



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



ARIEL MOURA VILAS BOAS

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO GANDU, BAIXO SUL
BAIANO**

Vitória da Conquista – BA
Abril de 2025

ARIEL MOURA VILAS BOAS

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO GANDU, BAIXO
SUL BAIANO**

Dissertação apresentado 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.

Linha de Pesquisa: Dinâmicas da Natureza e do Território

Orientador: Prof. Dr. Artur José Pires Veiga

Vitória da Conquista – BA
Setembro de 2024

St VILAS BOAS, Ariel.
Análise Geoambiental da Sub-bacia do Rio Gandu /Ariel Moura Vilas Boas;
Orientador: Artur José Pires Veiga - Vitória da Conquista, ano.
Número de páginas xx. f. ilustr. mapas.

Dissertação (Mestrado) - Departamento Geografia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Área de Concentração: Produção do Espaço geográfico.

1. Geografia Física. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Conservação da biodiversidade.

I. Artur José Pires Veiga, Orientador.

II. Título.

CDD. 912

CDU. 911

É concedida à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia a permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ariel Moura Vilas Boas

Nome do aluno (a)

Vitória da Conquista - BA

Ano 2025



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

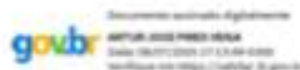
ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO GANDU, BAIXO SUL BAIANO, BRASIL

ARIEL MOURA VILAS BOAS

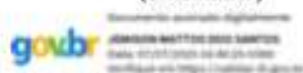
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UESB (PPGeo-Uesb), como requisito para obtenção do título de MESTRE.

Aprovada em: 04 de julho de 2025

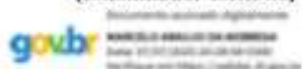
Banca Examinadora



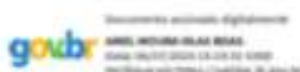
Prof. Dr. Artur José Pires Veiga (PPGeo/UesB)
(Orientador)



Prof. Dr. Jémison Mattos dos Santos (UEFS)
(Examinador Externo)



Prof. Dr. Marcelo Araújo da Nóbrega (UESB)
(Examinador Externo)



Ariel Moura Vilas Boas
(Mestrando)

DEDICATÓRIA

As minhas primeiras lembranças nessa vida, se constituem em frechas de luz entrando pela minha janela, em uma casa simples, com a vista para floresta em meio a vales, onde o sol nasce. Tudo o que eu conseguia perceber através dos meus sentidos nesse lugar, se transformou em momentos de pura imersão e magia.

Não era só real, a paisagem se transformou em parte de mim e eu dela. O que posso dizer é que tudo isso me levou até aqui e sou muito grato por essa incrível jornada chamada vida.

Dedico essa pesquisa a todos os meus amigos que dividiram momentos incríveis da minha adolescência em trilhas pelo meio da floresta. Cada vez que subíamos a colina e víamos a cidade se distanciar, era o início de alguma aventura e isso marcou minha vida até o horizonte da minha alma, onde o sol se esconde para além da minha consciência.

Decidi me tornar um cientista ambiental, não só para me conectar a paisagem que sempre rondou os meus sonhos mais felizes, mas também para que outros jovens possam ter essa experiência também. Acredito que esse é meu caminho até Deus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu amado senhor e salvador Jesus Cristo, pois de uma forma tão linda e simples, acolheu os meus sonhos mais íntimos e grandiosos e me permitiu chegar até aqui. Agradeço ao meu pai Raul Vilas Boas e minha mãe Letícia Moura (*in memorium*) por tudo que fizeram por mim e pelas lições valiosas que deram com suas vidas. Agradeço a minha vovó Nilza Moura, por todas as orações, elas me ajudaram nos meus momentos mais dolorosos e mantiveram de pé mesmo com o peso do mundo sobre os meus ombros.

Agradeço a esses amigos fantásticos que me ajudaram a atravessar esses últimos anos: Marcelo Nóbrega, João Nobre, Aldo Sena, Sirlania Santos, Evalton Santos, Cynthia, Pablo Rafick, Manoel Vitor, Dylan, Thamires Santiago, Eduarda Oliveira, Scooby e Núbia Cardoso. Vocês estiveram no barco comigo na travessia desse rio grande rio chamado vida. Eu não conseguiria sem vocês. Não importa onde eu esteja, sempre carregarei cada um em meu peito.

Por fim, agradeço, agradeço a mim mesmo por nunca ter desistido e sempre arranjar um jeito de seguir em meio a tudo que enfrente. Enfrentei todas as ondas com nobreza e coragem. Me permite a sonhar cada vez mais alto e cheguei aqui nesse lugar...Nossa, a vista é realmente incrível. O extraordinário habita na alma de todos sonhadores. Vitória!!!

EPÍGRAFE

“Quando você quer alguma coisa, todo o universo conspira para que você realize o seu desejo.”

- COELHO, Paulo. 1980.

RESUMO

Resumo

Esta pesquisa realizou uma análise geoambiental da sub-bacia do Rio Gandu, localizada no bioma Mata Atlântica, abrangendo áreas dos municípios de Gandu, Nova Ibiá e Wenceslau Guimarães (BA). A investigação envolveu levantamento bibliográfico, trabalho de campo e geoprocessamento, com o objetivo de compreender a dinâmica ambiental, os impactos do uso e ocupação da terra e os desafios à conservação dos recursos naturais. Foram analisados aspectos físicos como geologia, geomorfologia, climatologia, hidrografia, solos e vegetação. A região apresenta relevo ondulado, vales encaixados e solos férteis, favorecendo práticas agropecuárias, mas também gerando pressões sobre os remanescentes florestais da Floresta Ombrófila Densa. Identificaram-se áreas críticas, como matas ciliares e zonas de alta declividade, com risco de erosão e assoreamento. A pesquisa destaca a importância das Áreas de Preservação Permanente (APP) e da criação de Unidades de Conservação (UC) para a manutenção da biodiversidade. Reflete-se, ainda, sobre o papel da educação ambiental, do planejamento territorial e da implementação efetiva de instrumentos legais como o Código Florestal e a Lei das Águas. A articulação entre poder público, setor privado e comunidades locais é considerada essencial para promover o desenvolvimento sustentável, conciliando conservação ambiental, justiça social e viabilidade econômica. A sub-bacia do Rio Gandu, portanto, revela-se um território estratégico para ações integradas de gestão ambiental e conservação da Mata Atlântica no sul da Bahia.

Palavras-chave: Geografia Física. Desenvolvimento sustentável. Conservação da biodiversidade.

Abstract

This research conducted a geoenvironmental analysis of the Gandu River sub-basin, located within the Atlantic Forest biome and encompassing areas of the municipalities of Gandu, Nova Ibiá, and Wenceslau Guimarães (Bahia, Brazil). The study involved bibliographic review, fieldwork, and geoprocessing, aiming to understand the environmental dynamics, the impacts of land use and occupation, and the challenges to the conservation of natural resources. Physical aspects such as geology, geomorphology, climatology, hydrography, soils, and vegetation were analyzed. The region features undulating relief, incised valleys, and fertile soils, which favor agricultural practices but also place pressure on the remaining fragments of Dense Ombrophilous Forest. Critical areas were identified, including riparian forests and steep slopes, which are at risk of erosion and siltation. The study emphasizes the importance of Permanent Preservation Areas (APPs) and the creation of Conservation Units (UCs) for biodiversity maintenance. It further reflects on the role of environmental education, territorial planning, and the effective implementation of legal instruments such as the Forest Code and the Water Law. The articulation between public authorities, the private sector, and local communities is considered essential to promote sustainable development by reconciling environmental conservation, social justice, and economic viability. Thus, the Gandu River sub-basin emerges as a strategic territory for integrated actions in environmental management and conservation of the Atlantic Forest in southern Bahia.

Keywords: Physical Geography Sustainable development, Biodiversity conservation.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Bacia do rio Gandu – Localização da área de estudo – 2024.....	17
Mapa 2 - Vegetação – ano 2025.....	81
Mapa 3 - Sub-bacia do rio Gandu: Classificação do solo – ano 2025.....	83
Mapa 4 - Geomorfologia – Drenagem e profundidade dos vales - ano 2025.....	87
Mapa 5 – Sub-bacia do rio Gandu: Hipsometria - 2024.....	93
Mapa 6 – Sub-bacia do Rio Gandu: Declividade – 2025.....	96
Mapa 7 – Sub-bacia do rio Gandu: Drenagem – 2024.....	108
Mapa 8 – Sub-bacia do rio Gandu: Hierarquia dos rios – 2024.....	109
Mapa 9 - Sub-bacia do rio Gandu: Uso e ocupação da terra – 2024.....	113
Mapa 10 – Sub-bacia do rio Gandu: Índice de vegetação – 2025.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro 1 - Dimensões mínimas para as APP – 2025.....	38
Quadro 2 - Quadro 2 – Tipos de Solos – 2025.....	86
Quadro 3 - Hipsometria da Sub-bacia do Rio Gandu – 2025.....	96
Quadro 4 - Sub-bacia do rio Gandu: Declividade - 2025.....	99
Quadro 5 - Sub-bacia do rio Gandu: Índice de vegetação – 2025	117
Quadro 6 – Classificação de espécies coletadas em trabalho de campo....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Sub-bacia do rio Gandu: Características Fisicográficas – 2017...	110
---	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sub-bacia do rio Gandu: Imagem 3D da área de estudo, 2024.....	81
Figura 2 – Plantio de cacau com árvores emergente, Nova Ibiá - 2024.....	122
Figura 3 – Distrito Rua da palha (BA) - Ocupação da Mata Ciliar – 2024.....	123
Figura 4 – Município de Gandu (BA) - Ocupação de área de várzea – 2024.....	125
Figura 5 – Município de Gandu(BA) – Floresta ombrófila e cacauais- 2024...	127
Figura 6 – Ocupação da Mata Ciliar- Plantio de cacau e pastagem – 2024...	128
Figura 7 – Município de Gandu (BA) – Plantio de cacau com banana- 2024..	132

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Perfil Topográfico Rio Gandu – 2025.....	101
Gráfico 2 – Perfil Topográfico Rio Secundário – 2025	101
Gráfico 3 – Perfil Transversal Rio Gandu – 2025	102
Gráfico 4 – Climograma – 2025	113

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

APP - Áreas de Preservação Permanente

BH – Bacia hidrográfica

CF – Constituição Federal

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

KM – Quilômetros

LAd – Latossolo Amarelo Distrófico

LVAd – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico

MDE - Modelos Digitais de Elevação

NDVI - Normalized Difference
Vegetation Index

PVAe – Argissolo Vermelho-Amarelo
Eutrófico **PVe** – Argissolo Vermelho
Eutrófico

RIMA - Relatórios de Impactos Ambientais

RL – Reserva Legal

RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural

SEI - Superintendência de Estudos econômicos e Sociais
da Bahia

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

UC - unidade de conservação

SUMÁRIO

SEÇÃO I

1. INTRODUÇÃO.....	
1.1 Apresentação	
1.2 Problema	
1.3 Objetivos	
1.3.1 Objetivo geral	
1.3.2 Objetivos específicos	
1.4. Justificativa	

SEÇÃO II

2. METODOLOGIA	
2.1 Universo da pesquisa e amostragem	
2.2 Método de abordagem e de procedimentos	
2.3 Materiais e equipamentos utilizados	
2.4 Procedimentos metodológicos	
2.5 Análise dos dados	

SEÇÃO III

3. MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS	
3.1 Sistema ambientais e sustentabilidade.....	
3.2 Abordagem geoambiental integrada	
3.3 Recursos naturais, meio ambiente e bacia hidrográfica, ...	
3.4 Planejamento ambiental em bacia hidrográfica	

SEÇÃO IV

4. ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO GANDU	
4.1 Meio ambiente e recursos naturais na sub-bacia do rio Gandu	
4.2 Fitofisionomia e uso da terra na sub-bacia do rio Guandu	
4.3 Análise geoambiental integrada na sub-bacia do rio Guandu	

SEÇÃO V

CONCLUSÕES	
REFERÊNCIAS	

SEÇÃO I

1 INTRODUÇÃO

O estudo sobre as sub-bacias hidrográficas insere-se no campo das ciências ambientais, e nesse presente momento, a intensificação das crises ambientais globais que afetam a natureza e a sociedade é uma realidade cada vez mais alarmante. A escassez de água potável, as queimadas generalizadas, o desmatamento acelerado e a perda contínua de biodiversidade, são apenas alguns dos resultados de um tipo de desenvolvimento econômico que não respeita os ciclos bioquímicos, que permitem a manutenção da vida na terra.

Através dessa abordagem, as sub-bacias hidrográficas, funcionam como unidades de análise, e oferecem uma abordagem interessante para compreender a interação entre fenômenos naturais e propor soluções e estratégias de trabalho voltadas ao planejamento territorial, a conservação ambiental e uma alternativa para o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, atualmente, os problemas ambientais se tornam cada vez mais impactantes, principalmente em biomas como a Mata Atlântica, Amazônia e o Cerrado. A diminuição da vazão de importantes cursos d'água e os impactos decorrentes de práticas agrícolas intensivas, como queimadas, desmatamento, perda do potencial de drenagem dos solos e assoreamento dos rios. Nesse contexto, a sub-bacia do rio Gandu, localizada no sul da Bahia, se torna um campo de estudo relevante para investigar as relações entre a dinâmica natural, as práticas agroflorestais e os desafios ambientais contemporâneos.

A história da ocupação e uso da terra, no território da sub-bacia do rio Gandu (SBRG), está estritamente ligada com a exploração dos recursos naturais e econômica: extração de madeira de lei, queimada da floresta para implantação de pasto e também a supressão de parte da vegetação nativa para a implantação de culturas agrícolas como o cacau, banana, mandioca e milho.

A área de estudo situa-se no bioma de Mata Atlântica e, no início da colonização do Brasil no século XV, era uma extensa área de floresta ombrófila densa. Atualmente, segundo os dados do INPE (2024), neste bioma encontram-se apenas 12% da sua vegetação original, caracterizado por fragmentos florestais.

A região que compreende a SBRG abriga uma rica biodiversidade, ligada principalmente, aos fragmentos florestais remanescentes de floresta ombrófila densa, com uma enorme beleza cênica, perceptível pelo porte da vegetação e das formas de relevo dissecado, que compoe os planaltos pré-litorâneos, caracterizando um ambiente único. Algumas espécies arbóreas chegam até o estrato florestal superior, constituído de árvores emergentes, como é do caso do Jequitibá – Rosa (*Cariana legalis*) que chega até a estatura de 50 metros.

Os fragmentos florestais encontrados na região apresentam estratos florestais com composição de fitofisionomias do estrato herbáceo, estrato arbustivo, estrato inferior ou sub-bosque, estrato médio ou dossel e o estrato superior onde siuta-se as árvores de grande porte, compondo a grande diversidade de fauna e flora.

Nos estudos realizados pelo Ministério do meio Ambiente (2024), constatou-se que o bioma ainda abriga 20.000 espécies de plantas, 850 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 espécies de répteis, 270 espécies de mamíferos e 350 espécies de peixes, sendo vital a conservação das áreas remanescentes de floresta e seu uso sustentável.

Fatores fisiográficos associados como a morfologia da região e as características climáticas, com tipologia úmida, contribuem para a formação de chuvas orográficas, que alimentam os recursos hídricos superficiais e sub-superficiais, como suas diversas nascentes e rios, formando assim um ambiente complexo e cheio de vida. A distribuição de chuvas ao longo do ano favorece a manutenção do ciclo hidrológico e preservação da floresta. Nota-se também a presença de planaltos cristalinos, especificamente, em uma área de relevo dissecado de planaltos pré-litorâneos, área de serras e vales, principalmente no alto curso da sub-bacia.

Nos aspectos da dinâmica climática, a região da SBRG, está submetida aos ventos alíseos de Leste e Sudeste, ao longo de todo o ano, com massas de ar quente e úmida oriunda do Atlântico Sul (mEa), no período do verão e, das massas de ar Polar Atlântica (mPa) no inverno, onde provocam chuvas frontais abundantes e chuvas orográficas nos relevos com as maiores altitudes, com excedente hídricos.

Durante o final da primavera e do verão se forma em grande parte do Brasil, um grande corredor de umidade chamado de Zona de Convergência do Atlântico Sul, interligando a Amazônia ao oceano Atlântico e que contribui para a dinâmica meteorológica dessa região. Esse sistema meteorológico, provoca chuvas convectivas acompanhadas por nuvens cúmulos nimbo.

Parte do bioma da Mata Atlântica está localizada na tipológica climática Af segundo a classificação de Koeppen – Clima das florestas tropicais quente e úmido, sem estação seca (Carvalho Filho, 1983). As temperaturas médias anuais variam de 24° a 25 graus C, e em relação as médias pluviométricas variam de 1.800 a 2.000 mm anuais. Com relação a evapotranspiração potencial anual, varia de 1.300 a 1.400, com excedente hídrico (Gonçalves e Pereira, 1981), ou seja, há um superávit hídrico de 500 a 300 mm anuais. Sobre a umidade relativa do ar, está sempre superior aos 80% (CEPLAC, 1983).

No início século XX, por volta de 1910 a 1916 foram feitas incursões ao interior da microrregião do Baixo-Sul baiano, afim de explorar as potencialidade agrícolas dessa região, sobretudo, para o cultivo da cultura cacauera. As condições edafoclimáticas da região foram determinantes para implantação da cultura do cacau, cuja planta é de origem do bioma Amazônico, onde as características climáticas se assemelham ao bioma da Mata Atlântica.

A escolha do sistema agrícola de produção foi o agroflorestal, com cultivos de cacau-cabruca, onde parte das árvores nativas foram preservadas, devido a necessidade do sombreamento das lavouras, que ocupam o sub-bosque florestal, e está prática contribuiu para um manejo do solo com aproveitamento do potencial produtivo, neste sistema agrícola.

O primeiro sistema agroflorestal implantado no Baixo Sul baiano foi no município de Canavieiras em 1748, onde o de cacau-cabruca ou sombreamento exótico se tornou o principal sistema de plantio da cultura cacauera, e a venda das amêndoas de cacau se tornou parte vital da economia regional. De acordo com Oliveira e Trindade (2021), o sistema floresta cacau-cabruca utilizado na produção agrícola, contribui para a conservação das florestas ombrófilas densas, uma vez que no cultivo da lavoura do cacau, utilizam-se das árvores como sombreamento, sobretudo, nativas, contribuindo assim para a preservação de parte do bioma da Mata Atlântica e a conservação do solo.

A cultura do cacau (*Theobroma cacao*) foi escolhida para o desenvolvimento da região por se adaptar muito bem ao ambiente florestal da região, semelhante à área original da espécie. O sistema agroflorestal cacau-cabruca necessita do sombreamento exótico de árvores nativas, nesse sentido, essa prática agrícola contribui para preservação de parte da floresta ombrófila densa (Vilas Boas; Nobrega, 2021).

Dado a sua produtividade e potencial econômico, a cultura cacaujeira obteve sucesso, seguida da expansão das áreas plantadas no Sul da Bahia, vindo assim a contribuir na formação territorial dos municípios que atualmente compõem a região conhecida como “Costa do Cacau” (Rocha, 2008).

No início do século XX, foram feitas incursões na região que hoje abrange áreas dos municípios de Gandu, Nova Ibiá e Wenceslau Guimarães onde foi implantado o sistema cacau-cabruca em grandes fazendas. Essa prática foi de grande importância para a formação e desenvolvimento dos primeiros centros urbanos.

As décadas de 1950 e 1970, foram de extrema importância para a consolidação dos referidos municípios, cuja formação estão associadas com as grandes fazendas de monocultura do cacau, onde surgiram as vilas de trabalhadores e a origem dos primeiros núcleos urbanos, com adensamentos populacionais, a formação do comércio e a expansão da malha urbana.

Para Canuto (2017) a diversidade biológica encontrada nessa região, influenciou na ocupação do território e exploração do potencial paisagístico das florestas ombrófilas densas, resultando na fragmentação da floresta original. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2021) o desmatamento é um dos principais problemas ambientais brasileiros.

O conhecimento sobre a situação atual do bioma da Mata Atlântica em uma determinada região é essencial para o planejamento e gestão de uma bacia hidrográfica. Sendo assim, a presente pesquisa da dissertação de mestrado, objetiva a análise geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Gandu (SBRG), com vista ao suporte para o planejamento ambiental da região.

Para isso, foram desenvolvidos objetivos específicos que incluem a identificação das fitofisionomias do bioma da Mata Atlântica e a classificação do uso e ocupação da terra na região, como também a identificação dos impactos ambientais que afetam a sub-bacia, para avaliar as consequências da exploração dos recursos naturais e analisando a rede hidrográfica local.

Além disso, é necessário correlacionar o uso e ocupação do solo com as características do meio físico e os impactos ambientais observados no bioma. Por fim, a análise das potencialidades paisagísticas da região se constitui em um objetivo essencial, que se complementa a necessidade da criação de Unidades de Conservação nas áreas da sub-bacia do rio Gandu, que promove a preservação ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais. O planejamento e gestão dos

recursos ambientais são essenciais na conservação dos recursos naturais, associados ao desenvolvimento sustentável, proporcionando uma relação harmônica entre a natureza e a sociedade.

