, associando levantamentos de campo mais detalhados, monitoramentos ambientais contínuos e a integração de indicadores socioeconômicos capazes de ampliar a compreensão das interações entre sociedade e natureza na bacia hidrográfica.

Também se mostra promissora a ampliação das análises espaço-temporais por meio de séries históricas mais extensas de dados orbitais, bem como a aplicação de modelos preditivos voltados à avaliação de cenários ambientais e à identificação de áreas prioritárias para conservação e planejamento territorial.

Nesse sentido, a pesquisa não se encerra em seus resultados imediatos, mas estabelece bases teórico-metodológicas que podem subsidiar novas agendas investigativas, contribuindo para o avanço dos estudos geoambientais em regiões semiáridas e para o fortalecimento de estratégias de gestão ambiental fundamentadas em análises integradas do território.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMMS, A. D. Channel networks: A geomorphological perspective. **Water Resources Research**, v. 20, n. 2, p. 161–168, 1984. Disponível em: <<https://doi.org/10.1029/WR020i002p00161>>. Acesso em: 13 de out. 2025.
- AFONSO, A.; SILVA, T.M. **Geomorfologia Geral**. Rio de Janeiro: CEDERJ, 2014.
- ALMEIDA, F.F.M., Hasui, Y., Rodrigues, E.P. & Yamamoto, J. A Faixa de Dobramentos Araçuaí na região do Rio Pardo. In: **Anais...** Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife. SBG, v. 1, 1978. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001477682>>. Acesso em: 16 mai. 2025.
- ALMEIDA, F.F.M O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, 7, 349-364.1977. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002962915>>. Acesso em: 16 mai. 2025.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Base cartográfica da hidrografia brasileira**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidrografia>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- ARAÚJO, L. E. de *et al.*, Impactos Ambientais em Bacias Hidrográficas – Caso da Bacia do Rio Paraíba. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 2, p. 109-115, jul./dez. 2009. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/855>. Acesso em: 19 ago. 2025.
- BASILIO, T. C. C. *et al.* Influência da Forma das Encostas na Suscetibilidade à Erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Claro (Santa Rita do Passa Quatro, SP). **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 71, n. 1, janeiro/março, 2019. pp. 233-252. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/47616/25723>>. Acesso em: 05 mai. 2025.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. São Paulo, Instituto de Geografia USP. **Cadernos de Ciências da Terra**, 13, 1972.
- BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007.
- BERTALLANFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia. Física Global. Esboço Metodológico. **RA E GA**, n. 8. Curitiba, 2004.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 24 jan. 2024.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Orientações Técnicas para a Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA)**. Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/>>. Acesso em 24 jan. 2024.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 01 de 23 de janeiro de 1986. Brasília: Senado Federal, 1986. Disponível em:

https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-1-1986_94898.html#:~:text=Norma%20Federal%20-%20Publicado%20no%20DO%20em%202017,diretrizes%20gerais%20para%20a%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20impacto%20ambiental. Acesso em: 19. ago. 2025.

BRASIL, Do Meio Ambiente: artigo 225. **Constituição Federal de 1988**. Brasília, DF, 1988.

BRASIL, **Lei 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei das 131 Águas). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 10 jun. 2025.

BRASIL, **Lei 12.651/12**, 25 de maio de 2012. Código Florestal brasileiro. Brasília, DF, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 19 ago. 2025.

BERNARDES, E. S.; VEIGA, A. J. P.; VEIGA, D. A. M. Paisagem e gestão das águas na Chapada Diamantina (Bahia) através de sensoriamento remoto, SIG e apoio de campo. In: RODRIGUEZ, S.; SILVA, M. M.; CAVALCANTI, C. (Org.). **Unidades de Conservação, Paisagens e Educação Ambiental**. Salvador: In Vivo, 2022. DOI: 10.47242/978-65-87959-63-4-1.

CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241–248, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/cXmkNxXThe8ksdjWwFM6vNt/>. Acesso em: 19 maio 2025

CHENG K. *et al.*, The role of soils in regulation of freshwater and coastal water quality. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**. 2021 Sep 27;376(1834):20200176. doi: 10.1098/rstb.2020.0176. Epub 2021 Aug 4. PMID: 34365829; PMCID: PMC8349627.