A sub-bacia hidrográfica do rio Gandu (SBRG) situa-se no sistema de bacias hidrográficas denominada de Recôncavo Sul, limitada ao Norte e a Oeste pela bacia do rio Paraguaçu, e ao Sul e Sudoeste pela bacia do rio de Contas. O escoamento de suas águas segue de modo contínuo até o Oceano Atlântico (exorréico) onde deságua na contra-costa do arquipélago de Tinharé-Boipeba no município de Cairu, no Sul do Estado da Bahia.

A região que compõe a sub-bacia do rio Gandu, no Baixo Sul baiano, abriga grande biodiversidade e beleza paisagística, fruto da concentração de áreas remanescentes da cobertura vegetal original e da topografia, que em alguns locais são fortemente ondulada. De forma conjunta, fatores associados como relevo, regime pluviométrico, tipos de solos, biodiversidade, vegetação frondosa, compõem um sistema de interação contribuindo para um ambiente com características singulares e de grande importância para preservação ambiental (Vilas Boas; Nobrega, 2021).

O território da SBRG abrange a área de três municípios na microrregião do Baixo Sul baiano: Gandu, Nova Ibiá e Wenceslau Guimarães, nesse sentido, é imprescindível o conhecimento sobre a situação atual do referido bioma, os problemas ambientais decorrentes do uso e ocupação da terra, como se encontram os remanescentes florestais e as áreas conservadas/preservadas, sobretudo as APP (Áreas de Preservação Permanentes), os ambientes antrópicos e a fragilidade dos ecossistemas neste bioma e o estado de conservação da sub-bacia em *locus*.

Segundo o INPE (2019), no ano de 2019, o bioma de Mata Atlântica abrangia apenas 12,4% de sua extensão original resultado de uma sucessão de impactos ambientais desde do processo de ocupação e uso da terra ao longo do tempo.

Neste cenário, o perfil ambiental atual é a junção de áreas fragmentadas que formam corredores ecológicos em alguns locais (VILAS BOAS E NÓBREGA, 2021), o que reforça a necessidade de preservação desses ambientes ainda preservados.

O bioma da Mata Atlântica, se destaca pela biodiversidade, com potencialidade naturais, predominantes de floresta ombrófila densa, onde encontra-se um clima quente e úmido, com alta pluviosidade, solos férteis, com potencial para uma diversidade de culturas agrícolas, sendo esses fatores determinantes na ocupação do território, e desenvolvimento urbano.

O entendimento sobre a situação atual do bioma da Mata Atlântica em uma determinada região é imprescindível para o planejamento e gestão de uma bacia hidrográfica. Logo, nota-se que a SBRG desempenha uma função essencial para a manutenção ecológica da fauna e flora terrestre e aquática, que não só afetam a organização das cadeias tróficas dos ecossistemas encontrados nessa região, mas equilíbrio socioambiental e econômico de atividades que dependem do manejo ecológico da floresta, como a cultura cacaujeira que é a principal atividade agrícola da região.

Diante desse cenário, surge a seguinte pergunta de pesquisa "Como a análise geoambiental da sub-bacia do rio Gandu pode contribuir para a compreensão das dinâmicas naturais e antrópicas que afetam os sistemas ambientais e a biodiversidade local?"

Com áreas preservadas de vegetação original e um relevo característico, o ambiente apresenta um valor ambiental significativo. Caracterizada pela presença da Mata Atlântica, a região conta com uma floresta densa, clima quente e úmido, e solos propícios para a agricultura, destacando-se a produção de cacau. No entanto, a exploração inadequada dos recursos naturais tem levado à fragmentação da vegetação original.

A ocupação irregular, o desmatamento e práticas como roçagem e queimadas constituem ameaças significativas à preservação do rio Gandu. Considerando a relevância paisagística e a rica biodiversidade da região, é fundamental promover pesquisas científicas que analisem suas condições geoambientais. Essas investigações são ainda mais urgentes diante das pressões que afetam o bioma da Mata Atlântica.

Nesse sentido, garantir a preservação desse ecossistema é, portanto, essencial para promover a sustentabilidade socioambiental local, que possibilita não apenas a preservação ambiental, mas também a viabilidade das atividades econômicas dependentes desse recurso natural.

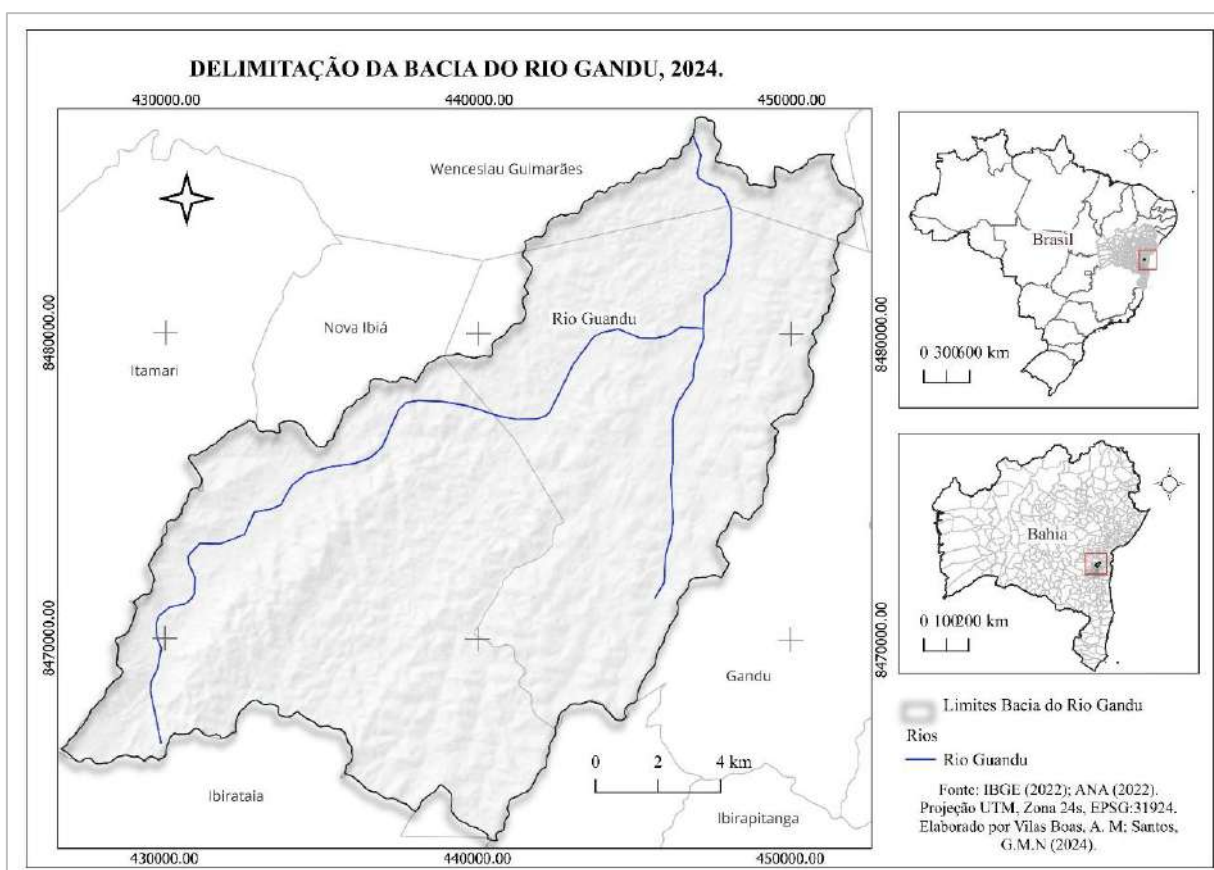
SEÇÃO II

2. METODOLOGIA

2.1 Universo da pesquisa e amostragem

O estudo foi realizado na sub-bacia hidrográfica do rio Gandu (SBRG), situado nos municípios de Gandu, Nova Ibiá e Wenceslau Guimarães, nas coordenadas da área de estudo -13° 48' 45" S e -39° 38' 58" W (Figura 1).

Figura 1 – Bacia do rio Gandu – Localização da área de estudo – 2024



Afim de proporcionar uma análise ambiental que possibilite a visão sistêmica e integrada de elementos naturais e sua relação com a sociedade, optou-se por uma abordagem baseada em pares dialógicos (Santos, J.M. dos, 2012), onde o estudo foi estruturado em quatro grandes eixos: hidro climatologia, geologia e geomorfologia,

pede biogeografia, e uso e ocupação das terras. Esse modelo supera a fragmentação tradicional dos elementos físicos, proporcionando uma compreensão mais integrada do ambiente.

Para a análise geoambiental do Rio Gandu, foram adotados dois referenciais metodológicos principais: Abordagem dos Pares Dialógicos de acordo com (Santos, J.M. dos, 2012) pois integra elementos ambientais que possuem inter-relações diretas, evitando análises isoladas e promovendo um entendimento sistêmico sobre a paisagem. Também foi usado o conceito de Complexo Geoambiental (Santos, 2015), que possibilita a delimitação de unidades geoambientais, e considera suas as dinâmicas naturais e antrópicas atuantes na área de estudo.

Dessa forma, a análise geoambiental, será trabalhada por pares dialógicos, são estes: Hidroclimatologia – interações entre o clima e hidrografia, Geologia e Geomorfologia – estruturação e dinâmica da paisagem, Pedobiografia – Relação entre os solos e a cobertura vegetal, Uso e ocupação da Terra – impactos ambientais e gestão territorial.

Hidroclimatologia: analisa como os elementos climáticos influenciam a dinâmica hidrológica da bacia do Rio Gandu. Serão abordados: regime pluviométrico e sazonalidade das chuvas; Impactos das variações climáticas sobre o fluxo hídrico e eventos extremos (enchentes e estiagens); e influência de processos naturais e antrópicos na bacia hidrográfica.

As temperaturas médias anuais na região variam entre 24°C e 25°C, enquanto as médias pluviométricas situam-se entre 1.800 mm e 2.000 mm anuais. A evapotranspiração potencial anual varia de 1.300 mm a 1.400 mm, resultando em um excedente hídrico que caracteriza o clima como úmido forte (Brasil, 1981). A rede de drenagem da bacia é perene, com padrão dendrítico e abastecimento contínuo dos lençóis freáticos e aquíferos, devido ao elevado índice pluviométrico.

Geologia e Geomorfologia: investiga-se a relação entre a estrutura geológica e os processos geomorfológicos que moldam a paisagem do Rio Gandu: caracterização geológica da bacia hidrográfica; modelado do relevo e seus processos dinâmicos (erosão, sedimentação, estabilidade de encostas), como também a influência da geomorfologia na drenagem e na ocupação do território.

A geologia da sub-bacia insere-se em um contexto geotectônico antigo, com formações datadas do Pré-Cambriano inferior (Era Arqueozoica), aproximadamente 3 bilhões de anos atrás. A região pertence ao Complexo de Jequié, onde predominam

gnaisses charnockíticos, granada-biotita gnaisses e gnaisses quartzo-feldspáticos, com presença de falhamentos estruturais (Brasil, 1981). Em termos geomorfológicos, a SBRG integra os planaltos cristalinos, mais especificamente os tabuleiros pré-litorâneos, com dissecação homogênea e profundidades variando entre 68 m e 153 m, caracterizando uma topografia ondulada com vales estruturais bem definidos.

Pedobiogeografia: aborda a interação entre os tipos de solo e a vegetação na região da bacia do Rio Gandu: características dos solos predominantes e sua aptidão agrícola; cobertura vegetal e sua relação com a qualidade do solo e conservação hídrica; impactos das mudanças no uso do solo sobre os ecossistemas locais.

A área pertencente a sub-bacia do Rio Gandu se caracteriza pela predominância de duas grandes classes de solos: os latossolos variação uniaxial e os podzólicos vermelho-amarelo distrófico. Os primeiros possuem horizonte A moderado, textura média a argilosa e ocorrem em relevo variando de suave ondulado a forte ondulado. Já os podzólicos vermelho-amarelo distróficos apresentam textura argilosa e ocorrem nas partes mais baixas, enquanto suas variantes eutróficas predominam em relevo suave ondulado. A vegetação original da sub-bacia integra a floresta ombrófila densa do bioma Mata Atlântica, embora extensas áreas tenham sido substituídas por agricultura permanente, agropecuária e pastagens.

Uso e Ocupação das Terras: discute-se a dinâmica de ocupação do território e seus efeitos sobre o ambiente: histórico de uso e ocupação do solo na bacia do Rio Gandu; atividades econômicas predominantes e seus impactos ambientais; políticas públicas e estratégias de gestão ambiental para a sustentabilidade da região.

De acordo com Couto e Magalhães (1981), o território apresenta seis unidades potenciais de uso e ocupação da terra. No baixo curso da bacia, há áreas intermediárias para agricultura e pecuária, sendo o relevo o principal fator limitante (peso 4 em uma escala de 1 a 7). No médio e alto curso, as terras são mais indicadas para silvicultura e conservação da floresta, devido ao relevo mais acidentado (peso 6). Em certas áreas do médio curso, a conservação ambiental é a melhor opção, com um fator de impedimento elevado (peso 7). Já no oeste da bacia, em áreas de médio e baixo curso, a agricultura e pecuária são viáveis, mas limitadas pelo relevo e estrutura do solo. No extremo alto curso, o uso recomendado é a pecuária, devido à baixa qualidade estrutural do solo e restrições topográficas (peso 5).

O estudo visa contribuir para o entendimento das dinâmicas ambientais da bacia do Rio Gandu, fornecendo subsídios para políticas de manejo sustentável. A

abordagem adotada busca oferecer uma visão integrada da paisagem, a qual, enfatiza as inter-relações entre os elementos naturais e as ações antrópicas.

Segundo a SEI (2016), os tres municípios que compõem a SBRG estão localizados na região do território de identidade do Baixo Sul baiano, com altitude na sede de média de 164 metros, sob domínio do clima tropical úmido, influenciado pela proximidade do Oceano Atlântico e a presença da floresta ombrófila densa.

Os municípios de Gandu, Wenceslau Guimarães e Nova Ibiá, situados no sul da Bahia, apresentam características econômicas, sociais e populacionais interligadas, logo, possuem forte dependência da agricultura e da pecuária, com implicações significativas para o uso do solo na região.

O município de Gandu possui uma economia predominantemente agrícola. O cultivo de grãos, como cacau, milho, banana, mandioca e feijão, além da mandioca, é elemento central em sua economia (IBGE, 2023). Apesar de uma presença crescente no setor de serviços, Gandu ainda enfrenta desafios econômicos relacionados à sua renda média-baixa. Com uma população de aproximadamente 30 mil habitantes (IBGE, 2023), pode-se notar a migração de jovens para centros urbanos em busca de melhores oportunidades, o que impacta sua demografia. Constata-se uma presença menor de pecuária, todavia, a expansão das atividades agrícolas frequentemente leva ao desmatamento, afetando a biodiversidade e os recursos hídricos locais (INEMA, 2022).

O município de Wenceslau Guimarães, possui uma população de cerca de 13 mil habitantes (IBGE, 2023), apresenta uma economia igualmente centrada na agricultura, destacando-se na produção de arroz, milho e feijão, além de uma pecuária significativa (Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia, 2023). A cidade, embora menor, também enfrenta desafios de desenvolvimento econômico e infraestrutura, com um setor de serviços ainda limitado. O uso do solo é caracterizado pela agricultura, com áreas dedicadas ao cultivo de grãos, cacau e uma pecuária que, apesar de importante, não é tão expansiva quanto em outros municípios da sub-bacia. A gestão sustentável dos recursos naturais e a preservação ambiental são preocupações crescentes, considerando a pressão sobre as áreas de preservação (Fundacentro, 2022).

O município de Nova Ibiá, possui população aproximada de 10 mil habitantes (IBGE, 2023), também possui uma economia fortemente baseada na agricultura, com cultivo de cacau, banana, mandioca e grãos como milho, e cana-de-açúcar. A

pecuária, é caracterizada pela criação de bovinos para corte e leite, desempenha um papel significativo na economia (Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia, 2023). A cidade enfrenta desafios semelhantes aos dos outros municípios da sub-bacia, incluindo a necessidade de diversificação econômica e melhorias na infraestrutura. O uso do solo em Nova Ibiá é diversificado, envolvendo tanto a agricultura intensiva quanto a pecuária. A expansão dessas atividades, no entanto, leva a reflexão sobre a sustentabilidade e a gestão dos recursos naturais, em relação à preservação ambiental (INEMA, 2022).

No estudo da sub-bacia do rio Gandu foi considerado os aspectos fisiográficos da rede de drenagem, relevo, solo, uso da terra, forma de apropriação do território. a cultura do cacau e sua integração com a floresta ombrófila densa e seu estado atual e o uso e ocupação do solo para uma análise holística sobre suas características geoambientais e impactos das atividades humanas.

A região da sub-bacia do rio Gandu foi ocupada, inicialmente, por expedições que buscavam solos férteis para a implantação da cultura cacauífera. A floresta ombrófila densa que foi encontrada, estava em sua forma primária. A partir de 1914 (ROCHA, 2008), a cultura cacauífera foi amplamente difundida na microrregião do Baixo-Sul baiano, o que contribuiu para a valorização dessa *commodity* no cenário internacional e a geração de capital e o aumento do PIB no estado da BA.

A formação socioespacial dessa região e o seu desenvolvimento urbano se deram para a implantação da cultura do cacau levando em conta o potencial produtivo que a Mata Atlântica (floresta nativa) viabilizava tal produção agrícola cacauífera em grande escala, para atender as demandas do mercado internacional para a compra de amêndoas de cacau bruto e a produção de chocolate.

A lavoura cacauífera apesar de serem conceituadas como prática monocultora que preservam o bioma Mata Atlântica foi assolada pela praga da vassoura – de – bruxa, nomeada dessa forma pelos produtores pela devastação gerada principalmente na economia e pela forma que se espalhou por todo o sul da Bahia, fazendo com que muitos dos trabalhadores rurais degradassem as lavouras (incêndios e desmatamento) acelerando o retrocesso da cobertura original da mata ciliar.

Ao considerar a preservação do domínio natural e economia sobremodo cacauífera, foi necessário a atuação de pesquisas para o combate da praga que levou grande parte dos trabalhadores do campo e os grandes produtores a falência, resultando na deterioração do bioma já explorado e endividamento do espaço econômico rural. Um

dos principais órgãos que atuam no plano de combate a vassoura – de – bruxa é a Ceplac (Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira).

As principais ações do Ceplac na região se concretizam em pesquisas feitas para o desafio de conter e combater a praga desde sua proliferação na década 1980, entre os métodos usados nessa época e aderidas pela maioria dos produtores locais foi o método de clonagem que consiste na alteração genética do cacau (resistente a praga) e a clonagem do mesmo nas lavouras, o presente órgão foi decisivo na difusão do conhecimento técnico no referido município (ROCHA, 2008).

A produção cacaueira ocupa posição de destaque na economia dos 3 municípios e a questão da preservação ambiental do bioma de Mata Atlântica, os sistemas agroflorestais (S.A.F's) atuam na interação entre o desenvolvimento agrícola/pecuário, desenvolvimento socioeconômico local e a conservação do ambiente.

A produção cacaueira foi implantada em áreas onde se formavam a maior concentração de biodiversidade, no bioma da Mata Atlântica, com histórico acentuado de supressão vegetal, redução da fauna e alteração na lógica ecossistêmica. Nesta região, essa floresta ainda resiste e conserva os bancos genéticos de fauna e flora, como fragmentos que são considerados como *hotspots*, apesar da floresta estar degradada ainda contém taxa elevada de biodiversidade.

A dinâmica da cultura cacaueira influenciou na formação dos municípios que abrangem a sub-bacia do rio Gandu, justifica a ocupação regional com o intuito de explorar o potencial produtivo do solo e características biogeográficas para o manejo da cultura de cacau. Tal prática contribui para a modificação do espaço geográfico, e exploração do potencial ecológico, resultando em impactos ambientais significativos além da perda da biodiversidade.

A interface da cacaucultura com o bioma de Mata Atlântica, a prática da produção sob o sombreamento exótico diz muito sobre a conservação da floresta ombrófila densa que domina região. A busca por sistemas agroflorestais (SAF's) foi uma alternativa para a valorização e diversificação econômica regional bem como a preservação de áreas já degradadas com alta taxa de biodiversidade

Os Sistemas Agroflorestais proporcionam a interação entre o desenvolvimento econômico, e ambiental. O sombreamento dos estratos florestais mais altos das árvores nativas, contribui para a conservação do solo, que todavia, pode também agregar com prática da pecuária na implantação de gramíneas que serão aproveitadas pelo gado.

Logo, em uma mesma área, pode ser criado um sistema agroflorestal para o desenvolvimento econômico agrícola/pecuário e principalmente a conservação ambiental. Uma alternativa para a estratificação de culturas, renda para os residentes dessa região e também a resistência desses ecossistemas a pragas (agentes biológicos como a crinipelis pernicioso conhecida como vassoura – de – bruxa).

Com relação a pedologia, segundo Silva, Santos e Corrêia (1981), a região da área de estudo são encontradas duas grandes classes de solos, a predominante podzólico vermelho-amarelo distrófico, nas partes mais baixas apresenta um horizonte A moderado e textura média argilosa e estão associados a Podzólico vermelho-amarelo eutrófico, estes, também apresentam horizonte A moderado e em um relevo suave e suave ondulado. Nas partes mais altas dos podzólico vermelho-amarelo distrófico apresenta as mesmas características pedológicas, mas o relevo é forte ondulado e montanhoso. Ocorre também nas fronteiras das bacias os latossolos variação um alúvico, com o Horizonte A moderado e textura argilosa e médio argilosa.

Enquanto a vegetação, de acordo com Brasão e Araújo (1981), toda a sub-bacia integra a região da floresta ombrófila densa, predominando a agricultura e cultura permanente. Com relação aos potenciais de recursos naturais, segundo Couto e Magalhães (1981), a sub-bacia, apresenta as seguintes 6 unidades de uso e potenciais da terra, no baixo curso da bacia os autores consideraram uma área intermediária para a agricultura e pecuária. O fator de impedimento maior para a pecuária é o relevo com o peso 4 indo de uma escala de 1 a 7. Ocorre também problemas no solo com a relação de soma de base trocadas. No médio e alto curso, essas áreas são indicadas para silvicultura ou manter a floresta. O fator de impedimento é o relevo, peso 6 de uma escala que varia de 1 a 7. Apresenta problemas na estrutura do solo no horizonte B (pouco profundo).

No lado leste, no médio curso, é indicada para a conservação da natureza, indicada para manter a vida silvestres com peso 7 de uma escala de 1 a 7. No lado Oeste no baixo e médio curso, ocorre outra classe de uso potencial da terra, nessa área os autores consideraram viável para agricultura e pecuária, fator impedor o relevo com peso 4 de uma escala de um a 7. Outro fator de impedimento é a estrutura do horizonte B e soma de bases trocadas. No extremo do alto curso, é encontrado outra classe, onde, é uma área indicada para a pecuária apenas por conta do relevo tem o peso 5 de uma escala de uma 7. Os solos apresentam deficiência de estrutura e textura, ocorre também a soma de bases trocadas.

2.2 Método de abordagem e de procedimentos

A pesquisa tem abordagem qualitativa e quantitativa, que foi escolhida por agregar na pesquisa o ato de refletir sobre as direções a serem seguidas, na busca por uma compreensão abrangente dos fenômenos estudados. Nesta perspectiva, foi possível entender, desvendar, qualificar e mensurar de forma fidedigna, os fenômenos encontrados na pesquisa, e sua relação com a problemática central e possíveis ações de mitigação, o que permitirá a junção da teoria e prática.

Para a análise das condições geoambientais do rio Gandu, adotou-se a abordagem de ecologia da paisagem, com ênfase nas unidades da paisagem, conforme descrito por Forman (1995) e Levin (1992). A identificação das diferentes unidades, como unidades morfológicas, climáticas, pedológicas e ecológicas, permitirá uma compreensão abrangente das interações entre os elementos naturais e antrópicos na área de estudo. A metodologia incluiu o mapeamento das unidades da paisagem, utilizando técnicas de geoprocessamento para integrar dados de relevo, uso do solo e características climáticas. A partir da análise dessas unidades, será possível avaliar a influência das práticas de uso da terra na qualidade da água e na preservação dos ecossistemas locais.

Nessa perspectiva, o estudo foi realizado de forma holística nas análises e interpretações sobre aspectos ambientais, do meio físico e uso da terra na sub-bacia do rio Gandu, tendo como recorte o território da referida sub-bacia, com compartimentação das unidades da paisagem.

A abordagem de classificação de unidades de paisagem oferece diversas contribuições significativas para os estudos geoambientais e para o planejamento e gestão de recursos ambientais. Ao identificar e categorizar as diferentes unidades, é possível entender melhor as interações entre os componentes naturais e antrópicos, permitindo dos sistemas ambientais. Este estudo facilita a identificação de áreas prioritárias para proteção ou recuperação, como nascentes e ecossistemas vulneráveis.

Este tipo de estudo também é fundamental para o planejamento territorial, e o equilíbrio entre o desenvolvimento urbano, agrícola e a preservação de áreas naturais, minimizando conflitos entre diferentes usos do território. Além disso, a classificação

de unidades de paisagem pode ser utilizada em programas de educação ambiental, promovendo a conscientização da população sobre a importância da conservação e do uso responsável dos recursos naturais.

Na pesquisa teórica foi realizada uma abordagem descritiva e explicativa, com textos obtidos em periódicos, teses, dissertações, capítulos de livro e artigos. Os critérios de seleção seguirão os temas: fisiográfica, meio ambiente, preservação ambiental, hidrografia, geomorfologia, geologia, uso da terra, bioma. Como base teórica foram usadas a contribuição de autores como: Bertrand (1971); Cunha e Guerra (2012); Christofolleti (1978); Coutinho (2006); Canuto (2017); Pereira (2017); Vilela (2019); Rocha (2008), dentre outros.

Para a realização dos objetivos propostos, foram utilizados procedimentos metodológicos na investigação dos aspectos geoambientais da sub-bacia do rio Gandu, no que diz respeito aos recursos naturais e antropicos, nas áreas correspondente aos três municípios que compõem a SBRH. Sendo assim, a pesquisa foi dividida nas seguintes etapas:

Na primeira etapa, foi realizado o embasamento teórico da pesquisa, por meio de levantamentos bibliográficos em artigos, livros, dissertações, teses e estudos de leis que dão suporte a preservação de mata ciliar e recursos hídricos em geral, como o código florestal de 2012 – Lei 12.651 e lei 9.433 que defende o uso consciente dos recursos hídricos e sua conservação.

Na segunda etapa, buscou-se a análise das características geoambientais, o uso da terra nas áreas da sub-bacia os fatores que desencadearam a degradação ambiental da SBRG, para isso, foi feita uma pesquisa de campo em que foram realizados estudos da sub-bacia, com a classificação das fitofisionomias, classificação do uso e ocupação, identificação dos impactos ambientais decorrentes da exploração dos recursos e identificação das áreas com potencial paisagístico para a criação de unidades de conservação. Nesta etapa, foi feito o levantamento de pontos das amostragens, a fim de avaliar o nível de degradação, com base em informações mensuráveis, como também a observação das paisagens da região, onde foi utilizado registros fotográficos dos elementos mais representativos de cada área visitada.

Na terceira etapa foram realizadas entrevistas e questionários com a finalidade de investigar os aspectos sociais junto a funcionários públicos sobre as mudanças nos aspectos estruturais do rio Gandu – alteração da paisagem e vivência das comunidades ribeirinhas, o uso da terra (agricultura, pecuária e extrativismo). Dessa

forma, realizou-se entrevistas com perguntas já estruturadas, aplicadas aos gestores ambientais da região da região que compoe a sub-bacia do rio Gandu. Logo, foram realizadas entrevistas com os secretários de meio ambiente e agricultura, e secretários da Embasa de cada um dos municípios situados no território da SBRG. O objetivo foi de traçar o perfil dos produtores ruais, identificar os impactos ambientais decorrente da exploração dos recursos naturais em geral e os aspectos geoambientais da sub-bacia do rio Gandu.

Na quarta etapa, nas pesquisas de campo, foram observados os aspectos do meio físico e ambientais no alto, médio e baixo curso do rio, tendo como suporte as bases cartográficas da região como a carta topográfica da Folha SD, IBGE e ANA (Agência Nacional de Águas). Salvador na escala 1:250.000 do projeto Radam Brasil (Brasil, 1981), a base cartográfica de delimitação da sub-bacia de nível 6, base cartográfica de ANA (Agência nacional de águas e saneamento básico), fundamentais para a caracterização de padrões geoambientais de seu entorno, como: geomorfologia, geologia, hidrografia, climatologia, vegetação, solos, perfil altimétrico e drenagem.

Na caracterização de espécies de maior incidência na paisagem foi realizado uma pesquisa de através do aplicativo Planet, que é baseado num catalogo mundial de espécies identificadas no campo por uma gama grande de pesquisadores botânicos e demais estudiosos da área. As imagens das plantas para identificação são das folhas, frutos e flores.

O aplicativo apresenta de imediato a espécie mais provável, mas é preciso ter um conhecimento prévio de taxonomia, ecologia e biogeografia da espécie que se pretende identificar. A identificação das espécies foi feita não só pelo aplicativo, mas também, pelo uso de herbários virtuais por comparação morfológica e dados biogeográficos da espécie, livros de taxonomia e especialistas em famílias botânicas, além da verificação correta do nome da espécie usando o site World Flora.

Na quinta etapa da pesquisa, foi realizado os processamentos digitais no SIG, sendo o uso do geoprocessamento fundamental na pesquisa sobre as dinâmicas socioambientais que vem ocorrendo na SBRG. Nesta etapa, foi implementado o projeto cartográfico que integrava as imagens de satélite, com mapeamento completo da sub-bacia. Isso permitiu a geração de mapas detalhados que abrangiam a delimitação da bacia, informações sobre geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso do solo.

2.2 Método de abordagem.

A investigação de uma realidade ambiental exige que o pesquisador adote uma visão holística e integradora dos processos naturais, levando também a interferência humana. Nesse contexto, a combinação das abordagens qualitativa e quantitativa torna-se fundamentais. De acordo com Minayo (2001), a abordagem qualitativa se destaca pela capacidade de captar a complexidade dos processos sociais e ambientais, essencial para compreender as interações entre os diferentes componentes da paisagem.

Em outra perspectiva, a abordagem quantitativa, se baseia na coleta e análise de dados numéricos, possibilita mensurar parâmetros intrínsecos a pesquisa e realizar inferências precisas sobre o estado da área estudada, como destaca, Sarantakos (2005), que versa como as abordagens se complementam para estudos socioambientais.

A presente segue a percepção da Ecologia da Paisagem, proposta por Forman (1995), que enfatiza a importância de entender a paisagem funciona como uma rede de unidades funcionais interdependentes, cuja dinâmica é moldada por interações entre os componentes naturais e humanos.

Levin (1992), considera que a fragmentação da paisagem deve ser analisada em múltiplas escalas, seja no nível ecológico, seja no nível espacial, permitindo identificar não apenas padrões ecológicos, mas também os efeitos das práticas humanas sobre a biodiversidade e a estrutura da paisagem. Assim, a Ecologia da Paisagem proporciona define abordagens, parâmetros e escalas que contribuem para a caracterização detalhada da sub-bacia do Rio Gandu, destacando como os diferentes elementos – como relevo, clima, solo e vegetação, que interagem e se transformam ao longo do tempo a partir de uma de um complexo ambiental.

O Complexo Geoambiental, conforme proposto por Bertrand (1971, 2004), alinha-se com a necessidade de uma análise integrada dos componentes ambientais, onde a estrutura (componentes físicos), o funcionamento (dinâmica dos processos) e a dinâmica (interações entre componentes) formam um sistema interdependente Santos (2015). Esse olhar sistêmico não só permite uma compreensão mais profunda da paisagem, mas também possibilita identificar áreas de vulnerabilidade e de alto potencial para conservação, crucial para o manejo sustentável dos recursos naturais da região.

Este tipo de estudo também é fundamental para o planejamento territorial, e o equilíbrio entre o desenvolvimento urbano, agrícola e a preservação de áreas naturais, minimizando conflitos entre diferentes usos do território. Além disso, a classificação de unidades de paisagem pode ser utilizada em programas de educação ambiental, promovendo a conscientização da população sobre a importância da conservação e do uso responsável dos recursos naturais.

Na pesquisa teórica foi realizada uma abordagem descritiva e explicativa, com textos obtidos em periódicos, teses, dissertações, capítulos de livro e artigos. Os critérios de seleção seguirão os temas: fisiográfica, meio ambiente, preservação ambiental, hidrografia, geomorfologia, geologia, uso da terra, bioma. Como base teórica foram usadas a contribuição de autores como: Bertrand (1971); Cunha e Guerra (2012); Christofolleti (1978); Coutinho (2006); Canuto (2017); Pereira (2017); Vilela (2019); Rocha (2008), dentre outros.

2.3 Procedimentos metodológicos.

1. Revisão Bibliográfica: A revisão de literatura, além de incorporar os conceitos fundamentais de Christofoletti (1980) sobre a dinâmica ambiental, Sotchava (1977) e Rodriguez (2010) são essenciais para embasar a análise da interação entre os processos naturais e as atividades humanas, com foco na legislação ambiental, como o Código Florestal (Lei 12.651/2012) e a Lei de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997). A análise dessas legislações permite compreender como os marcos regulatórios têm influenciado as práticas de uso e ocupação do solo, impactando diretamente a dinâmica ambiental da sub-bacia.
2. Caracterização Geoambiental da Sub-bacia: A compartimentação da paisagem, conforme proposto por Ross (1990), oferece uma leitura integrada dos elementos naturais, essenciais para a avaliação do uso do solo e do impacto humano na estrutura da paisagem. Rodrigues et al (2010), em suas discussões sobre a dinâmica da paisagem, reforçam a importância de entender o relevo, a vegetação e a hidrografia como componentes interdependentes, essenciais para a definição de áreas prioritárias para conservação e para o planejamento de usos sustentáveis.
3. Buscou-se a análise das características geoambientais, o uso da terra nas áreas da sub-bacia os fatores que desencadearam a degradação ambiental da SBRG,

para isso, foi feita uma pesquisa de campo em que foram realizados estudos da sub-bacia, com a classificação das fitofisionomias, classificação do uso e ocupação, identificação dos impactos ambientais decorrentes da exploração dos recursos e identificação das áreas com potencial paisagístico para a criação de unidades de conservação. Nesta etapa, foi feito o levantamento de pontos das amostragens, a fim de avaliar o nível de degradação, com base em informações mensuráveis, como também a observação das paisagens da região, onde foi utilizado registros fotográficos dos elementos mais representativos de cada área visitada.

4. Nas pesquisas de campo, foram observados os aspectos do meio físico e ambientais no alto, médio e baixo curso do rio, tendo como suporte as bases cartográficas da região como a carta topográfica da Folha SD, IBGE e ANA (Agência Nacional de Águas). Salvador na escala 1:250.000 do projeto Radam Brasil (Brasil, 1981), a base cartográfica de delimitação da sub-bacia de nível 6, base cartográfica de ANA (Agência nacional de águas e saneamento básico), fundamentais para a caracterização de padrões geoambientais de seu entorno, como: geomorfologia, geologia, hidrografia, climatologia, vegetação, solos, perfil altimétrico e drenagem.
5. O levantamento de dados primários também foi realizado analisada a relação entre as práticas locais de uso da terra e a transformação da paisagem. Segundo Azevedo (2004), a percepção ambiental local é fundamental para o diagnóstico de degradação, pois ela reflete os impactos percebidos pelas comunidades em relação às alterações na qualidade de vida e nos ecossistemas.
6. Análise Espacial: O uso de geotecnologias, como o SIG, permite uma análise precisa e detalhada das interações espaciais na sub-bacia. A cartografia temática, conforme discutido por Monmonier (1997) e Goodchild (2007), oferece a precisão necessária para integrar múltiplos dados espaciais e gerar mapas que refletem a dinâmica ambiental e o uso do solo. O emprego dados do Projeto RADAMBRASIL (1981) facilita a visualização de transformações ambientais e o monitoramento de áreas impactadas, alinhando-se com as metodologias de análise espacial aplicada à ecologia da paisagem.
7. Identificação de Espécies Vegetais: A combinação de dados de aplicativos como o Planet e herbários virtuais com a revisão bibliográfica permite uma

classificação precisa das espécies, seguindo os critérios fitogeográficos de Veloso, Rangel-Filho e Lima (1991). Essa metodologia contribui para a compreensão da composição e distribuição da vegetação na paisagem, oferecendo dados relevantes para a gestão da biodiversidade e o planejamento de áreas de conservação.

8. A abordagem integrada proposta por Forman (1995) e Levin (1992), que valoriza a análise da paisagem a partir de suas múltiplas escalas e componentes, é fundamental para a compreensão das dinâmicas geoambientais de uma sub-bacia hidrográfica. Ao considerar as interações entre elementos naturais e antrópicos, essa perspectiva permite não apenas mapear os componentes ecológicos e físicos da paisagem, mas também identificar padrões e processos que não seriam visíveis em uma análise fragmentada. Essa visão sistêmica se alia ao conceito de Complexo Geoambiental de Bertrand (1971, 2004) e Santos (2015) que enfatiza a necessidade de um olhar integrado sobre os diferentes compartimentos naturais, como relevo, clima, solo e vegetação, que, interagindo entre si, configuram o funcionamento do ecossistema e suas transformações ao longo do tempo.
9. A sub-bacia hidrográfica, nesse contexto, é tratada como um espaço dinâmico e interdependente, onde a avaliação dos impactos ambientais não se limita à análise de um único fator, mas leva em conta a complexidade dos processos ecológicos e as influências humanas. Ao adotar a Ecologia da Paisagem, a pesquisa permite uma leitura detalhada da estrutura e da funcionalidade do ecossistema, identificando como a fragmentação do habitat, o uso do solo e as intervenções humanas afetam os processos naturais e a biodiversidade local. O trabalho de Ross (1990) sobre compartimentação da paisagem reforça essa abordagem, permitindo a organização espacial dos dados e facilitando a identificação de áreas críticas para a conservação e o uso sustentável.
10. A legislação ambiental, como o Código Florestal (Lei 12.651/2012) e a Lei de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997), assume um papel crucial no embasamento dessa análise, pois orienta a definição de áreas de proteção, recuperação e uso responsável dos recursos naturais. Christofolletti (1980) e Rodriguez et al. (2010), ao discutirem os impactos da ocupação humana sobre os ecossistemas, apontam para a necessidade de uma gestão integrada, que

considere tanto os aspectos legais quanto os ecológicos da paisagem. As ferramentas metodológicas adotadas, como a utilização de geotecnologias e sistemas de informação geográfica (SIG), permitem que os dados espaciais sejam analisados com precisão, facilitando a visualização das mudanças no uso da terra e a avaliação de sua relação com a dinâmica hidrológica e ecológica.

11. Foi realizado os processamentos digitais no SIG, sendo o uso do geoprocessamento fundamental na pesquisa sobre as dinâmicas socioambientais que vem ocorrendo na SBRG. Nesta etapa, foi implementado o projeto cartográfico que integrava as imagens de satélite, com mapeamento completo da sub-bacia. Isso permitiu a geração de mapas detalhados que abrangiam a delimitação da bacia, informações sobre geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso do solo.
12. Além disso, a identificação de espécies vegetais, realizada por meio de aplicativos como Planet e herbários virtuais, e embasada na fitogeografia de Veloso, Rangel-Filho e Lima (1991), permite um levantamento detalhado da composição da vegetação e de sua distribuição na sub-bacia. Esse dado é crucial para o planejamento de áreas de conservação, pois possibilita identificar as formações vegetais predominantes e sua relação com as dinâmicas de uso do solo e os impactos ambientais decorrentes da atividade humana. A análise espacial, por sua vez, é alimentada por dados obtidos tanto em campo quanto em fontes secundárias, como imagens de satélite, oferecendo uma visão precisa e atualizada da paisagem, fundamental para a tomada de decisões em gestão ambiental.
13. A combinação desses diferentes enfoques metodológicos e teóricos, baseados em uma leitura integrada da paisagem, favorece uma análise geoambiental abrangente da sub-bacia hidrográfica. O uso de uma abordagem que dialoga entre ecologia da paisagem, análise espacial e a compreensão dos processos legais e biogeográficos cria um quadro completo para a avaliação dos impactos ambientais e da sustentabilidade da área estudada. A interdependência dos elementos naturais e a percepção das modificações causadas pelo uso da terra são, portanto, não apenas descritas, mas também quantificadas e mapeadas,

criando um panorama robusto para o planejamento e a gestão dos recursos naturais da sub-bacia do Rio Gandu.

Técnicas usadas na pesquisa.

O SIG escolhido para este estudo foi o QGIS, por possibilita uma visualização, edição e análise dos dados geoespaciais, com georeferenciamento e manipulação de dados geográficos, resultando na produção de mapas. As informações depois de processadas e analisadas subsidiaram a investigação dos fenômenos estudados e, sobretudo, a identificando das áreas com potencial para criação das Unidade de Conservação. Os produtos gerados a partir do banco de dados, resultou na produção de mapas, como: Declividade, hipsometria, NDVI, uso e ocupação do solo, delimitação da sub-bacia, hierarquia fluvial, pedologia, geologia, geomorfologia e vegetação.

Para a identificação das áreas com potencial para criação das Unidade de Conservação, existem limites estabelecidos para as áreas de mata ciliar que protegem as nascentes dos rios. Esses limites são definidos com base em parâmetros técnicos e legais, visando garantir a proteção adequada das nascentes e a preservação dos recursos hídricos. Os parâmetros para a definição dos limites das áreas de mata ciliar que protegem as nascentes estão previstos na legislação ambiental, em especial no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e nas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

No SIG, foi utilizado as representações computacionais vetoriais e raster. A vetorial consiste na repartição de um objeto ou elemento gráfico em um mapa através de pontos, linhas, áreas ou polígonos, buscando um detalhamento mais próximo do real. A raster consiste em células ou malhas quadriculadas no mapa, chamada de pixel, onde é possível realizar uma leitura do mundo real, do objeto que será analisado, a partir da leitura dos valores do comportamento espectral dos alvos.

Para o mapa de delimitação da área de estudo, utilizou-se uma base cartográfica do IBGE (2022) de bacia hidrográfica de nível 6 e a base de Rios da ANA (2022), o processamento foi feito no software Qgis 3.34, foi realizado o sobreposição da área de estudo ao qual utilizou uma imagem de satélite baixada através do Plugin OpenTopography DEM Downloader do radar Shuttle Radar Topography Mission com resolução 90 m, foi realizado a reprojeção para o sistema de coordenadas UTM da zona 24s.