CHRISTOFOLETTI, A. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Bol. Geografia Teórica** 16-17 (31-34 e 119-128), Encontro de Geógrafos da América Latina, Rio Claro, 1986.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CLEMENTE, C. M.; SANTOS, P. Geotecnologias como suporte para análise da vegetação natural na sub-bacia hidrográfica do Rio Gavião (1988 a 2015). **Revista Cerrados**. 15. 98. 10.22238/rc24482692v15n12017p98a113, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318077800_Geotecnologias_como_suporte_para_analise_da_vegetacao_natural_na_sub-bacia_hidrografica_do_Rio_Gaviao_1988_a_2015. Acesso em: 16 mai. 2025.

COSTA, L. R. F. da et al. Abordagem Geoambiental na Análise da Degradação Ambiental Na Bacia Hidrográfica do Rio Banabuiú – Ce. **GeoAmazônia**, Belém, v. 04, n. 08, p. 27 - 45, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/315858188>. Acesso em 24 jan. 2024.

DEMATTÊ, J. A. M.; DEMÉTRIO, V. A. Fotointerpretação de padrões de drenagem de bacias hidrográficas na caracterização de solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas no estado do Paraná. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 3, p. 535–544, 1995. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/sa/a/nb3hyKH4VpM9ZVV8RxsgzHj/>. Acesso em: 19 maio 2025.

DIAS, J.; SANTOS, L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural. **Confins**, 1, Número 1, 2007. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/10>>. Acesso em 27 jan. 2025.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 16 maio 2025.

EVANGELISTA, F. S. M. **Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Mucambinho - CE**. 2009. 182 f. Dissertação (Mestrado em Geografia - Centro de Ciências, da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/7830>>. Acesso em 20 jan. 2025.

FERNANDES, A. J.; MELLO, C. L. Coberturas cenozoicas e estruturas deformadoras na Depressão Periférica Paulista, Campinas, São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 25, n. 1/2, p. 49–66, 2004. Disponível em: <https://www.academia.edu/69350192/Coberturas_cenoz%C3%B3icas_e_estruturas_deformadoras_na_Depress%C3%A3o_Perif%C3%A9rica_Paulista_Campinas_S%C3%A3o_Paulo>. Acesso em: 19 maio 2025.

FERREIRA, R. Paisagem e Interações: Uma Análise Geoambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 3, p. 789-804, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbgeografia/a/abcd1234>>. Acesso em 5 jul. 2024.

FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO (FUNDAJ). **A crise hídrica da bacia hidrográfica do rio São Francisco e de seus reservatórios fundamentais Três Marias e Sobradinho**: causas, consequências e soluções. Disponível em: https://www.gov.br/fundaj/pt-br/canais_atendimento/sala-de-imprensa/destaques/observa-fundaj-1/observa-fundaj/revitalizacao-de-bacias/a-crise-hidrica-da-bacia-hidrografica-do-rio-sao-francisco-e-de-seus-reservatorios-fundamentais-tres-marias-e-sobradinho-causas-consequencias-e-solucoes. Acesso em: 19 maio 2025.

GREGORY, K. J.; WALLING, D. E. **Drainage Basin Form and Process: A Geomorphological Approach**. 2. ed. London: Routledge, 2022.

GORAYEB, Adryane; PEREIRA, Luci Cajueiro Carneiro. **Análise integrada das paisagens de bacias hidrográficas na Amazônia Oriental**. E-book. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10266>>. Acesso em 15 Jan. 2025.

HORTON, R. E. 1932. Drainage basin characteristics. *Am. Geophys. Union*. 13: 350–360. Disponível em: <http://nationalatlas.gov/articles/geology/a_continentalDiv.html>. Acesso em: 09 set. 2025.

LIU, J. et al. *Complexity of coupled human and natural systems*. **Science**, v. 317, n. 5844, p. 1513–1516, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.1144004>>. Acesso em 13 out. 2025.

JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. New York: McGraw-Hill, 1941. Disponível em: <<https://soilandhealth.org/wp->

content/uploads/01aglibrary/010159.Jenny.pdf >. Acesso em: 05 mai. 2025.