Todos os mapas foram elaborados em ambiente SIG, usando o software ArcGis, versão 10.5 e o software Qgis, versão 3.32.3. Todos os mapas apresentados contêm, abaixo da representação principal o sombreamento do terreno, de forma a valorizar a expressão do relevo. Esse procedimento foi realizado no ArcGis utilizando a ferramenta Hillshade na categoria de análise espacial.

O mapa topográfico foi gerado a partir de SRTM com resolução espacial de 30 metros disponibilizada pelo complemento OpenTopography DEM Downloader disponibilizado para o QGis. Na interface do complemento é identificada a área de interesse com base em um retângulo com a área aproximada da bacia em formato vetorial. A partir da sobreposição do vetor com a imagem raster (DEM¹) é feito o download da área de estudo para o computador. Na sequência o MDE foi tratado para que sejam preenchidas as imperfeições existentes e esse procedimento foi realizado no ArcGis através da ferramenta Fill, dando ao novo arquivo já tratado que será usado como referência para os mapas hipsométrico, topográfico e de declividade.

O limite da Bacia do rio Gandu, assim como a drenagem da bacia utilizaram como fonte a base digital cartográfica multe escalas da Agência Nacional de Águas (ANA, 2024), disponível no portal da agência. Após esse procedimento, foram extraídas as curvas de nível do DEM, para servir de base ao mapa topográfico que apresenta as cotas de altimetrias em metros distribuídas em seis classes.

O mapa de declividade foi elaborado utilizando-se o mesmo DEM. No ArcGis, nas ferramentas de análise espacial de superfície foi utilizada a ferramenta Slope, gerada a declividade da área de interesse e, na sequência, utilizando como delimitação das classes os intervalos naturais de quebras ou de transição entre classes, foram definidas seis classes de relevo considerando o percentual de declividade. As cores utilizadas são utilizadas como padrão, a fim de valorizar a diferença entre as áreas. Com vistas a garantir a harmonia da visualização do mapa, nesse produto optou-se pela exclusão da rede de drenagem e mantivemos apenas o Rio Gandu como referência para que o mapa não ficasse sobrecarregado de informações visuais.

Para a visualização da drenagem da bacia, considerou-se a utilização da base cartográfica da Agência Nacional de Águas por se tratar de um produto oficial de uma agência do governo federal que tem expertise na elaboração de estudos sobre os recursos hídricos em todas as regiões do país.

¹ DEM é a sigla para Digital Elevation Model ou Modelo Digital de Elevação (MDE), onde a partir de uma imagem de radar se tem acesso às informações de altimetria de uma área.

A ANA é referência na avaliação dos recursos hídricos, seja em se tratando de qualidade, quantidade e na criação de metodologias de análise dos recursos hídricos. Em face disso, optamos por realizar o download da base multi escalas de recursos hídricos do Brasil, que foi produzida a partir do estudo de uma nova metodologia denominada decodificação que utiliza para a delimitação dos limites das bacias e da extração da drenagem o fluxo hidrológico dos rios através de trechos conectados e com sentido de fluxo. A característica principal dessa representação é ser topologicamente consistente. Os resultados são produzidos em 6 níveis escalares diferentes e para a delimitação da bacia do Rio Gandu foi utilizada a base de nível 6, atualmente a base com maior escala de detalhamento disponível.

Para a elaboração do mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Gandu, foram utilizados dados raster da plataforma MapBiomas, coleção 2023. O processamento dos dados foi realizado no software QGIS 3.34, seguindo um fluxo metodológico que incluiu a reclassificação do raster original em quatro classes, de acordo com a tabela de classificação do MapBiomas, visando simplificar e organizar a representação dos diferentes usos e coberturas do solo. Após a reclassificação, foi gerado um mapa temático que apresenta a distribuição espacial dessas classes dentro dos limites da bacia hidrográfica.

O mapa hipsométrico foi produzido utilizando o MDE, porém, mantendo-se o valor dos pixels. A escala de cores parte do verde para o marrom, sendo que as áreas mais baixas são exatamente aquelas na cor verde onde, inclusive, podemos ver a rede de drenagem apontando os níveis de base local.

Para o mapa representando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que mostra, com base no uso de imagens de satélite a caracterização e vigor da vegetação de uma área determinada, utilizamos as bandas 3 e 4 de uma imagem Landsat-8, sendo que essas bandas representam o Infravermelho Próximo e o Vermelho.

O cálculo do NDVI é feito a partir de álgebra de mapas e, para isso, utilizamos a calculadora raster do ArcGis. O cálculo é baseado na diferença entre as reflectâncias das bandas 4 (infravermelho próximo) e 3 (visível – vermelho) dividido pela soma das reflectâncias dessas duas bandas. A fórmula utilizada é a seguinte:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

Onde NIR é a banda do infravermelho próximo e Red a banda do vermelho.

O resultado demonstra uma variação entre -1 a 1 e quanto mais próximo do 1

for o índice, maior indício de presença de vegetação. Por outro lado, quanto mais próximo do -1, maior indício de presença de solos descobertos e rochas.

De acordo com Lourenço e Ladim (2004) a faixa do vermelho a clorofila absorve a energia solar ocasionando baixa reflectância e na faixa do infravermelho próximo, tanto a morfologia interna das folhas quanto a estrutura da vegetação provocam alta reflectância da energia solar incidente. Nesse sentido, quanto maior for o contraste, maior o vigor da vegetação na área de interesse.

O modelo 3D da bacia do Rio Gandu foi realizado utilizando o MDT e o vetor com a drenagem da bacia. O Software utilizado é o ArcScene, contido no ArcGis 10.5. Inicialmente, abrimos no ArcGis o mapa base de satélite incorporado ao próprio software e a partir da sobreposição do MDT com a bacia do Rio Gandu a imagem do mapa base é exportada em formato jpg (2 dimensões). Na sequência, abrimos o ArcScene, adicionamos a imagem de satélite e a associamos ao MDT e a partir da associação, o MDT informa as cotas de altitude, possibilitando realizar a visualização do terreno em 3D. Adiciona-se a drenagem da bacia, também associando-a ao MDT e então se pode visualizar o terreno com sua drenagem.

Para a classificação dos fragmentos florestais nas áreas de matas ciliar e em toda a sub-bacia do rio Gandu foi realizado o processamento digital de imagem denominado de Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI), como suporte na investigação do estado da vegetação, obtidos pela análise dos valores das refletâncias das bandas espectrais infravermelho próximo e vermelho visível, onde os maiores valores da refletância, corresponde aos fragmentos da floresta.

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é um índice de estado da vegetação que se baseia em um indicador numérico que revela através de valores digitais a produção de clorofila e biomassa de determinado local, com dados obtidos em sensores remotos. O cálculo é baseado na diferenciação de refletância entre as bandas do vermelho visível e do infravermelho próximo, seguida da divisão e soma dos valores das refletâncias dessas duas bandas, representado pela formula: $NDVI = \frac{NIR - VER}{NIR + VER}$ (NIR é o espectro da luz infravermelha e VER a luz vermelha no espectro da luz visível). Este método é bastante utilizado para o monitoramento de áreas florestais e lavouras detectar déficit hídrico, danos de pragas, produtividade e desmatamento.

O mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi crucial para identificar os tipos de vegetação e potenciais ecológicos existentes na área da sub-bacia.

As etapas das análises das imagens de satélite de classificação e do NDVI foram complementadas com os levantamentos de campo, onde foi visitado não só fragmentos florestais, mas as demais áreas de uso e cobertura do solo (pecuária, agricultura estratificada, ocupação de áreas de mata ciliar), foram coletadas as amostras das fitofisionômicas da vegetação nas áreas da SBRG, com coleta de espécies de maior incidências em diferentes ambientes: estrato herbário, capoeirinha até 5 metros, capoeirão até 10 metros, sub-bosque, dossel florestal e árvores emergentes em diferentes estágios de recuperação e conservação como suporte para as análises realizadas no SIG e QGIS.

Foi realizada a captura de imagens com o uso de máquina fotográfica *in loco* das áreas de mata ciliar e demais fragmentos florestais, além das áreas de uso e ocupação do solo no perímetro da sub-bacia do Rio Gandu no alto curso da SBRG no município de Nova, no médio curso no município de Gandu e no baixo curso no município de Wenceslau Guimarães para investigar os aspectos geoambientais que tangem o Rio Gandu. O sistema de posicionamento global (GPS) foi utilizado para capturar as coordenadas dos locais de coleta das amostras.

Após a coleta dos fragmentos florestais realizadas em campo, as amostras foram em seguida classificadas em laboratório, para isso foi utilizado o aplicativo Planet, com elaboração de tabela sobre a relação da distribuição destas espécies na sub-bacia do rio Gandu. No aplicativo Planet, é utilizado como base num catalogo mundial de espécies identificadas no campo por uma gama grande de pesquisadores botânicos e demais estudiosos da área. Como amostras destes fragmentos, foi utilizado parte das plantas, as folhas, frutos e flores. O aplicativo apresenta de imediato a espécie mais provável, no entanto, faz-se necessário um conhecimento prévio de taxonomia, ecologia e biogeografia da espécie que se pretende identificar.

Na escolha das espécies vegetais analisadas, foram considerados a maior incidência em diferentes ambientes: estrato herbário, capoeirinha até 5 metros, capoeirão até 10 metros, sub-bosque, dossel florestal e árvores emergentes. Nos ambientes analisados foi considerado os diferentes estágios de recuperação, a diversidade de flora nos fragmentos florestais e os impactos ambientais nas áreas de estudo.

Os critérios para a seleção das amostras de campo foi o da maior ocorrência dos fragmentos florestais na sub-bacia, cujos locais foram selecionados a partir das classes: Pastagem para a criação de gado, lavouras de cacau e demais práticas agrícolas, fragmentos florestais em diferentes estágios de regeneração (capoeirinha, capoeirão, sub-bosque, dossel florestal e emergente. Além disso, foi feita a escolha das áreas para análise do uso do solo, dos impactos ambientais, das paisagens, relevo em áreas próximas ao rio para observar a capacidade de suporte ao rio Gandu.

Áreas de Preservação Permanente (APPs) são zonas protegidas por lei no Brasil, estabelecidas para garantir a preservação dos recursos naturais e a saúde ambiental. Essas áreas desempenham um papel crucial na proteção dos ecossistemas, conservação da água e prevenção da degradação ambiental.

A definição das APPs, nessa análise, foi determinada de acordo com o Código Florestal, as áreas de preservação permanente (APPs) que protegem as nascentes dos rios devem ser delimitadas com base na largura do curso d'água e na declividade do terreno. Além disso, o Código Florestal estabelece que a largura da faixa de mata ciliar a ser preservada ao redor das nascentes pode variar de acordo com a categoria de declividade do terreno (Quadro 1).

Quadro 1 - Dimensões mínimas para as APP

Dimensão regular do curso d'água (m)	Largura das APP's (m)
≤ 10	30
10-50	50
50-200	100
200-600	200
≥ 600	500

Fonte: BRASIL, 2012, organizado por LOPES, J. C., 2023.

As resoluções do CONAMA, como a Resolução nº 303/2002, também estabelecem parâmetros para a definição das áreas de mata ciliar que protegem as nascentes, considerando aspectos como a largura mínima da faixa de vegetação a ser preservada e a distância mínima entre a nascente e a área de preservação.

A largura das APPs, também conhecida como intervalo, varia conforme o tipo de área e é estabelecida por regras específicas. Para as margens de rios e córregos, a largura mínima da APP é determinada pela largura do curso d'água. De acordo com o Código Florestal, para rios com até 10 metros de largura, a APP deve ter pelo menos

30 metros de cada lado. Para rios entre 10 e 50 metros de largura, a APP é de 50 metros de cada lado. E para rios com mais de 50 metros, a APP deve ser de 100 metros de cada lado (BRASIL, 2012).

Logo, áreas de encostas e áreas com declives acentuados, com inclinações superiores a 45 graus, necessitam de uma APP de pelo menos 30 metros de largura. No entanto, a legislação estadual ou municipal pode exigir larguras maiores dependendo das características locais (BRASIL, 2012).

Para áreas de nascentes e fontes de água subterrânea, a proteção geralmente inclui uma faixa de 50 metros ao redor da nascente, conforme estipulado pelo Código Florestal (BRASIL, 2012). Nesse sentido, o intervalo é importante para garantir a qualidade da água e a preservação dos aquíferos, embora possa variar conforme as normas locais.

A proteção de áreas de vegetação nativa, que servem como corredores ecológicos e habitats para fauna e flora, é definida com base em estudos ambientais que identificam a importância desses ecossistemas. O intervalo das APPs para essas áreas é determinado por recomendações técnicas e necessidades ecológicas, visando a preservação dos habitats naturais (Silva, 2021). Essas diretrizes são fundamentadas em estudos ambientais e recomendações de especialistas, que analisam as necessidades ecológicas e a importância da preservação para garantir que as APPs cumpram seu papel na proteção dos recursos naturais e na promoção de um equilíbrio ecológico sustentável (Oliveira, 2020). A legislação federal e as regras locais asseguram que a proteção, e a adequação as medidas de acordo com as especificidades de cada região (BRASIL, 2012).

A definição das áreas com potencial para a criação de Unidades de Conservação (UCs) considera, principalmente os critérios ecológicos quanto as normas estabelecidas pela legislação ambiental. Porém, sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs), os limites são determinados **pelo** Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e pelas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelecem a obrigatoriedade da proteção de nascentes, margens de rios e outros ecossistemas sensíveis.

A criação de Unidades de Conservação (UCs) envolve critérios adicionais, definidos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC – Lei nº 9.985/2000). Para que uma área seja reconhecida como UC, é necessário avaliar sua importância ecológica, a diversidade de espécies que abriga, a presença

de ecossistemas ameaçados e sua conexão com outras áreas protegidas. Os aspectos socioeconômicos, como a presença de comunidades tradicionais e o uso sustentável dos elementos naturais, também são levados em consideração.

Ainda sobre as Unidades de Conservação, elas podem ser classificadas em duas grandes categorias: proteção integral e uso sustentável. As UCs de proteção integral, como Parques Nacionais e Estações Ecológicas, têm regras mais rígidas para garantir a conservação da natureza, permitindo apenas atividades científicas e educativas. Já as UCs de uso sustentável, como Reservas Extrativistas e Áreas de Proteção Ambiental (APAs), asseguram a proteção ambiental com o uso responsável dos elementos naturais pelas comunidades locais.

Vale ressaltar que, apesar das APPs e as UCs tenham finalidades complementares, suas bases legais e critérios de delimitação são distintos. Enquanto as APPs são áreas protegidas por determinação legal, com limites fixos estabelecidos para preservar recursos hídricos e reduzir impactos ambientais ligados a atividades humana e as UCs são criadas a partir de estudos técnicos que avaliam sua relevância ecológica e social. Ambas são muito importantes para a permanência dos sistemas naturais, contudo, divergem em seus critérios de delimitação de área, abordagem, categoria e finalidade.

No trabalho de campo foram realizadas observações *in loco*, nas difentes áreas da sub-bacia do rio Gandu, contemplando visita nos fragmentos florestais, em diferentes paisagens, nas APP e nas fazendas de cacau associadas ao manejo florestal, em áreas de pastagem, áreas reflorestada em diferentes estágios de recuperação ambiental.

Durante a pesquisa de campo, foram coletadas espécies de maior incidência em diferentes áreas da sub-bacia do Rio Gandu nos municípios de Gandu, Nova Ibiá e além do uso de fotografia para auxílio no estudo da paisagem e áreas degradas pelo uso da terra. As variáveis ambientais observadas foram: hidrografia, a vegetação, relevo e uso da terra e os impactos ambientais.

A coleta dos dados em campo contribuiu para a investigação sobre o uso da terra no município no que diz respeito as lavouras de cacau, pastagens e áreas em recuperação, mas também os diferentes estágio da floresta ombrófila densa (estrato herbáceo, estrato arbustivo estrato herbáceo inferior ou sub-bosque, estrato arbóreo médio teto ou dossel, estrato arbóreo superior árvores emergentes) nas áreas adjacentes.

Também foi dedicado a correlacionar o uso e ocupação da terra com o meio físico, as fitofisionomias do bioma da mata Atlântica e as áreas protegidas e identificar as áreas de potencial paisagístico para a criação de Unidades de Conservação nas área da sub-bacia do rio Gandu, como subsidio aos trabalhos e ações que viabilizem a preservação dos ecossistemas da região, a preservação das nascentes, reflorestamento das áreas descobertas, proteção ao bioma de mata atlântica que se encontra na estrutura de fragmentos de floresta, mas que mesmo assim ainda, abriga grandes reservas de biodiversidade e belezas cênicas.

Nos resultados das pesquisas, com o uso do geoprocessamento foram gerados os seguintes produtos: Mapa de localização da bacia; Mapa uso e cobertura da terra; Mapa de Hipsometria; Mapa de drenagem da bacia; Mapa de declividade, Mapa de NDVI, Mapa de Solos e uso de tabelas para análise estatística.

2.5 Análise dos dados

Os dados obtidos na pesquisa foram processados e analisados utilizando o software QGIS, onde foram aplicadas técnicas de geoprocessamento e estatística descritiva. Foram calculadas medidas como média, mediana, moda, desvio padrão, variância, valores mínimo e máximo, permitindo identificar padrões e variações nos elementos ambientais da sub-bacia hidrográfica do Rio Gandu.

A classificação do uso e ocupação da terra foi realizada por meio da análise de imagens de satélite e mapas temáticos, possibilitando a identificação das principais atividades desenvolvidas na região, como agricultura, pecuária, áreas urbanizadas e fragmentos florestais remanescentes. Essa análise foi complementada pela aplicação de índices ambientais, como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), que possibilitou avaliar a densidade da vegetação e identificar áreas de maior degradação ambiental.

A identificação das fitofisionomias do bioma Mata Atlântica foi realizada com base em geoprocessamento e levantamentos de campo. Foram mapeadas as formações vegetais predominantes, utilizando herbários virtuais, dados biogeográficos, literatura taxonômica e consulta a especialistas em botânica. O cruzamento dessas informações com bases cartográficas permitiu a análise da distribuição e do estado de conservação das coberturas vegetais, fornecendo subsídios para a caracterização ambiental da área.

A análise dos impactos ambientais realizada por meio da avaliação dos processos de alterações na vegetação, uso e ocupação da terra e estado físico dos rios que compreendem a sub-bacia do rio gandu. Foram aplicados modelos de impacto ambiental e indicadores espaciais para identificar os principais agentes de degradação, como agricultura intensiva, desmatamento e erosão. O uso de geotecnologias possibilitou a elaboração de mapas temáticos, evidenciando as áreas mais suscetíveis a impactos e auxiliando no planejamento ambiental da sub-bacia.

A análise da rede hidrográfica foi realizada por meio da delimitação da drenagem e geração de mapas hidrográficos detalhados, considerando características como densidade de drenagem, hierarquia fluvial e padrões de escoamento. Essas informações foram integradas à análise do uso e ocupação da terra para avaliar a influência das atividades humanas sobre os corpos hídricos e os possíveis efeitos sobre a qualidade da água e a dinâmica hidrológica da região.

Por último, foi realizada a análise das potencialidades paisagísticas para a criação de Unidades de Conservação, utilizando o NDVI e visitas de campo. As áreas com maior relevância ambiental foram identificadas com base em critérios como continuidade da vegetação nativa, presença de espécies indicadoras, conectividade ecológica e vulnerabilidade ambiental. O uso de geotecnologias permitiu a proposição de áreas prioritárias para conservação, reforçando a necessidade de medidas voltadas à proteção dos recursos naturais da sub-bacia do Rio Gandu.

A aplicação dessa metodologia permitiu uma análise integrada dos aspectos geoambientais da sub-bacia do Rio Gandu, o que resultou em uma compreensão detalhada da paisagem e de suas dinâmicas. O uso de técnicas de geoprocessamento e análise espacial em campo, viabilizou a identificação de padrões de uso e ocupação da terra, bem como a caracterização dos impactos ambientais, fornecendo subsídios técnicos para a possível tomada de decisões em relação à gestão dos recursos naturais da região e planejamento territorial da área que abrange a sub-bacia do Rio Gandu.

A abordagem adotada também favoreceu a compreensão da estrutura e funcionalidade da rede hidrográfica, ao integrar dados hidrológicos com informações sobre clima nessa localidade, à cobertura vegetal, geologia, relevo e as alterações antrópicas. Esse cruzamento de informações foi essencial para identificar áreas de maior vulnerabilidade ambiental, onde a conservação da vegetação ciliar se mostra

fundamental para a manutenção dos rios presentes e da estabilidade dos ecossistemas locais.

SEÇÃO II

2 MEIO AMBIENTE E HIDROGRAFIA.

2.1 Sistema ambientais e sustentabilidade

Nos debates sobre as crises ambientais globais enfrentadas no presente momento, a conservação do meio ambiente caminha em direção contrária ao crescimento econômico (Sachs, 2015). A conservação dos biomas está presente em ações de disseminação do conhecimento em favor da conscientização ambiental (Barton, 2021), principalmente no que tange aos atributos de funcionamento interdependentes.

Os sistemas de interação entre elementos naturais que parecem isolados, mas exercem forte dependência entre si, como a cobertura vegetal e os leitos de rios, animais em diferentes níveis da cadeia alimentar, são fundamentais para o equilíbrio ecológico (Odum, 1971; Holling, 1973) e para a manutenção da biodiversidade em uma comunidade ecológica (Wilson, 1988).

A conservação dos biomas está presente em ações de disseminação do conhecimento em favor da conscientização ambiental, principalmente no que tange aos atributos de funcionamento interdependentes, sistemas de interação entre elementos naturais que parecem isolados mas exercem forte dependência entre si, como a cobertura vegetal e os leitos de rios, animais em diferentes níveis da cadeia alimentar mas que trabalham para o equilíbrio ecológico e proporcionam a biodiversidade de uma comunidade ecológica (Pallazo, 2012).

No cenário atual, destaca-se, sobretudo, a necessidade de um planejamento ambiental pautado não só na preservação ambiental (proteção e conservação dos ecossistemas naturais, garantindo a manutenção da biodiversidade), mas também uso seu manejo sustentável, ou seja, a utilização das potencialidades ecológicas de uma área de forma racional. Entende-se por uso sustentável, atividades que exploram o meio ambiente de maneira que venha a garantir a permanência dos recursos naturais, respeitando os ciclos regenerativos de um ecossistema, sua estrutura e biodiversidade.

De acordo com Pereira (2017, p. 85) sobre a perda de potenciais ambientais:

a degradação ambiental é caracterizada pela perda do potencial ambiental de determinada área ou mesmo de unidade

geográfica como um bioma, onde a exploração humana, com os seus impactos, extrapolam a capacidade de suporte e regeneração dos sistemas ambientais.

Nas questões relacionadas à degradação ambiental, o desmatamento é o principal problema que ocorre em uma região (Fearnside, 2005), embora outros impactos correlatos, como a perda de biodiversidade e alterações no ciclo hidrológico, também possam ser identificados (Barlow, 2007; Pereira, 2012). A vegetação desempenha um papel crucial na eficiência de infiltração da água no solo, absorção de nutrientes e água, além de garantir a fixação dessa vegetação no solo (Lal, 2004).

A vegetação desempenha um papel crucial na eficiência de infiltração da água no solo e também funciona como barreira física, reduzindo o escoamento superficial da água, especialmente em áreas de floresta densa (Lal, 2004). O sistema radicular das plantas contribui não só para a absorção de nutrientes e água, mas também para a fixação dessa vegetação no solo (Bruijnzeel, 2004).

A floresta desempenha uma função vital dentro do sistema de uma bacia hidrográfica, controlando a força de vazão no sistema de drenagem, o escoamento superficial nas áreas adjacentes da bacia e prevenindo desastres ambientais como enchentes e deslizamentos (Gergel, 2002). Para os estudos ambientais, deve-se levar em conta não somente os elementos fisiográficos isolados, mas também identificar as potencialidades ecológicas, a exploração biológica e a ação antrópica (Turner, 2015).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2016) o desmatamento é o grande vilão (67%) em conjunto a poluição das águas (47%), ar (36%) aumento de lixo e desperdício de água (10%) maximizadas através de atividades como construção de estradas, desenvolvimento caótico dos meios urbanos em conjunto a supressão de áreas vegetais nativas dentre outras casualidades, como a implementação de pasto para a prática pecuária são os principais temas elencados no debate sobre a preservação do meio ambiente.

Para Canuto (2017) a perda da diversidade biológica em função da exploração dos recursos naturais é a chave para entender as incursões antrópicas que trouxeram imensos danos a vegetação nativa. Dentro dessa perspectiva, para a SOS MATA ATLÂNTICA (2022), a mata atlântica se insere como um dos biomas mais degradados do país, com grandes índices de alteração da paisagem e de perda da biodiversidade. A floresta tem uma função importante dentro do sistema de uma bacia hidrográfica, controlando a força de vazão no sistema de drenagem, o escoamento, além de

contribuir para a prevenção de enchentes e deslizamentos (Bruijnzeel, 2004; Gergel, 2002). Para os estudos ambientais, deve-se levar em conta não somente os elementos fisiográficos, mas também as potencialidades ecológicas, a exploração biológica e a ação antrópica (Turner, 2015).

Para os estudos ambientais, deve-se levar em conta não somente elemento fisiográficos isolados, mas identificar tanto as potencialidades ecológicas, a exploração biológica e ação antrópica, afim de identificar vulnerabilidades nesses sistemas e traçar planos de trabalho de acordo com a realidade encontrada. Entender sobre o bioma que contribui para a preservação de uma bacia hidrográfica é fundamental para estruturar planos de mitigação para a conservação ambiental (Bertrand, 1971) .

Segundo Coutinho (2006, p. 3) o bioma se classifica como espaço geográfico ou unidade biológica com extensão superior a 1.000.000 de km² que compartilha aspectos semelhantes a nível regional.

De acordo com Coutinho:

Bioma é uma área do espaço geográfico, com dimensões de até mais de um milhão de quilômetros quadrados, que tem por características a uniformidade de um macroclima definido, de uma determinada fitofisionomia ou formação vegetal, de uma fauna e outros organismos vivos associados, e de outras condições ambientais, como a altitude, o solo, alagamentos, o fogo, a salinidade, entre outros. Estas características todas lhe conferem uma estrutura e uma funcionalidade peculiares, uma ecologia própria” (Coutinho, 2006, p. 2)

Os biomas segundo Coutinho (2006), tem uma conotação paisagística de uniformidade das comunidades que os compõem, já o termo ecossistema pode ser considerado como uma área relativamente uniforme onde ocorrem relações de troca de fluxo energia e matéria através das cadeias tróficas entre vegetais, desde herbáceas, espécies lenhosas, que transferem energia interceptadas dos raios solares pelas plantas e transmitida as demais cadeias tróficas

Um ecossistema não deve ser definido apenas pelo olhar de macroescala. Dentro de dezenas de quilômetros ou poucos hectares, é possível encontrar interações complexas em menor escala. Um exemplo disso é a relação entre espécies lenhosas e plantas epífitas, que crescem sobre as outras sem causar-lhes danos, abrigando uma quantidade relevante de microrganismos, capturando água da chuva que é aproveitada por espécies de aves e insetos, que também utilizam o lugar para abrigo ou reprodução (Givnish, 1980).

Sobre tal tema, Vilela considera que:

É possível notar, então, que, devido aos diferentes ecossistemas que compõem a Mata Atlântica, o bioma é extremamente heterogêneo. Sua fisionomia perpassa pelas restingas e manguezais, ambos com pouquíssimas espécies, altamente adaptadas às condições extremas de salinidade e instabilidade do solo e vitais para a vida costeira e marinha; e campos de altitude, típicos de ambientes montano e alto-montano, contando principalmente com gramíneas e vegetação arbustiva; até florestas pluviais com elevado grau de riqueza e endemismo de espécies, com árvores que podem chegar a 40 metros de altura (VILELA, 2019. p. 82)

Dentre as espécies endêmicas vegetais na Mata Atlântica, destaca-se as bromélias, plantas epífitas (que cresce sobre os caules) que apresenta maior densidades de indivíduos. De acordo com Martilneli (2008, p. 209) o grupo Bromeliácea destaca-se entre outras espécies, pela grande concentração de indivíduos registrados, 803 espécies encontradas principalmente na região sul da Bahia. Essas e outras espécies de outras famílias se encontram na lista de espécies em extinção.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2024), entre as características da Mata Atlântica estão as diferentes formações florestais encontradas: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, além de ecossistemas, que funcionam de forma particular em respostas a fatores ambientais como salinidade e grande quantidade de chuva e altas temperaturas, como manguezais, vegetações de restingas, e brejos interioranos.

A floresta ombrófila densa constitui a principal formação florestal encontrada no bioma da Mata Atlântica, caracterizada por árvores frondosas que mantêm sua cor verde durante o ano todo. Esse ecossistema é notável pelo tamanho das folhas, maior incidência de árvores epífitas (que crescem a partir da superfície de outras), além da presença de bromélias nativas das regiões tropicais do continente americano. As bromélias e outras epífitas desempenham um papel fundamental para a manutenção do ecossistema e da diversidade biológica, além de contribuírem para a biomassa, que é a matéria orgânica proveniente da decomposição de madeiras e plantas em geral (Ribeiro, 2009; Givnish, 2002).

O bioma da Mata Atlântica apesar do ser descrito por Coutinho (2006) e pelo IBAMA (2022) como uniforme, na realidade apresenta uma heterogeneidade que abrange diferentes tipos de comunidades, fitofisionomias diversas como florestas

densas úmidas, florestas mistas (Mata das Araucárias), floresta úmida aberta, florestas estacional decidual, floresta estacional semidecidual e ecossistemas associados apresentando altos índices de endemismo local.

O bioma Mata Atlântica além das características bióticas apresenta em suas extensões geográficas importantes regiões hidrográficas; Atlântico Sul, Uruguai, Atlântico Leste e São Francisco.

Sobre a relevância do bioma Mata Atlântica, pontua Cicco e Arcova,

No bioma, estão mananciais que abastecem grande parte da população brasileira. É função dos ecossistemas naturais, especificamente das matas ciliares, a proteção dos recursos por meio da estabilização das taludes encostas; manutenção da morfologia do rio, retenção de sedimentos e nutrientes, regulação da temperatura da água, controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica e diminuição. Filtragem do escoamento superficial, impedindo ou dificultando o carregamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo dessa forma, para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas (Cicco, Arcova, 2007, p. 245):

Segundo o IBAMA (2012), existe uma grande preocupação dos pesquisadores sobre a possível perda da capacidade regenerativa, na relação lógica fenômeno – consequência: eliminação dos meios de regeneração biótica, logo, permanente redução de diversidade. Nesse cenário, a ação antrópica de conservação necessita da ampliação das UC (Unidades de Conservação) e das APP's (Áreas de Preservação Permanente).

Como abordam Machado (2013) e Hora (2015), a perda da capacidade regenerativa perpassa pela relação lógica fenômeno – consequência, com efeito na eliminação dos meios de regeneração biótica, logo, permanente redução de diversidade.

Sobre a conservação e restauração ambiental, Pereira aborda que:

A restauração do ecossistema em uma escala de paisagens, juntamente com a gestão sustentável de outros tipos de uso da terra, incluindo agricultura, pastagens, silvicultura, expansão de áreas protegidas é cada vez mais reconhecida como parte necessária de uma pacote de atividades para a conservação da diversidade, foi promulgada a Lei n. 9.985 (PEREIRA, 2017, p.3).

Nesse cenário, fica evidente a necessidade da ampliação das UC's e APP's, contribuindo para a restauração dos ecossistemas, ações sustentáveis vinculadas a práticas econômicas pautadas no desenvolvimento e racionalidade ambiental.

Nas considerações de Pereira (2017) sobre a conservação da biodiversidade,

No Brasil, foi a intensificação ocorrida nos dois últimos 20 anos e, desde 2010, para gerar e disseminar conhecimento sobre a biodiversidade através de parcerias multi – setoriais tais esforços incluem a criação e implementação de políticas e programas que incorporam valores sociais e da biodiversidade, além do desenvolvimento e lançamento de diversas iniciativas e políticas importantes voltadas para a produção e o consumo sustentáveis em diferentes níveis governamentais e no setor privado”. (PEREIRA, 2017, p.8).

O trabalho que deve ser desempenhado para o desenvolvimento da consciência ambiental pode envolver a sinergia de diferentes esferas sociais: a família, a comunidade, a escola, a prefeitura e instituições de pesquisa ligadas a Universidades. O despertar para a conscientização se faz presente em ações como, o ensino sobre a composição ambiental de local, as características de fauna e flora, o exercício visual de apreciar as belezas cênicas encontradas. Nesse sentido, explorar e difundir o conhecimento sobre o meio ambiente, desperta o senso de preservação ambiental (Pereira, 2017).

Sobre a conscientização ambiental, Pereira aponta que:

No Brasil, foi a intensificação ocorrida nos dois últimos 20 anos e, desde 2010, para gerar e disseminar conhecimento sobre a biodiversidade através de parcerias multi – setoriais tais esforços incluem a criação e implementação de políticas e programas que incorporam valores sociais e da biodiversidade, além do desenvolvimento e lançamento de diversas iniciativas e políticas importantes voltadas para a produção e o consumo sustentáveis em diferentes níveis governamentais e no setor privado”. (Pereira, 2017, p. 8).

A construção da consciência ambiental deve se comunicar com princípios que regem o desenvolvimento sustentável. Estes princípios incluem a preservação do meio ambiente e utilização racional dos recursos naturais, além do desenvolvimento de atividades economicamente viáveis e socialmente justas. Se for considerado esses pilares como essenciais e também complementares, dentro um plano desenvolvimento econômico, pode-se explorar não só os recursos e potenciais ecológicos de determinada região, mas também, novas formas de manejo com o meio ambiente onde a consciência ambiental seja trabalhada (Pereira, 2017).

A pauta ambiental é levantada em um debate, embasada por resultados científicos que apontam para um impacto ambiental, sendo nítido que há uma falta de sintonia entre o emissor e o receptor da “mensagem”. A preservação ambiental não é inimiga do desenvolvimento econômico. Por um lado, a prática do desenvolvimento sustentável considera a necessidade de reduzir a exploração biológica; por outro lado,

a preservação dos ecossistemas pode potencializar práticas econômicas que respeitem a natureza e os ciclos ecológicos (Pereira, 2017).

O desenvolvimento sustentável pode ser entendido como sendo aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de regeneração dos ecossistemas e outros sistemas naturais, de forma que, as futuras gerações satisfaçam as suas próprias necessidades (AQUINO, 2015). Sendo assim, o desenvolvimento sustentável é aquele que busca o equilíbrio entre a produção, conservação ambiental a curto e longo prazo, além de se comprometer com economia, visando o aproveitamento e consumo dos recursos ambientais (custo versus benefícios) utilizando tais recursos de forma eficiente, visto que estes são limitados e escassos.

O princípio do desenvolvimento sustentável se baseia na moderação do consumo (uso racional dos atributos naturais a nível global e local) para isso são necessárias o aproveitamento da eficiência energética e principalmente políticas que priorizem e viabilizem a prática sustentável explorando principalmente as fontes renováveis. Na perspectiva do desenvolvimento social, econômico e político de uma sociedade, fica evidente em grande parte do planeta Terra, a exploração dos recursos energéticos, a devastação de florestas para a indústria madeireira, degradação de mata ciliar e perda significativa de volume nos leitos dos rios, degradação dos recursos hídricos em geral com morte de nascentes, degradação do solo, perda de biodiversidade tanto de fauna como flora (Almeida, 2011).

O grande debate sobre o desenvolvimento sustentável não gira em torno da necessidade de reter a produção, mas do consumo consciente do potencial dos sistemas naturais na medida que seja possível a recuperação do próprio ecossistema, onde tal realidade viabiliza a conservação da biosfera em seus ambientes mais diversos. A sustentabilidade, no contexto energético, busca principalmente o uso de fontes renováveis reduzindo a dependência de combustíveis fósseis, a redução de impactos ambientais, a segurança energética e redução das oscilações dos preços dos serviços de acesso. Nota-se também, a perspectiva do desenvolvimento de tecnologias que possibilitem maior eficiência energética e estimulação à economia de forma geral (Almeida, 2011).

No aprofundamento sobre desenvolvimento sustentável, Aquino discorre:

A energia está presente de forma essencial em nossas vidas. As decisões tomadas hoje em relação a ela influenciam nosso futuro, seu uso afeta, o meio ambiente trazendo mudanças socioculturais e demográficas significativas. Não há como gerar energia sem agredir o

meio ambiente de alguma forma. A energia não pode ser criada, mas pode ser transferida de uma forma para outra por meio de processos de conversão (AQUINO, 2015. p.19).

Diante do exposto, entende-se que não há como gerar energia, ou melhor dizendo, extrair recursos naturais para um fim sem que aja algum tipo de impacto ambiental. Isso não significa porém, que não exista nenhuma forma de equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação da natureza (Aquino, 2015).

A relação entre energia, os sistemas naturais e sustentabilidade na atividade agrícola pode ser entendida de maneira interdependente. O solo fértil é essencial para a produção agrícola, mas o uso excessivo de energia, especialmente através da aplicação de insumos agrícolas (fertilizantes sintéticos) que dependem de combustíveis fósseis, podem contribuir para a degradação do solo a contaminação de rios e lençóis freáticos, afetando a qualidade da água e o abastecimento regional ao longo do tempo. Nota-se também que, a irrigação, essencial para a produção, requer energia para bombear água, e práticas inadequadas podem levar ao esgotamento dos recursos hídricos e também o empobrecimento do solo (Pallazo, 2012).

A energia desempenha um papel crucial em diversas etapas da produção agrícola, incluindo o plantio, irrigação, colheita, processamento e transporte. Muitos dos equipamentos utilizados, como tratores e colheitadeiras, funcionam com combustíveis fósseis, contribuindo para emissões de carbono (CO_2) e poluição. Para promover a sustentabilidade, é vital adotar práticas agrícolas que reduzam a dependência de fontes energéticas não renováveis e promovam a eficiência energética (Pallazo, 2012).

A agropecuária sustentável, por meio de práticas como rotação de culturas e cultivo, pode aumentar a resiliência do solo e minimizar a necessidade de insumos energéticos. A implementação de tecnologias de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, proporciona uma alternativa viável, oferecendo energia limpa para as operações agrícolas. Nesse cenário, sistemas agroenergéticos, que integram a produção de alimentos com a geração de energia, como biodigestores que transformam resíduos orgânicos em biogás, aumentam a eficiência e a sustentabilidade das operações e podem otimizar não só a produção mais também a geração de empregos (Aquino, 2015).

Essas práticas não só ajudam a mitigar os problemas ambientais, mas também preservam a biodiversidade local à medida que esses sistemas agrícolas utilizam das potencialidades ecológicas encontradas, de forma sustentável. A adoção de práticas agroflorestais se torna uma alternativa interessante, nesse sentido, pois viabiliza a

implantação de sistemas agrícolas que preservem parte de florestas nativas em consórcio com culturas agrícolas viáveis do ponto de vista agroecológico, econômico e social. O uso de energia sustentável na agricultura pode ainda contemplar comunidades rurais, melhorando suas condições de vida e fomentar o desenvolvimento econômico local. Nesse sentido, a integração de energia, recursos naturais e sustentabilidade é fundamental para garantir uma produção agrícola eficiente, responsável e viável para o futuro (Aquino, 2015).

Em relação a sustentabilidade na atividade agrícola, destacam-se os Sistemas Agroflorestais (SAF's) que proporcionando a interação entre o desenvolvimento econômico e ambiental, com rotação de culturas e sombreamento dos estratos florestais mais altos como a silvicultura, estratificação de culturas como o cacau e demais árvores frutíferas no mesmo ambiente. Essa prática permite que espécies lenhosas do sub-bosque se desenvolvam, como também contribui para a conservação do solo, preservação dos recursos hídricos e biodiversidade.

Os sistemas naturais, ações sustentáveis vinculadas a práticas econômicas como plantio e criação de animais no mesmo espaço geográfico na realidade dos S.A.F's (Sistemas Agroflorestais) proporciona o desenvolvimento mútuo entre economia, preservação ambiental, conservação do solo pela rotação de culturas e sombreamento dos estratos florestais mais altos como a silvicultura.

De acordo com Aquino:

A implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs) fundamentados na sucessão natural pode promover a substituição ecofisiológica das espécies vegetais, cuja dinâmica leva a uma complexidade do ambiente, de modo que o sistema produtivo torna-se o mais semelhante possível à vegetação do ecossistema local em termos de estrutura, composição e funcionalidade (Aquino, 2015, p.15): .

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) destacam-se pela sua eficiência na manutenção do equilíbrio ecológico e na mitigação da perda de potencial produtivo do solo, em decorrência de processos erosivos. A preservação de árvores perenes no dossel e do estrato superior florestal, associada a práticas agrícolas e pecuárias na mesma unidade de área, possibilita que esse ambiente funcione de maneira semelhante aos ecossistemas florestais naturais. Isso resulta em maior resistência às intempéries, maior eficiência nos ciclos de nutrientes no solo, maior produtividade e regulação do ciclo hidrológico.

Para Aquino (2015), os sistemas agroflorestais possuem as seguintes

características fundamentais; a recuperação do solo para o desenvolvimento agrícola/agropecuário, produção socioeconômica e sociocultural ligada a preservação ambiental. Dessa forma o manejo das agroflorestas pode desencadear o fortalecimento dos agricultores bem como a ampliação da produção dos produtos agrícolas (comercialização regional) e preservação da biodiversidade sob domínio do bioma dessa área geográfica. Os sistemas são fundamentais para a implantação do regime agroecológico, que contribui para a viabilização do desenvolvimento sustentável e prática econômica que possibilite meio de vida para uma população.

Micollis, faz algumas considerações acerca da relação dos SAF's com a preservação ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico:

Os SAFs podem ajudar a proteger e alimentar a biodiversidade, mitigar as mudanças climáticas e aumentar a capacidade de adaptação a seus efeitos. Podem promover, ainda, a regulação do ciclo hidrológico, controle da erosão e do assoreamento, ciclagem de nutrientes e, portanto, aumento da fertilidade do solo, melhorando suas propriedades físicas, biológicas e químicas. Além disso, os SAFs geram uma série de produtos úteis aos seres humanos e que podem ser comercializados, como alimentos, remédios, fibras, sementes, matérias primas para abrigo e energia (Micollis, 2016, p.28).