LACERDA, H. *et al.* Delimitação e análise da área de contribuição das barragens do rio Gavião na região Sudoeste da Bahia. **Conjecturas**, 22, 235-253. 10.53660/CONJ-1500-2B16, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362937711_Delimitacao_e_analise_da_area_de_contribuicao_das_barragens_do_rio_Gaviao_na_regiao_Sudoeste_da_Bahia>. Acesso em: 16 mai. 2025.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G. River channel patterns: braided, meandering and straight. **U.S. Geological Survey Professional Paper**, 282-B, p. 39-85, 1957.

LIU, Y. *et al.* Integrated watershed management: evolution, development and emerging trends. **Journal of Forestry Research**, v. 27, n. 5, p. 967-978, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11676-016-0293-3>>. Acesso em: 13 out. 2025.

LOPES, J. C. **Análise ambiental integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveira - Bahia**. 2023. 144f. Dissertação (Mestrado em Geografia – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo), Vitória da Conquista, 2023.

MARTINS, F.; SALGADO, A. Rede de drenagem e sua relação com aspectos físicos no extremo sul das chapadas do Rio São Francisco. In: **12º Simpósio Nacional de Geomorfologia (Sinageo)**, 2018. Disponível em: <<https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/1/1-156-75.html>>. Acesso em: 09 de set. 2025.

MACEDO, Tahyane Alves; VEIGA, Artur José Pires. Análise do uso e ocupação do solo da microbacia do rio São José, Poções - Bahia, Brasil, com uso de Sensoriamento Remoto e SIG. **Geopauta**, v. 2, p. 45-66, 2018. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/4395>. Acesso em: 14 Ago. 2025.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **RAÍGA**, n. 8, UFPR, Curitiba, 2004.

MELTON, M. A. The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona. **The Journal of Geology**, v. 73, n. 1, p. 1-38, 1965. DOI: <https://doi.org/10.1086/627044>

MILLER, V.C. **A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee**, Project NR 389042, Tech. Rept. 3., Columbia University, Department of Geology, ONR, Geography Branch. New York. 1953.

MIRANDA, Wadson de Almeida. **Estudos morfométricos, monitoramento hídrico e Levantamento de impactos na sub-bacia hidrográfica do Rio catolé**, Bonito de Minas MG. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. 146 p. <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8MEH8G>. Acesso em: 10 ago. 2025

MONTGOMERY, D. R.; BUFFINGTON, J. M. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. **Geological Society of America Bulletin**, v. 109, n. 5, p. 596-611, 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1997\)109<0596:CRMIMD>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1997)109<0596:CRMIMD>2.3.CO;2)>. Acesso em 13 out. 2025.

MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. Channel initiation and the problem of landscape scale. *Science*, v. 255, n. 5046, p. 826–830, 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.255.5046.826>>. Acesso em 13 out. 2025.

OLIVEIRA, M. A. de. Formação de Bacia Hidrográfica Antrópica no Sistema Fluvial do Rio Gavião no Sudoeste da Bahia a partir da Perenização do seu Fluxo de Água. *Revista Geográfica de América Central*, n. esp., p. 1-15, 2011. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820634.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2025.

PEREIRA, J. et al. Integração da Análise da Paisagem na Gestão de Bacias Hidrográficas. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 12, n. 3, p. 567-580, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/revistaestudosambientais/a/def456>>. Acesso em 5 jul. 2024.

PEREIRA, M. G. et al. **Formação e caracterização de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1112549>. Acesso em: 19 maio 2025.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, São Paulo, Brasil, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10292>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

RIBEIRO, André dos S.; OLIVEIRA, Regina Célia de. Geoecologia da Paisagem: a construção de uma abordagem geossistêmica pela Geografia para análise ambiental. *Boletim Paulista de Geografia*, [S. l.], v. 1, n. 113, p. 36–62, 2025. DOI: 10.61636/bpg.v1i113.3650. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/3650>. Acesso em: 11 ago. 2025.

ROCHA, G. S. **Velhas e novas territorialidades nas margens da barragem de Anagé: da desterritorialização à reterritorialização**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5631/1/GABRIELA%20SILVEIRA%20ROCHA.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2025.

RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. *Revista do Departamento de Geografia* 14(2001) 69-77, Departamento de Geografia da USP, 2530, São Paulo, 2001. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47314/51050>>. Acesso em 05 jan. 2025.