A adoção de práticas agrícolas sustentáveis em períodos de crise climática é crucial para mitigar os efeitos das mudanças climáticas ao sequestrar carbono, conservar a biodiversidade e melhorar a eficiência no uso de recursos como água e nutrientes. Nesse sentido, a busca pela maior eficiência produtiva diante das demandas agrícolas, hoje, também é acompanhada pelas demandas de preservação ambiental. Logo, tais práticas aumentam a resiliência das culturas a eventos climáticos extremos, assegurando a produção contínua de alimentos e contribuindo para a segurança alimentar, além da minimização dos impactos ambientais evidenciados na agricultura convencional.

Diante do exposto, vale resaltar a colocação feita pela CEPLAC:

Nestas condições edafoclimáticas, a compreensão dos mecanismos de conservação dos nutrientes na floresta permitiria a sua exploração e também a implantação de sistemas de produção vegetal sustentável, especialmente os sistemas florestais ou agroflorestais que formem uma estrutura similar à de vegetação natural, através de um manejo que otimize o processo de ciclagem de nutrientes [...]A importância da utilização de Sistemas Agroflorestais fica mais evidente quando constatamos a existência de extensas áreas improdutivas, especialmente na região amazônica, em consequência da degradação resultante principalmente da prática do cultivo itinerante, reconhecidamente uma modalidade de exploração não sustentável

dos solos. A pecuarização é outra realidade na exploração de terras no Brasil sendo, em geral, uma atividade resultante da implantação de grandes projetos, principalmente na Amazônia, mas não somente naquela região, a qual promove a elevação do índice de desemprego e representa grande risco de degradação ambiental (CEPLAC, 2012, p.1).

O meio ambiente configura-se como um sistema complexo, marcado por interações dinâmicas entre componentes bióticos e abióticos, sendo a água um elemento crucial nesse contexto (Cunha, 2015; Miranda, 2024). Sendo assim, os recursos hídricos são vitais para a preservação da vida, a produção agrícola e o funcionamento dos ecossistemas naturais. A implementação de práticas sustentáveis no uso desses recursos é essencial para assegurar a disponibilidade de água potável e a saúde dos ambientes aquáticos.

A gestão integrada dos recursos hídricos precisa levar em conta as demandas humanas, a conservação dos ecossistemas e a adaptação às mudanças climáticas, buscando um equilíbrio que beneficie tanto a sociedade quanto a natureza (Marcovitch, 2006). Nessa perspectiva é necessário fazer um paralelo entre sistemas ambientais e sustentabilidade ambiental.

A sustentabilidade ambiental se insere como um conceito abrangente que norteia e articula as práticas agrícolas, a gestão dos sistemas florestais e as dimensões econômica e social de maneira integrada. Logo, a promoção da sustentabilidade ambiental exige uma abordagem holística que não se limite apenas ao crescimento econômico, mas que também respeite os limites dos ecossistemas e busque garantir a justiça social.

Na discussão sobre sustentabilidade, Braga (2013, p.3), discorre sobre a construção e implementação de indicadores ambientais como subsídios para a formulação de políticas nacionais participadas tanto por atores públicos e privados, na busca por uma melhor funcionalidade no planejamento e gestão de recursos, econômicos e sociais de forma integrada. Esses indicadores não apenas informam as políticas e ações a serem tomadas, mas também incentivam a adoção de práticas que promovam o desenvolvimento sustentável, onde se torna possível uma convivência harmoniosa entre as atividades humanas e os sistemas naturais.

Sobre os indicadores ambientais e como estes podem ser norteadores para a criação de políticas públicas, Braga (2013, p.3), pontua que:

As tentativas de construção de indicadores ambientais e de sustentabilidade seguem três vertentes principais. A primeira delas, de

vertente biocêntrica, consiste principalmente na busca por indicadores biológicos, físico-químicos ou energéticos de equilíbrio ecológico de ecossistemas. A segunda, de vertente econômica, consiste em avaliações monetárias do capital natural e do uso de recursos naturais. A terceira vertente busca construir indicadores de sustentabilidade e qualidade ambiental que combinem aspectos do ecossistema natural a aspectos do sistema econômico e da qualidade de vida humana, sendo que em alguns casos, também são levados em consideração aspectos dos sistemas político, cultural e institucional.

Os sistemas ambientais de acordo com Braga (2003), são compostos por dimensões físicas, biológicas e sociais que se entrelaçam e interagem de forma complexa, com indicadores que permitem a mensuração da sustentabilidade em suas diversas facetas

Para Pereira (2017), a biodiversidade é a base da vida na Terra, representando a variedade de espécies, a diversidade genética dentro de cada espécie e a variedade de ecossistemas que habitam nosso planeta. Essa rica tapeçaria de vida desempenha um papel crucial na manutenção de muitos processos ecológicos. No entanto, a biodiversidade enfrenta diversas ameaças, em grande parte provenientes do uso inadequado do solo

O uso do solo refere-se à maneira como as terras são geridas e transformadas para atender às necessidades humanas, incluindo agricultura, urbanização e exploração de recursos naturais. Práticas de uso do solo não sustentáveis, como o desmatamento, a agricultura intensiva e a urbanização descontrolada, não apenas reduzem a biodiversidade, mas também comprometem a capacidade de suporte dos ecossistemas.

Sobre essa discussão, Pereira pontua que:

A degradação ambiental está ligada de forma direta a diversidade biológica, especialmente quando a exploração dos recursos naturais envolve o desflorestamento, o revolvimento do solo, a contaminação dos corpos hídricos porque o processo produtivo, principalmente o tecnológico, apresenta-se em franca expansão, e isso, em geral, tem causado grandes perdas ou fragmentações de habitats. Essa fragmentação tem provocado diminuição na densidade populacional das espécies vegetais e animais, nestas, o processo de posto que, essas espécies sofrem migração involuntária ou até a extinção devido a perda do habitat. Nesse caso, a conservação ambiental não é evidenciada, embora a ampla gama legislativa ambiental brasileira tenha sido elaborada para essa finalidade (Pereira, 2017, p.12).

A perda de biodiversidade impacta de forma significativa os serviços ecossistêmicos. Levando em consideração, por exemplo, a redução de polinizadores,

como abelhas e borboletas, pode resultar em uma diminuição da produtividade agrícola (Franke, 2005). Além disso, a degradação dos ecossistemas aquáticos, causada pela poluição e pelo uso excessivo da terra, compromete a qualidade da água potável, afetando não apenas o abastecimento humano, mas também a saúde de diversos organismos aquáticos.

Nas considerações de Andrade (2011), a capacidade de suporte diz respeito à quantidade de recursos que um ecossistema pode suprir, sem extrapolar os seus limites de regeneração e está intrinsecamente ligada à saúde e à diversidade biológica de um ambiente. Sendo assim, os ecossistemas mais diversos tendem a ter uma maior capacidade de suporte e resiliência, resistindo melhor a estresses ambientais e recuperando-se mais rapidamente de perturbações. No uso insustentável dos recursos naturais, a capacidade de suporte é reduzida, resultando em sua dificuldade de regeneração. Os serviços ecossistêmicos são os benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas e incluem funções vitais, sendo essencial atentar para a sua capacidade de suporte e resiliência.

Pereira, aborda sobre a perda do potencial ecológico e degradação ambiental onde:

O descontrole e a velocidade de exploração dos recursos naturais existentes, seja para agricultura, pecuária, mineração, elaboração de novos produtos para incrementar o avanço tecnológico [...] ainda agredem de maneira violenta o meio ambiente e, especial, os corpos hídricos e, essa ação determina alterações no equilíbrio ambiental, com perda de estruturas básicas necessárias à proliferação e manutenção da biodiversidade como, por exemplo, o habitat, o nicho ecológico, logo, a integração entre eles ainda não foi alcançada, devido a permissão, por atos legais da exploração, industrialização e comercialização dos recursos naturais, dentro e fora das UCs (Pereira, 2017, p.15).

As unidades de conservação desempenham um papel fundamental na proteção da biodiversidade e na manutenção das funções ecossistêmicas definidas e regulamentadas pela legislação federal, especialmente pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC, 2024).

No Brasil, as categorias de unidades de conservação são estabelecidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2024) e se dividem, basicamente, em duas classes: as Unidades de Proteção Integral, que têm como objetivo preservar a natureza impossibilitando a exploração dos recursos naturais, onde tanto as atividades humanas se restringem a pesquisas e educação ambiental,

englobando os parques nacionais, estações ecológicas, reservas biológicas, refúgios de vida silvestre e monumentos naturais; e as Unidades de Uso Sustentável, que permitem o uso consciente dos recursos naturais, conciliando conservação e aproveitamento, incluindo áreas de proteção ambiental, reservas extrativistas, florestas nacionais e reservas de desenvolvimento sustentável (SNUC, 2024).

Além dessas, existem categorias complementares como os santuários de vida silvestre e as áreas de preservação permanente, além das unidades privadas que podem ser administradas com foco na proteção da biodiversidade. Essas unidades desempenham um papel crucial na preservação dos ecossistemas e na promoção do desenvolvimento sustentável.

Os corredores ecológicos (áreas de junção de pontos com densidade de vida, flora e fauna), por sua vez, são fundamentais para conectar fragmentos de habitat, facilitando o deslocamento e a migração de espécies, o que é vital para sua reprodução e sobrevivência. Essa conectividade ajuda a aumentar a biodiversidade, promovendo a troca genética entre populações isoladas e, assim, fortalecendo a resiliência dos ecossistemas frente às mudanças climáticas e outras ameaças (SEOANE, 2010).

Os fragmentos florestais encontrados nos biomas, caracterizados como hotspots, devem ser conectados como corredores ecológicos, uma vez que apresentam grandes taxas de biodiversidade e endemismo, conservando o banco genético das espécies, subespécies e variedades encontradas (fauna e flora) e o habitat (ecossistema).

No Brasil, são considerados hotspots o bioma do Cerrado e da Mata Atlântica, esta última foi extremamente fragmentada desde o período da colonização e que precisam se conectar como corredores ecológicos e como áreas de proteção ambiental. É de extrema importância a perpetuação dessas regiões como áreas de recuperação e incentivo a regeneração das florestas nativas.

Pinto, aborda esta temática e condizera que,

Através dos corredores de biodiversidade busca-se enfrentar um dos principais desafios para a conservação da biodiversidade, especialmente dos hotspots, que é o crescente isolamento das áreas naturais. Como a conservação da diversidade biológica envolve não somente a preservação das espécies, mas também da diversidade genética contida em diferentes populações, é essencial proteger múltiplas populações da mesma espécie, que nos hotspots estão cada vez mais isoladas e suscetíveis a eventos estocásticos de natureza genética ou demográfica, portanto, com maiores probabilidades de se

extinguirem localmente (PINTO, 2006, p.14).

Sobre os corredores ecológicos e sua função de mitigação contra a perda de biodiversidade, Seoane, considera que:

[...] em muitas regiões do planeta, as áreas ocupadas pelos ecossistemas naturais são pequenas manchas rodeadas por áreas ocupadas e utilizadas pelas atividades antrópicas. Este processo é denominado fragmentação, definida como a transformação de um habitat contínuo em manchas de habitat, que variam em tamanho e forma [...]. A expansão do uso e ocupação antrópica do espaço terrestre leva a uma severa fragmentação dos habitats naturais. Corredores ecológicos podem facilitar o deslocamento de organismos entre fragmentos de habitats e têm sido cada vez mais adotados como uma ferramenta para manter e restaurar a biodiversidade (Seoane, 2010, p.211).

Como alternativa para a conservação ambiental e restauração de potencial ecológicos do meio ambiente, os corredores ecológicos, conectam fragmentos de habitats, são essenciais para a conservação da biodiversidade, permitindo o fluxo genético e matéria, a movimentação de espécies, concentração de biomassa e nutrientes no solo.

A Lei 11.428 que diz respeito da conservação, proteção, regeneração, e a utilização do bioma de Mata Atlântica, salienta que todos os remanescentes florestais enquadrados na categoria de floresta primária e secundária inicial, médio e avançado de regeneração, contribui para a implantação de unidades de conservação (U.C), pois, desempenham fundamental papel, na conservação dos ecossistemas deste bioma.

As áreas protegidas de acordo com Marcovitch (2006), não apenas conservam a flora e a fauna, mas também proporcionam uma gama de benefícios ecossistêmicos importantes para a sociedade, como a promoção do turismo sustentável, que pode ser um motor econômico e educativo, e a regulação do clima, que inclui a captura de carbono e a proteção de recursos hídricos. A efetividade das unidades de conservação é essencial não apenas para a proteção da natureza, mas também para a manutenção do bem-estar humano e a qualidade de vida nas comunidades que dependem desses serviços ecossistêmicos.

O meio físico, que inclui solos, vegetação, geologia e clima, tem um papel determinante na formação e na estrutura dos biomas e na função ecossistêmica, principalmente, como meio de suporte a vida e regulação dos ciclos bioquímicos que são responsáveis pela manutenção da biodiversidade e pela circulação dos fluxos de energia e matéria.

A partir dessa perspectiva, Alerisa salienta que:

[...] as funções de regulação de um ecossistema estão relacionadas à capacidade de regular processos ecológicos essenciais de suporte à vida, por meio de ciclos biogeoquímicos e outros processos da biosfera, sendo que todos esses processos são mediados pelos fatores abióticos de um ecossistema (incluindo aspectos do meio físico). Como função de regulação associadas ao meio físico pode-se citar, como exemplo, a atmosfera e suas interações, a capacidade de absorção, filtragem e de estocagem de água e capacidade de retenção (proteção) de solo, que previne o fenômeno de erosão e de compactação do solo (Alerisa, 2018, p.187).

Nas considerações sobre o meio físico, nos aspectos relacionados a interação entre o solo, o clima, o relevo a geologia, os recursos naturais e os diferentes ambientes que compõe as paisagens, Alerisa, considera que:

[...] os aspectos do meio físico por si só configuram-se como parte do ecossistema e assumem importante papel nas funções de regulação, suporte e provisão. As rochas e suas estruturas quando expostas e submetidas a um determinado clima passam por processos de alteração intempérica e configuram o relevo e o desenvolvimento da cobertura superficial. Isto ocorre devido a atuação dos processos de dinâmica superficial que dependem diretamente das condições climáticas (Alerisa, 2018, p.187).

Nesta linha, para Alerisa (2018), a interação entre esses fatores físicos e os ecossistemas é crucial para entender a capacidade de suporte do meio ambiente e a sustentabilidade das práticas humanas.

2.2 Abordagem geoambiental integrada

Os estudos geoambientais, constituem-se em importantes ferramentas de análise, zoneamento e planejamento ambiental, podendo ser realizado através de um levantamento de dados fisiográficos de determinada região, tais como: Geologia, Geomorfologia, Hidrografia, Pedologia, Climatologia e Vegetação (Guerra e Cunha, 2024). Os elementos que compõem o geoambiente, devem ser estudados de forma interdependente e integrada, levando em consideração a interação do meio natural, com as dinâmicas ecológicas e as atividades antrópicas.

Na perspectiva da análise ambiental, como sistema integrado, onde todos os elementos possuem relações interdependentes, Guerra e Cunha consideram que as paisagem deve-se entendidas como,

[...] resultante da ação integrada do clima e organismos sobre o

material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo, o qual apresenta características que constituem a expressão dos processos e dos mecanismos dominantes na sua formação (Guerra e Cunha, 2004, p.66).

A bacia hidrográfica, compreendida como unidade de análise ambiental, apresenta-se como um sistema dinâmico, resultante da interação entre fatores físicos, bióticos e antrópicos. Segundo Santos (2015, p. 6709-6710), a abordagem de pares dialógicos permite uma leitura aprofundada das inter-relações espaciais e temporais, estruturando o estudo das bacias hidrográficas a partir da integração entre elementos naturais e socioeconômicos. Nesse contexto, a investigação da paisagem se fundamenta na análise simultânea de pares, cuja interdependência subsidia a compreensão das dinâmicas ambientais e territoriais.

A abordagem em pares dialógicos na análise ambiental integrada requer a associação de variáveis que interagem na organização e evolução das bacias hidrográficas. No presente estudo, considera-se a correlação entre os seguintes pares estruturantes: (i) hidroclimatologia e dinâmica hídrica, abordando os elementos climáticos, termo-pluviometria e balanço hídrico em relação à distribuição dos cursos d'água e aquíferos; (ii) geologia e geomorfologia, analisando a crono-litoestratigrafia e os processos morfogenéticos que definem o modelado do relevo; (iii) pedobiogeografia e cobertura vegetal, investigando a relação entre os tipos de solo, sua estabilidade estrutural e as formações vegetacionais associadas; e (iv) uso e ocupação das terras e dinâmica socioeconômica, avaliando a distribuição espacial das atividades humanas e suas implicações sobre a integridade dos sistemas naturais.

A aplicação do método dialógico possibilita uma leitura mais abrangente das bacias hidrográficas, superando abordagens fragmentadas e setoriais. A compreensão integrada das interações físico-naturais e socioespaciais permite identificar padrões, processos e tendências que subsidiam o planejamento e a gestão ambiental. Dessa forma, a bacia hidrográfica não apenas representa um recorte espacial para a pesquisa, mas se configura como um eixo estruturante para estratégias de conservação, ordenamento territorial e uso sustentável dos recursos hídricos.

De acordo Santos (2017, p. 9),

A bacia hidrográfica constitui um sistema complexo de vertentes e canais, interligado ao subsistema de águas subterrâneas e influenciado por fatores políticos, socioeconômicos, institucionais e tecnológicos.

Esse entendimento reforça a relevância da abordagem dialógica, pois permite integrar as dimensões físicas e antrópicas na análise dos impactos ambientais e na formulação de estratégias de manejo sustentável. Ao articular os pares hidroclimatologia-dinâmica hídrica, geologia-geomorfologia, pedobiogeografia-cobertura vegetal e uso da terra-dinâmica socioeconômica, torna-se possível não apenas caracterizar a estrutura e a funcionalidade das bacias hidrográficas, mas também identificar suas vulnerabilidades e potencialidades, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos sistemas naturais do planejamento territorial.

Os geoambientes configuram-se como unidades territoriais que resultam da interação entre elementos geológicos, ecológicos e sociais. Essas unidades são definidas por um conjunto de fatores, incluindo relevo, vegetação, clima e o uso do solo, que se entrelaçam para formar uma diversidade paisagística e cultural e são essenciais no estudo e elaboração de diagnósticos ambientais, estudo de vulnerabilidade ambiental, planos de mitigação e conservação do meio ambiente.

Andrade, pontua a eficácia do diagnóstico ambiental para o entendimento a estrutura e funcionamento de um geoambiente, planejamento e manejo de recursos naturais, onde:

A geração do diagnóstico geoambiental possibilita conhecer os componentes do meio, entender sua estrutura e relacionamento, permitindo conhecer e registrar as propriedades, atributos, ofertas e restrições ecológicas dos componentes, extrair informações inerentes às potencialidades e limitações de cada componente ambiental, com base nas ofertas ecológicas apresentadas, permitindo planejar o uso e o manejo dos recursos disponíveis em função de suas verdadeiras vocações agroecológicas (Andrade, 2009, p. 122).

O conceito de geoambiente é essencial para entender a dinâmica das bacias hidrográficas, pois integra aspectos geológicos e ambientais que afetam a gestão dos recursos hídricos. Nessa abordagem, a interação entre relevo, geologia e uso do solo dentro de uma bacia hidrográfica influencia diretamente o comportamento do escoamento superficial e a qualidade da água.

Na análise da bacia hidrográfica, em uma abordagem integrada entre elementos geoambientais, é necessário compreender o papel da cobertura vegetal para a integridade física de um rio. Sobre a associação entre fatores geoambientais que compreendem uma bacia hidrográfica, Steveux pontua que:

Sob uma mesma precipitação, litologia, e relevo, uma bacia florestada produzirá um escoamento final muito inferior ao de uma bacia com

qualquer outra cobertura vegetal. Isso se dá devido á grande outra cobertura vegetal. Isso se dá devido á grande quantidade de água que uma floresta consome sob a forma de evapotranspiração e à alta taxa de infiltração propiciada pela resistência física ao fluxo superficial (Stevaux, 2017, p. 75).

Para Stevaux (2017), diferentes tipos de cobertura do solo e características geológicas, podem modificar substancialmente o regime de escoamento e a capacidade de infiltração da água. A áreas com solos permeáveis e vegetação densa, por exemplo, tendem a apresentar um escoamento reduzido e maior infiltração, o que é crucial para a preservação dos níveis de água subterrânea e a mitigação de eventos de enchentes.

Na análise de uma bacia hidrográfica, é crucial adotar uma abordagem integrada que considere todos os componentes do geoambiente e isso inclui a avaliação das características geológicas, como litologia e estrutura do solo, além dos aspectos topográficos e do uso do solo.

Stevaux (2017, p. 75) ressalta que "sob uma mesma precipitação, a litologia e o relevo de uma bacia podem determinar variações significativas no escoamento final, devido à capacidade de infiltração proporcionada pelas condições geológicas e pela vegetação presente." Sendo assim, compreender os elementos geoambientais é vital para desenvolver estratégias eficazes de gestão das águas e para a prevenção de desastres naturais, como enchentes e deslizamentos.

A integração dos dados geoambientais proporciona uma visão holística da bacia hidrográfica e facilita a identificação de vulnerabilidades e oportunidades para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Nesse sentido, o uso de ferramentas como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e modelagem hidrológica para combinar informações sobre geologia, relevo e cobertura vegetal.

Coutinho (2006) observa que a análise dos fatores geoambientais deve considerar a uniformidade do macroclima, a fitofisionomia e as condições ambientais específicas de cada bacia, para garantir um planejamento adequado e a conservação dos recursos naturais. Essa abordagem integrada é fundamental para formular planos de manejo que reflitam as condições reais da bacia e do bioma suporte, afim de promover a conservação dos ecossistemas e a resiliência das comunidades locais.

Na análise ambiental de uma bacia hidrográfica, é crucial adotar uma visão abrangente que leve em conta as interações complexas entre os elementos geoambientais. Compreender essas interações, viabiliza a identificação de áreas

críticas, potencialidades ecológicas, implementar medidas de proteção. Assim, a análise geoambiental se revela como um componente essencial na gestão sustentável das bacias hidrográficas.

O planejamento e gestão dos recursos hídricos, influencia diretamente na disponibilidade e qualidade da água, além de influenciar os ecossistemas aquáticos. As bacias são delimitadas por divisores de água, áreas elevadas que separam diferentes bacias hidrográficas. Sobre a essa perspectiva, Vale pontua que:

Para o desenvolvimento de políticas que auxiliem o planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas torna-se fundamental conhecer tanto as suas características físicas quanto os tipos de usos. O planejamento ambiental é uma necessidade para a preservação dos recursos hídricos, de maneira a evitar o desgaste de solos com ocupações inadequadas, que potencializam enchentes e agravam o problema da escassez da água (Vale, 2020, p. 314).

Os sistemas fluviais constituem as redes de rios e riachos que drenam uma bacia hidrográfica. Os componentes principais incluem: Rios principais: Recebem água de vários tributários, Tributários: Rios menores que contribuem para o rio principal (Botelho, 1999). O padrão formado pelos rios dentro de uma bacia, que pode ser dendrítica, treliça ou radial, influenciando a eficiência da drenagem em uma bacia hidrográfica (Vale, 2020).

Para o INEMA (2023), a bacia hidrográfica abrange uma área de captação natural da água proveniente da chuva, que atua na convergência dos escoamentos em um único exutório ou ponto de saída.

A superfície do solo atua como vertente conectada a uma rede de drenagem alimentada por vários cursos de água que fluem até a foz. Nas considerações de Christofolletti (1978), a bacia hidrográfica também pode ser entendida como uma área que pertence a um sistema de drenagem fluvial. Segundo Vale (2020), a bacia hidrográfica é definida como uma área de terra onde toda a precipitação drena para um ponto comum, como um rio, lago ou oceano.

A bacia hidrográfica, também denominada bacia de drenagem, configura-se como um sistema dinâmico e interdependente, no qual vertentes e canais estruturam a drenagem de uma determinada área, conduzindo volumes de água até seu exutório, o ponto de saída. Esse sistema não opera isoladamente, estando intrinsecamente vinculado ao fluxo das águas subterrâneas, em um processo influenciado por variáveis físicas, ecológicas e antrópicas. De acordo com essa abordagem, a bacia hidrográfica transcende sua função geomorfológica e hidrológica, assumindo o papel de unidade

territorial de análise, planejamento e gestão ambiental, ao integrar as interações entre os sistemas físico-naturais e os sistemas humanos (SANTOS, 2017).

A adoção desse conceito possibilita uma compreensão ampliada da dinâmica ambiental, na medida em que reconhece a bacia como um espaço em constante transformação, sujeito a pressões políticas, socioeconômicas, institucionais, culturais e tecnológicas. Esse enfoque permite avaliar, com maior precisão, os impactos das atividades humanas sobre os recursos hídricos, subsidiando estratégias de manejo sustentável e mitigação de impactos. Dessa forma, a abordagem integrada da bacia hidrográfica torna-se peça-chave para um planejamento territorial eficiente, garantindo a cooperação entre uso dos recursos naturais e conservação ambiental.

Logo, para Santos (2017), entende-se 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).

Para Streveux (2017), uma rede de drenagem ou rede hidrográfica é um sistema de canais que proporciona não só o transporte de água, mas também de sedimentos através de um rio principal, seus afluentes e subafluentes. Este sistema fluvial funciona de forma conectada, corpos de água e relevo, nessa perspectiva, a gravidade atua levando a água dos pontos mais altos do terreno para os mais baixos.

De acordo com Steveux:

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).

Sobre a drenagem de uma bacia hidrográfica, Steveux complementa:

As características hidrológicas de uma bacia são influenciadas também pela capacidade que as rochas e o manto de solo têm de absorver e reter temporariamente a água, uma vez que o escoamento direto é apenas uma parte do escoamento total. Bacias sobre embasamento rochoso e solo de baixa permeabilidade apresentarão escoamento total com maior contribuição para o escoamento direto. Em uma bacia formada por rochas de grande absorção e infiltração de água, como sedimentos ricos em gipsita, a intensidade da precipitação praticamente não influencia no hidrograma (Steveux, 2017, p. 45).

A bacia hidrográfica é delimitada pelo relevo, sobretudo, dos divisores topográfico, onde as águas das chuvas convergem para um curso d'água principal, a formando um sistema integrado de drenagem, influenciando diretamente na disponibilidade e na qualidade da água na região.

Santos e Duarte (2020), tratando sobre os processos da dinâmica fluvial que ocorrem em uma bacia, destaca a erosão, o transporte e deposição de sedimentos, onde a erosão desgasta o solo e as rochas, onde promove o transporte dos sedimentos pelas águas corrente, e a deposição ocorre quando a água perde energia.

Fatores como declividade do terreno, volume de água e tipo de solo/vegetação influenciam esses processos, moldando a paisagem fluvial. Nesse sentido, é necessário que ambientes fluviais são alterados em sua composição em estrutura, a partir da ação antrópica associada a formas de uso do solo (agricultura, pecuária, construção civil, barragens, desvio dos cursos dos rios para o abastecimento de outras regiões), o que provoca a mudança do potencial de drenagem dos canais de uma bacia.

Santos e Duarte, pontua a dinâmica dos ambientes fluviais, degradação, ocupação e uso de solo de forma geral onde:

As alterações no leito dos rios obedecem a uma dinâmica condicionada por forças naturais que podem ser afetadas pela ação humana. No último século, essas alterações refletem a extensiva e intensiva ação do homem sobre os ambientes fluviais, de tal modo que as atividades antrópicas passaram a contribuir, não só para degradação do meio natural, mas também para aceleração do processo de alteração das bacias fluviais, levando à intensas e impactantes modificações na paisagem em pequenos intervalos de tempo. A forma com que esses impactos ocorrem nos corpos hídricos podem ser classificados como direto e indireto. Os impactos indiretos ocorrem quando as ações antrópicas derivadas da urbanização causam mudanças na capacidade do canal e nos processos fluviais. Os efeitos diretos decorrem das obras de engenharia construídas no interior dos cursos fluviais, como construção de barragens, hidrelétricas e desvios, causando mudanças na dinâmica de canais fluviais (Santos e Duarte, 2020, p. 2).

Nas pesquisas sobre as bacias hidrográficas, entre as diversas possibilidades, Oliveira e Kliemann (2012), destaca os aspectos relacionados aos estudos da fisiografia, magnitude e morfometria. A fisiografia consiste nas relações das características físicas de uma bacia, como relevo, tipos de solo e uso da terra, que está diretamente ligada ao comportamento hidrológico da bacia. A magnitude é a quantidade de água que flui na bacia, medida em termos de vazão, que pode variar conforme as condições climáticas e sazonais e está relacionada com densidade de drenagem.

A morfometria de uma bacia hidrográfica diz respeito a análise das formas e dimensões das bacias e suas redes de drenagem. Esses parâmetros abordam a área da bacia e a influencia a quantidade total de água coletada, a densidade de drenagem, ou seja, número de rios e riachos por unidade de área e o índice de circularidade é a relação entre a área da bacia e o perímetro, refletindo a eficiência do escoamento superficial (Oliveira e Kliemann, 2012).

Vale e Bordalo, complementam ao afirmar que:

A morfometria de uma bacia hidrográfica é feita com base nas principais medidas físicas, representando um avanço para a compreensão do modelado do relevo. O conhecimento das características morfométricas é uma ferramenta de diagnóstico das condições fisiográficas naturais, visto que o seu quadro natural pode se conformar em suscetibilidade a enchentes. Os parâmetros morfométricos fator de forma, densidade de drenagem e declividade do terreno são indicadores da suscetibilidade à degradação ambiental. Já as características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo refletem algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio das águas das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, estrutura geológica e formação superficial dos elementos que compõem a superfície terrestre (Vale e Bordalo, 2020, p. 318).

Para a análise de uma bacia hidrográfica, deve ser considerado o potencial de retenção das águas pelo solo e pelas rochas encontradas em conjunto com as condições fisiográficas da área que compreende esse ambiente. Em um ambiente onde o potencial de retenção de água no manto do solo e nas rochas é baixo, maior será o índice de escoamento superficial. No caso de uma bacia hidrográfica com potencial de absorção da água maior será o índice de infiltração.

Nos aspectos relacionados a conservação de uma bacia hidrográfica é necessária pensar em como os elementos fisiográficos funcionam de forma interdependente, nesse sentido, a vegetação contribui para a eficiência de infiltração da água no solo e funciona como uma barreira física, reduzindo o escoamento

superficial, especialmente em áreas de floresta ombrófila densa. O sistema radicular das plantas contribui para a absorção de nutrientes e água, além de fixar a vegetação no solo e controlar a força de vazão no sistema de drenagem e o escoamento superficial nas áreas adjacentes (Oliveira e Kliemann, 2012).

A análise de bacias hidrográficas integra conceitos da teoria dos sistemas e da geomorfologia para compreender as interações entre os componentes naturais e antrópicos de um território. Desenvolvida por Ludwig von Bertalanffy, a teoria dos sistemas propõe que um sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados ou interdependentes que formam um todo organizado, que não pode ser compreendido apenas pela análise isolada de suas partes (Bertalanffy, 1968). Aplicada às bacias hidrográficas, essa teoria permite entender como os diferentes elementos, como solo, água, vegetação e atividades humanas, interagem e influenciam a dinâmica da bacia.

O conceito de geossistema, descreve um sistema espacial onde componentes naturais e antrópicos interagem de maneira organizada, resultando em um equilíbrio dinâmico (Sochava, 1978). Este conceito é fundamental para a análise geossistêmica, que busca identificar e entender as relações e processos dentro de uma bacia hidrográfica, considerando tanto os fatores abióticos (geologia, relevo, clima) quanto os bióticos (vegetação, fauna) e antrópicos (uso do solo e ocupação). A análise geossistêmica permite uma abordagem integrada e holística, essencial para o planejamento e gestão sustentável de bacias hidrográficas.

A análise de paisagem envolve métodos que vão além da simples descrição visual, incluindo a avaliação de processos ecológicos e as interações entre os elementos da paisagem. Métodos de análise, como o mapeamento temático e a modelagem espacial, permitem identificar padrões de uso do solo, fragmentação de habitats e fluxos de matéria e energia, proporcionando uma base sólida para a gestão ambiental.

A associação entre sociedade e natureza é interdependente ao conceito de geossistema, pois reconhece que a intervenção humana altera os processos naturais. As bacias hidrográficas são unidades geográficas, onde a gestão dos recursos hídricos deve equilibrar as necessidades humanas (abastecimento de água, agricultura, energia) com a preservação dos ecossistemas.

A teoria geossistêmica, parte da premissa da análise integrada (Potencial ecológico, exploração econômica da fauna, flora e solo e ação antrópica) e que aplicado nos estudos das bacias hidrográficas, de sua estrutura e funcionamento, bem

como, a gestão de recursos naturais, com visa ao uso sustentável. Logo, a compreensão dessas interações complexas, promovendo uma abordagem de gestão que considera a sustentabilidade ambiental que pode ser aliada na gestão de recursos e planos de mitigação de impactos ambientais.

A interação entre os pilares da concepção de Bertrand sobre o Geossistemas — potencial ecológico, exploração econômica da fauna e flora e ação antrópica — é a base para a compreensão de sistema ambiental (BERTRAND, 1968), como uma bacia hidrográfica. O potencial ecológico é capacidade da bacia de sustentar biodiversidade através de serviços ecossistêmicos, e a exploração dos recursos naturais envolve a utilização desses recursos naturais pelos homens para fins econômicos e que geram impacto ambiental.

A ação antrópica impacta tanto o potencial ecológico quanto a exploração do mesmo, o que contribui para a reflexão sobre as necessidades de uma gestão que equilibre uso e conservação. Esses pilares estão interdependentes como os sistemas. O uso sustentável dos recursos naturais, depende de um potencial ecológico saudável, logo, com a ação antrópica deve ser gerida para não comprometer esses aspectos de estrutura e funcionamento dos sistemas ambientais.

A análise de paisagem envolve métodos que envolvem a descrição visual, e incluem a avaliação de processos ecológicos e interações entre elementos. Dentre estes métodos, podemos citar, por exemplo, o mapeamento temático e modelagem espacial permitem identificar padrões de uso do solo, fragmentação de habitats e fluxos de matéria e energia, ferramentas importantes para a construção de uma base sólida para a gestão ambiental.

A associação entre sociedade e natureza é interdependente ao conceito de geossistema, pois este reconhece que a intervenção humana altera os processos naturais de forma significativa em sua estrutura e funcionamento. As bacias hidrográficas, nesse sentido, são unidades geográficas onde a gestão dos recursos hídricos deve equilibrar as necessidades humanas (abastecimento de água, agricultura, energia) com a preservação dos ecossistemas. A teoria geossistêmica, todavia, parte da premissa da análise integrada e aplica-se aos estudos das bacias hidrográficas, enfatizando a importância da sustentabilidade na gestão de recursos naturais.

A compreensão dessas interações complexas promove uma abordagem de gestão que considera a sustentabilidade ambiental, que se conecta a planos de

mitigação de impactos ambiental. Bertrand e Sochava fizeram contribuições significativas para a análise ambiental, destacando-se pela introdução do conceito de geossistema (BERTRAND, 1968). Essa ideia considera a interdependência entre componentes naturais e antrópicos, de suma importância para entender a dinâmica ambiental em diferentes contextos.

Uma de suas principais propostas foi a abordagem holística, que permite uma análise integrada ao levar em conta fatores abióticos, bióticos e antrópicos (BERTRAND, 1968). Essa perspectiva proporciona uma visão mais abrangente das interações ambientais, principalmente por sua capacidade de suporte para análise ambiental integrada ao planejamento e gestão dos recursos naturais e como diferentes elementos se influenciam mutuamente, meio ambiente e sociedade.

Sochava também destacou a importância do equilíbrio dinâmico nos sistemas ambientais, enfatizando que mudanças em um componente podem impactar os outros (BERTRAND, 1968). Essa compreensão contribui diretamente para a gestão sustentável dos recursos naturais.

Diante dessa perspectiva, Bertrand contribuiu para o desenvolvimento de métodos de análise que avaliam as interações entre os elementos da paisagem, como o mapeamento e a modelagem espacial, facilitando a identificação de padrões e processos (BERTRAND, 1968). Sua ênfase na necessidade de estratégias de gestão que considerem a sustentabilidade é fundamental para equilibrar o uso dos recursos e a preservação ambiental (BERTRAND, 1968). As ideias de Sochava são, portanto, essenciais para a compreensão e a gestão eficaz de ecossistemas complexos, especialmente em bacias hidrográficas.

De acordo com Sobrinho (2019), sobre a proposta metodológica de Bertrand, pontua que:

Ainda na década de 60, em Toulouse, França, o biogeógrafo Georges Bertrand aprimora o conceito russo de Geossistema corroborando com a hierarquização (táxon), o dimensionamento (escala) e a introdução, explícita, do elemento antrópico na sua conceituação. Para ele o Geossistema corresponde a um nível taxonômico da paisagem, de escala intermediária, podendo apresentar de unidades a centenas de quilômetros quadrados de dimensão. Bertrand (1968, p. 146) atribui ao Geossistema a seguinte particularidade – “é nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo”. O arranjo hierárquico proposto na sua categorização da paisagem admite 6 (seis) táxons, sendo eles da escala reduzida a escala de detalhe: Zona, Domínio, Região Natural, Geossistema, Geofácies e Geótopo. O parâmetro base de escala usada para cada táxon teve inspiração nos aspectos geomorfológicos,

sendo o trabalho proposto por Cailleux e Tricart (1956) a referência máxima. (Sobrinho, 2019, p. 2030).

Segundo Richard T. T. Forman, a unidade da paisagem como um componente essencial que pode ser classificado com base em sua estrutura e função. Logo, o autor distingue as características morfológicas, como a topografia e a forma do terreno, e aspectos ecológicos, que incluem a vegetação, habitats e os processos que ocorrem dentro dessas áreas. Forman enfatiza que compreender essas unidades é essencial para entender as dinâmicas ecológicas e a biodiversidade, onde, cada unidade desempenha um papel específico no ecossistema. Sua abordagem integrada permite analisar como as mudanças na paisagem podem afetar a estrutura de ambiente e a conservação dos recursos naturais (FORMAN, 1995).

, Simon A. Levin, no entanto, aborda a unidade da paisagem com um foco na escala e na conectividade. Para Levin, as unidades da paisagem não podem ser entendidas isoladamente, devendo ser analisadas dentro de um contexto mais amplo que considere as interações entre diferentes escalas espaciais. De acordo com o autor, a importância da conectividade entre as unidades, a disposição e a fragmentação das áreas afetam diretamente a dinâmica das populações e a distribuição de espécies. Sua perspectiva enfatiza que, para preservar a biodiversidade e garantir a resiliência dos ecossistemas, é essencial considerar como as unidades da paisagem (LEVIN, 1992).

Ambos os autores, defendem que as unidades da paisagem são fundamentais para os estudos ambientais, isso se dá, pois, as abordagens ressaltam a interdependência dos componentes da paisagem. Forman oferece uma base sólida para entender as funções específicas de cada unidade, enquanto Levin complementa essa visão ao enfatizar a importância das relações entre as unidades e as escalas. De forma geral, essas perspectivas fornecem uma base epistemológica para a gestão e conservação ambiental, permitindo que nessa pesquisa sejam desenvolvidas estratégias mais eficazes para enfrentar os desafios ecológicos encontrados no estudo da sub-bacia do rio Gandu.

2.3 Sistemas naturais e meio ambiente em bacia hidrografica

A abordagem dos temas sobre os recursos naturais, meio ambiente em bacias hidrográficas em uma perspectiva de análise integrada, em uma concepção de desenvolvimento sustentável, parte da premissa que a natureza e sociedade são componentes essenciais dentro um sistema ambiental, onde o desenvolvimento e a conservação, podem ser o caminho para o futuro, de forma integrada entre o ser humano e meio natural, como duas faces da mesma moeda.

Sobre a presente temática de sustentabilidade, Aquino (2015. p.39) conceitua o “desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades”.

Os recursos naturais são elementos encontrados na natureza e são vitais para o desenvolvimento das atividades humanas, entre eles: minerais, água, ar, solo, flora e fauna. De acordo com Odum (1971) os recursos naturais são "a matéria-prima para a existência da vida e a sustentabilidade das atividades humanas". São a base para a sobrevivência e desenvolvimento das sociedades desde os primórdios, fonte de matérias-primas fundamentais para a geração de energia, construção, segurança alimentar e produção industrial.

Na concepção de Gleick (1993), a importância da água, não reside apenas para o consumo direto, mas também para a agricultura e a industrial, modo e meio de vida, cultura e economia. Nessa perspectiva, a utilização dos recursos naturais pode ser renovável, como madeira e água, ou não renovável, como petróleo e demais fontes de combustíveis fósseis e minerais.

No contexto das sociedades humanas, se torna crucial, não só a discussão sobre a importância dos recursos naturais, mas também o planejamento e gestão sobre os seus usos, aliado a busca sobre fontes de energia alternativas e limpas. Sobre tal debate, Costanza (1997) enfatiza que a gestão sustentável dos recursos renováveis é de suma importância para o combate a superexploração e garantir sua disponibilidade futura dos recursos ambientais.

A partir dessa construção lógica, se torna também de igual importância refletir sobre a capacidade de suporte de um recurso natural, que se refere ao nível máximo de uso que permite sua regeneração (natural) sem causar danos irreversíveis ao meio ambiente. De acordo com Rees e Wackernagel (1994) ultrapassar essa capacidade

resulta em degradação ambiental e colapso dos ecossistemas, realidade que aponta para a necessidade de repensar a forma de utilização dos recursos naturais de forma sustentável, promover ações de conscientização ambiental que envolvam toda as esferas sociais e que sua participação nas tomadas de decisão política/social/ambiental seja democrática e efetiva.

A capacidade de suporte de um sistema está diretamente relacionada com a resiliência dos ecossistemas, ou seja, a capacidade de se recuperar de perturbações e manter suas funções essenciais. Nesse sentido, Holling (1973) define resiliência como "a capacidade de um sistema absorver perturbações e ainda manter suas funções básicas". Logo, a perda de resiliência pode levar a perda do potencial ecológico de determinada área, como desertificação ou degradação de outros ambientes.