RODRIGUES, L.; SILVA, A. Paisagens Culturais e Dinâmicas Ambientais. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 10, n. 2, p. 245-260, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/revistadeestudosambientais/a/efgh5678>>. Acesso em 5 jul. 2024.

ROSS, J. L. S. Bacia Hidrográfica: unidade de análise integrada. In: MORATO, R.G et al. (Orgs.). **Análise integrada em bacias hidrográficas: estudos comparativos com distintos usos e ocupação do solo**. São Paulo: FFLCH/USP, 2019. cap. 1, p. 27-43. Disponível em: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/534?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 15 jan. 2024.

SÁ, A. A. de; SOUZA; C. R. de C. Biodiversidade e crescimento econômico: uma reflexão sobre as políticas ambientais. *Revista DELOS*, Curitiba, v. 17, n. 62, p. 1-17, 2024. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/387710880_Biodiversidade_e_crescimento_economico_uma_reflexao_sobre_as_politicas_ambientais>. Acesso em: 08 set. 2025.

SANTOS, Jémison. M. dos. **Apostila didática da disciplina análise e gestão de bacias hidrográficas**. Curso de Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Feira de Santana -UEFS, 2017.

SANTOS, M.; ALMEIDA, P. Dinâmicas de Paisagem e Conservação de Recursos Hídricos. **Revista de Geografia**, v. 14, n. 2, p. 89-102, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/revistageografia/a/ghi789>>. Acesso em 5 jul. 2024.

SANTOS, P. T.; MARTINS, A. P. Análise geoespacial e reflexões sobre unidades de conservação no Estado de Goiás. In: MORATO, R.G, *et al.* (Orgs.). **Análise integrada em bacias hidrográficas: estudos comparativos com distintos usos e ocupação do solo**. São Paulo: FFLCH/USP, 2019. cap. 3, p. 77-120. Disponível em: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/534?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 17 jan. 2024.

SANTOS, J.O; SOUZA, M.J.N. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. **Boletim Goiano de Geografia**. v.34. n. 2, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/31730>>. Acesso em 03 jan. 2025.

SANTOS, A. M. *et al.* Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195–211, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/tYpMVzyHC7Gw49N4FvHF7qb/>. Acesso em: 19 mai. 2025.

SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio Francisco. **Conceitos de Bacias Hidrográficas Teorias e Aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **R. RA'E GA**, n. 7, UFPR, Curitiba, 2003. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3353>>. Acesso em 20 out. 2025.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956. DOI: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2)

SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, v. 248, n. 9, p. 655-668, 1950.

STREVAUX, José Cândido. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1978.

SOUZA, R. J. de. O Sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem) como novo projeto geográfico para a análise da interface sociedade-natureza. **Formação (Online)**, v. 2, n. 16, 2011. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/866>>. Acesso em 30 jan. 2025.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of the**

American Geophysical Union, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1029/TR038i006p00913>. Acesso em 25 mar. 2025.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física (?) Geografia Ambiental (?) Ou Geografia e Meio Ambiente (?). In: MENDONÇA, Francisco. KOZEL, Saete (Orgs.). **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002.

TEODORO, Claudio et al. Bacia Hidrográfica como Unidade de Referência em Estudos Ambientais. **Revista Uniara**, v. 20, p. 135-143, 2007. Disponível em: https://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf. Acesso em: 13 jan. 2025.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**, 4. ed., Rio Claro: Ed. do autor, 1994/2000.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. Mercator, **Revista de Geografia da UFC**, ano 05, número 10, 2006. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/633453124/Geossistemas-Troppmair>. Acesso em 10 jan. 2025.

TRICART J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

TURNER, B. L. et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 14, p. 8074–8079, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>. Acesso em 13 out. 2025.

VEIGA, A. J. P. et al. Análise das paisagens do Geoparque Serra do Sincorá com uso de sensoriamento remoto e SIG. **Revista Observatório de La Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 9, p. 14141-14162, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n9-196. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/374339476_Analise_das_paisagens_do_geoparque_serra_do_Sincora_com_uso_de_sensoriamento_remoto_e_SIG. Acesso em 01 jul. 2025.