Os recursos hídricos, que incluem as fontes de água disponíveis para uso humano e ecológico, devem estar vinculados com a gestão adequada para garantir a qualidade e disponibilidade para a sociedade. A UNESCO (2006) prevê que a escassez de água afetará cerca de 1,8 bilhões de pessoas até 2025. Esta informação, alerta para a necessidade de políticas eficazes de gestão hídrica e para mitigação de eventos que provem a degradação dos recursos hídricos e ambientais de forma integrada.

De acordo com Steveus (2017), a relação entre sociedade e natureza nas bacias hidrográficas deve ser de interdependência, isso se torna evidente na utilização do solo para agricultura, pecuária como também na urbanização e industrialização. Atividades antrópicas que promovem a degradação ambiental como desmatamento, agricultura extensiva e urbanização, impactam significativamente os recursos hídricos no abastecimento e na qualidade. Como resultado, a erosão do solo, perda de biodiversidade e alteração dos regimes hidrológicos que impactam significativamente a natureza e a sociedade.

Nesse cenário, o estágio de degradação ambiental em que se encontram os ecossistemas naturais, necessitam de intervenção como ações voltadas para a implantação e/ou conservação das áreas protegidas como as Unidades de Conservação (UC), Áreas de Preservação ambiental (APA), e as Áreas de preservação Permanente (APP), com visa a restauração dos sistemas naturais.

Não obstante, a cooperação com leis de conservação ambiental, a exemplo; a Lei nº 12.651 (Proteção da vegetação nativa) e a Lei nº 11.428 (Lei da Mata Atlântica – único bioma com lei própria), Lei nº 9.985 (S.N.U.C – Sistema Nacional de Unidades

de Conservação).

Para Pereira e Antônio, a promulgada a Lei n. Lei n 9.985 objetivou:

A restauração do ecossistema em uma escala de paisagens, juntamente com a gestão sustentável de outros tipos de uso da terra, incluindo agricultura, pastagens, silvicultura, expansão de áreas protegidas é cada vez mais reconhecida como parte necessária de uma pacote de atividades para a conservação da diversidade (Pereira e Antônio, 2017, p.3).

As Unidades de Conservação (UC) desempenham funções ecossistêmicas importantes, como a proteção de habitats, regulação do clima e manutenção da qualidade da água e do ar, além de fornecer serviços ecossistêmicos, como polinização e controle de pragas. UC podem coexistir com sistemas agroflorestais (SAFs), que combinam produção agrícola com conservação florestal, promovendo sustentabilidade e resiliência ecológica.

A conversão de habitats naturais em áreas agrícolas ou urbanas pode levar à perda de biodiversidade, degradação do solo e poluição dos recursos hídricos, e impacta negativamente a qualidade ambiental e os serviços ecossistêmicos. A gestão sustentável da terra é essencial para mitigar esses impactos e preservar a integridade dos ecossistemas.

2.4. Planejamento ambiental em bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica é uma importante unidade de planejamento que desempenha um papel fundamental na gestão dos recursos hídricos de uma determinada região. Para Guerra e Cunha (2012), as bacias hidrográficas se constituem em unidades geográficas de planejamento e estudo que compõem elementos não só físicos/naturais, mas também antrópicos. Dentro deste cenário, a análise geoambiental atua na investigação e interpretação desses sistemas de forma integrada, abordando a relação entre o uso e ocupação da terra e elementos que englobam potenciais hídricos e paisagísticos de um território.

A pesquisa sobre o potencial e disponibilidade de recursos hídricos é uma importante ferramenta para o planejamento e gestão do uso da água, aliada as questões ambientais integradas, como: desmatamento, supressão da floresta em áreas de mata ciliar, assoreamento de rios e perda da biodiversidade de forma

integrada, o que contribui para o levantamento do potencial paisagístico para a criação de unidades de conservação.

Os estudos sobre o potencial e disponibilidade de recursos hídricos é uma importante ferramenta para o planejamento e gestão do uso da água aliada as análises de questões ambientais integradas, como: desmatamento, supressão da floresta em áreas de mata ciliar, assoreamento de rios e perda da biodiversidade de forma geral. Nesta perspectiva, a vertente da análise geoambiental é importante nos estudos de alterações da paisagem, da perda do potencial paisagístico, da biodiversidade e da degradação ambiental, com subsídio ao planejamento ambiental.

A Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) são órgãos que têm como objetivo promover a gestão integrada das bacias hidrográficas no Brasil. Por meio de estudos e monitoramento constante, essas instituições buscam identificar os principais desafios e oportunidades para a gestão sustentável dos recursos hídricos em cada bacia. Além disso, o Ministério do Meio Ambiente atua na formulação de políticas e diretrizes para a proteção e conservação dos recursos hídricos, visando garantir a disponibilidade de água para as atuais e futuras gerações.

As ações de planejamento e gestão das bacias hidrográficas envolvem uma série de etapas e processos que visam garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e o equilíbrio ambiental da região. Alguns dos principais aspectos dessas ações devem ser pontuados como: diagnóstico da situação; plano de manejo de bacias; envolvimento dos atores locais; monitoramento e avaliação; educação ambiental.

A Lei nº 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas, estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos e institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa lei é um marco na gestão dos recursos hídricos no Brasil e estabelece diretrizes e instrumentos para a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos em todo o território nacional.

No que diz respeito às bacias hidrográficas, a Lei das Águas estabelece que a gestão dos recursos hídricos deve ser feita de forma descentralizada e participativa, com a participação dos usuários e da sociedade civil na elaboração dos planos de recursos hídricos e na tomada de decisões sobre o uso da água.

É importante salientar também, que a Lei prevê a criação dos Comitês de Bacia Hidrográfica, que são órgãos colegiados responsáveis por promover a gestão participativa das águas nas bacias hidrográficas, garantindo a integração entre os

diversos usos da água e a conservação dos recursos hídricos. A Lei das Águas também estabelece os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, como os Planos de Recursos Hídricos, os enquadramentos dos corpos d'água em classes de uso, os mecanismos de cobrança pelo uso da água e a outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, visando garantir a disponibilidade e a qualidade da água para as atuais e futuras gerações.

Sobre o uso sustentável dos recursos hídricos, a Lei nº 9.433/1997, prevê a proteção e das áreas das nascentes dos rios e sua integridade estrutural e biológica. Diante desse cenário, é fundamental para garantir a disponibilidade e a qualidade da água ao longo de toda a bacia hidrográfica, pois as nascentes são os pontos de origem dos cursos d'água e desempenham um papel crucial na manutenção do ciclo hidrológico.

A Lei das Águas prevê a proteção das nascentes que se constituem em de áreas de recarga dos aquíferos como parte integrante da gestão dos recursos hídricos. Dessa forma, a lei estabelece que as áreas de nascentes e de recarga devem ser preservadas, recuperadas e utilizadas de forma sustentável, visando garantir a quantidade e a qualidade da água disponível nos rios e mananciais.

Aliada a perspectiva de preservação e conservação, a Lei das Águas prevê a criação de áreas de proteção de mananciais e de áreas de preservação permanente (APPs) ao longo dos cursos d'água, incluindo as nascentes, com o objetivo de proteger os recursos hídricos e garantir a manutenção dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados.

Os principais artigos da Lei das Águas que abordam a proteção das nascentes e das áreas de recarga dos aquíferos são:

- Artigo 1º: Estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, com o objetivo de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados para os diversos usos.
- Artigo 2º: Define os princípios e fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, incluindo a gestão descentralizada e participativa, a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental, e a proteção e preservação dos recursos hídricos.
- Artigo 9º: Estabelece que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da sociedade civil, visando à proteção e ao uso sustentável dos recursos hídricos.

- Artigo 10: Determina que a gestão dos recursos hídricos deve ser realizada de forma integrada com a gestão ambiental, incluindo a proteção das nascentes, dos cursos d'água e das áreas de recarga dos aquíferos.

O Código Florestal, Lei nº 12.651/2012, também desempenha um papel importante na proteção das nascentes dos rios e na preservação das áreas de recarga dos aquíferos, complementando a Lei das Águas. O Código Florestal estabelece normas para a proteção e a conservação das florestas e demais formas de vegetação nativa, visando à conservação dos recursos naturais, à manutenção da biodiversidade e à proteção dos recursos hídricos.

Algumas disposições do Código Florestal que contribuem para a proteção das nascentes dos rios e das áreas de recarga dos aquíferos são:

- Estabelecimento de áreas de preservação permanente (APP): O Código Florestal define as áreas de preservação permanente, que incluem as nascentes, margens de rios, topos de morros, encostas e áreas de recarga de aquíferos, entre outros. A manutenção e a recuperação dessas áreas são fundamentais para a proteção dos recursos hídricos.
- Reserva Legal: O Código Florestal determina a obrigatoriedade de manutenção de uma reserva legal em propriedades rurais, que corresponde a uma porcentagem da área total da propriedade que deve ser mantida com vegetação nativa. A reserva legal contribui para a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos, incluindo as nascentes e áreas de recarga.
- Regularização ambiental: O Código Florestal estabelece regras para a regularização ambiental de propriedades rurais, visando à adequação das áreas de preservação permanente e reserva legal. A regularização ambiental contribui para a proteção das nascentes e dos recursos hídricos, garantindo a sustentabilidade ambiental das propriedades.

A gestão de bacias hidrográficas é fundamental para garantir o uso sustentável dos recursos hídricos e a proteção do meio ambiente. Os principais objetivos dessa gestão abrangem diversas áreas críticas.

A sustentabilidade dos recursos hídricos é um dos focos principais, promovendo um uso responsável da água para que as necessidades atuais possam ser atendidas sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprir suas próprias demandas. Em seguida, a qualidade da água é um aspecto central, defendendo a proteção e a melhoria dos corpos hídricos contra a poluição e os impactos adversos das atividades

humanas, como a agricultura, a indústria e a urbanização.

Outro objetivo importante é a conservação de ecossistemas, que visa proteger a biodiversidade e a integridade ambiental associada às bacias hidrográficas. Além disso, a gestão busca prevenir desastres naturais, minimizando os riscos de eventos como enchentes e secas através do monitoramento e do planejamento cuidadoso do uso do solo e dos recursos hídricos.

A integração e a participação social também são essenciais nesse processo, promovendo a colaboração entre todas as partes interessadas, incluindo governos, comunidades e setores produtivos. Essa abordagem assegura que as decisões relacionadas à gestão das bacias sejam tomadas de forma colaborativa e inclusiva.

Outro aspecto relevante é o planejamento e o uso integrado do solo e da água, que busca otimizar o uso dos recursos, evitando conflitos e promovendo o desenvolvimento sustentável. Para isso, a implementação de sistemas de monitoramento é crucial, pois permite a coleta de dados sobre a quantidade e qualidade da água, além de avaliações periódicas sobre a eficácia das ações de gestão.

Por fim, a educação e a conscientização ambiental são fundamentais para informar e sensibilizar a população sobre a importância da preservação dos recursos hídricos e das bacias hidrográficas.

Esses objetivos são interconectados e, juntos, promovem uma gestão eficaz e sustentável das bacias hidrográficas, equilibrando as diversas demandas de uso com a necessária conservação ambiental

De acordo com Castro (2013), as bacias hidrográficas são unidades fundamentais para o planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos. Essa abordagem considera à sua natureza integrada e às vantagens que oferece de gestão e de qualidade e abastecimento de água e manejo dos recursos naturais como um todo.

O planejamento e gestão dos recursos naturais que dão suporte a bacia hidrográfica, viabiliza uma abordagem holística do meio ambiente e dos impactos das atividades humanas. Segundo Carvalho (2009), a coordenação entre diferentes usos da água e setores, como agricultura, indústria e abastecimento urbano, contribui para o uso racional e eficiente e a partir do manejo pensado de forma integrada, por todas esferas sócias e dos setores produtivos. A integração, todavia, deve trabalhar na mitigação de impactos socioambientais, como: a poluição, desmatamento de matas ciliares, degradação do solo, perda de biodiversidade, a competição por água, que

podem ser melhor abordados quando se considera a totalidade da bacia (Silva, 2018).

Como benefício, a gestão de bacias hidrográficas possibilita a implementação de estratégias para mitigar riscos ambientais, como enchentes e secas, perda do potencial de drenagem do solos (Almeida, 2011). Nesse cenário, A coordenação interinstitucional e a democracia participativa, deve ser um pilar nesse processo, conforme destacam Bouwer e Van Driel (2020), garantindo que as políticas e práticas de gestão atendam às necessidades locais e regionais de forma efetiva.

A FAO (2006) fornece diretrizes detalhadas sobre a implementação dessas práticas, dada a importância da gestão integrada para a proteção e conservação dos recursos hídricos. Rogers, Davis e Young (2009) também abordam a gestão integrada de recursos hídricos de forma sistêmica, onde a relevância da bacia hidrográfica é conceituada como uma unidade de planejamento para garantir a sustentabilidade.

O uso das bacias hidrográficas como unidades de planejamento ambiental é uma prática recomendada para a gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos e permite a integração e coordenação de diferentes usos e a mitigação de riscos ambientais.

SEÇÃO III –

3.0 ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO GANDU

Esta seção tem como finalidade a discussão dos resultados obtidos na análise geoambiental da sub-bacia do rio Gandu (SBRG), situado nos municípios de Gandu, Nova Ibiá e Wenceslau Guimarães. O presente estudo foi feito com base nos dados coletados em pesquisa de laboratório e de campo, no alto, médio e baixo curso da SBRG, em diferentes unidades de paisagem e de uso e ocupação da terra.

Como mencionado, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar as condições ambientais da sub-bacia do rio Gandu, afim de identificar as fitofisionômicas do bioma da mata atlântica que compreendem a área de estudo, classificar o uso e ocupação da terra, identificar os impactos ambientais, correlacionar o uso e ocupação da terra com o meio físico, as fitofisionomias e, por fim, analisar as potencialidades paisagístico da região, com vista a criação de Unidades de Conservação nas áreas da sub-bacia.

Os resultados foram fundamentais para compreender o estado atual da condição geoambiental da região e para identificar áreas de maior impacto ambiental. A importância desses dados reside na capacidade de levantar dados sobre as condições geoambientais, tal estudo, possibilita uma maior efetividade para o planejamento e gestão dos recursos naturais, além de ações de mitigação na degradação ambiental, sobretudo, apontando para práticas sustentáveis na região.

Inicialmente, serão apresentados os mapas e as fotografias, acompanhados de uma descrição detalhada das observações feitas na viagem de campo a área da SBRG. Em seguida, discute-se os principais resultados, organizando-os em temas relevantes como caracterização do meio físico, alterações na vegetação e impacto das atividades humanas. Logo, a demais seções são analisadas os resultados, na busca por um norte para ações de mitigação e práticas sustentáveis para a conservação do geoambiente e a integridade física do rio, em qualidade e abastecimento aos respectivos municípios contemplados pela sub-bacia.

3.1 Meio ambiente e recursos naturais na sub-bacia do rio Gandu

A sub-bacia do rio Gandu, situada no Baixo Sul baiano (Mapa 1), desempenha um papel essencial na manutenção do equilíbrio ecológico e econômico da região. Nesse sentido, garantir a preservação deste ecossistema é de suma importância para assegurar a continuidade dos benefícios ecológicos e econômicos proporcionados pela sub-bacia do rio Gandu.

Na análise do mapa 1 foi observado que a área da Sub-bacia do Rio Gandu apresenta um relevo dissecado, com planaltos rebaixados ondulados e suavemente ondulados que exibem altitudes que se encontram no intervalo de 186 á 766 metros. A visualização de sombreamentos evidencia a forma e inclinação do terreno, que uma visão clara das características topográficas.

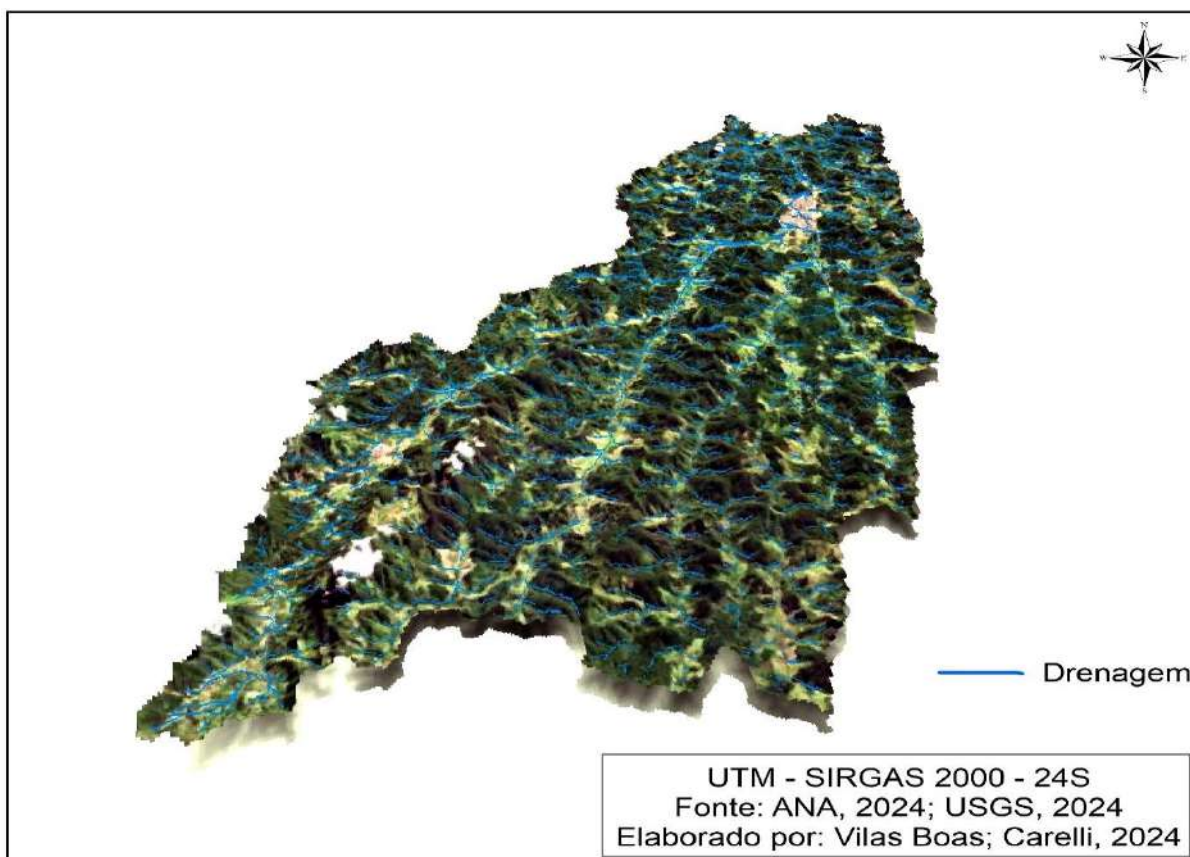
A cobertura do solo é composta por pela floresta ombrófila densa pertencente ao bioma de Mata atlântica, áreas destinadas a agroflorestal de cacau-cabruca e outras práticas agrícolas em consórcio com a floresta, pastagens para a criação de gado bovino e áreas urbanas. As diferentes cores e texturas ajudam a distinguir essas áreas, permitindo uma análise da distribuição do uso do solo.

Os corpos d'água, da sub-bacia do Rio Gandu, estão representados com clareza, mostrando suas formas e interconexões. Os cursos principais dos rios, com exceção dos cursos principais do rio Gandu, correm paralelos e retos, não são sinuosos, o que demonstra uma influência da geologia.

A infraestrutura da área inclui estradas e malhas urbanas dos municípios de Nova Ibiá, Gandu e Wenceslau Guimarães, que são visíveis e proporcionam informações sobre o desenvolvimento urbano e as conexões entre os municípios da região. A disposição dessas estruturas sugere mostram que as áreas urbanas ocupem pequenas áreas nesse perímetro da sub-bacia. A distribuição da vegetação é evidenciada, com áreas densas e também desmatadas. Diferentes tipos de estágio de recuperação da vegetação, como estrato herbáceo, capoeirinha, capoeirão, sub-bosque, dossel florestal e árvores emergentes.

A visualização em 3D altera a percepção das distâncias e proporções, permitindo uma compreensão maior sobre a geografia da área.

Figura 1 – Sub-bacia do rio Gandu: Imagem 3D da área de estudo, 2024.



Fonte: Santos & Vilas Boas (2025).

Na pesquisa foi observado que existirem grandes fragmentos florestais e a abrangência de rios (Figura 6). A ação antrópica tem afetado a integridade física do rio e degradado parcialmente a mata ciliar ao longo do alto ao baixo curso do Rio

A SBRG situa-se no bioma da Mata Atlântica (Mapa 2), possui uma extensão territorial de aproximadamente 238,522 Km² (Macêdo, 2017) e abrange a área de três municípios na microrregião do Baixo Sul baiano: Gandu, Nova Ibiá e Wenceslau Guimarães, sendo imprescindível o conhecimento sobre a situação atual do referido bioma que dá suporte a sub-bacia, os problemas ambientais decorrentes do uso e ocupação da terra, como se encontram os remanescentes florestais e as áreas conservadas/preservadas, sobretudo as APP (Áreas de Preservação Permanentes), os ambientes antrópicos e a fragilidade dos ecossistemas neste bioma.

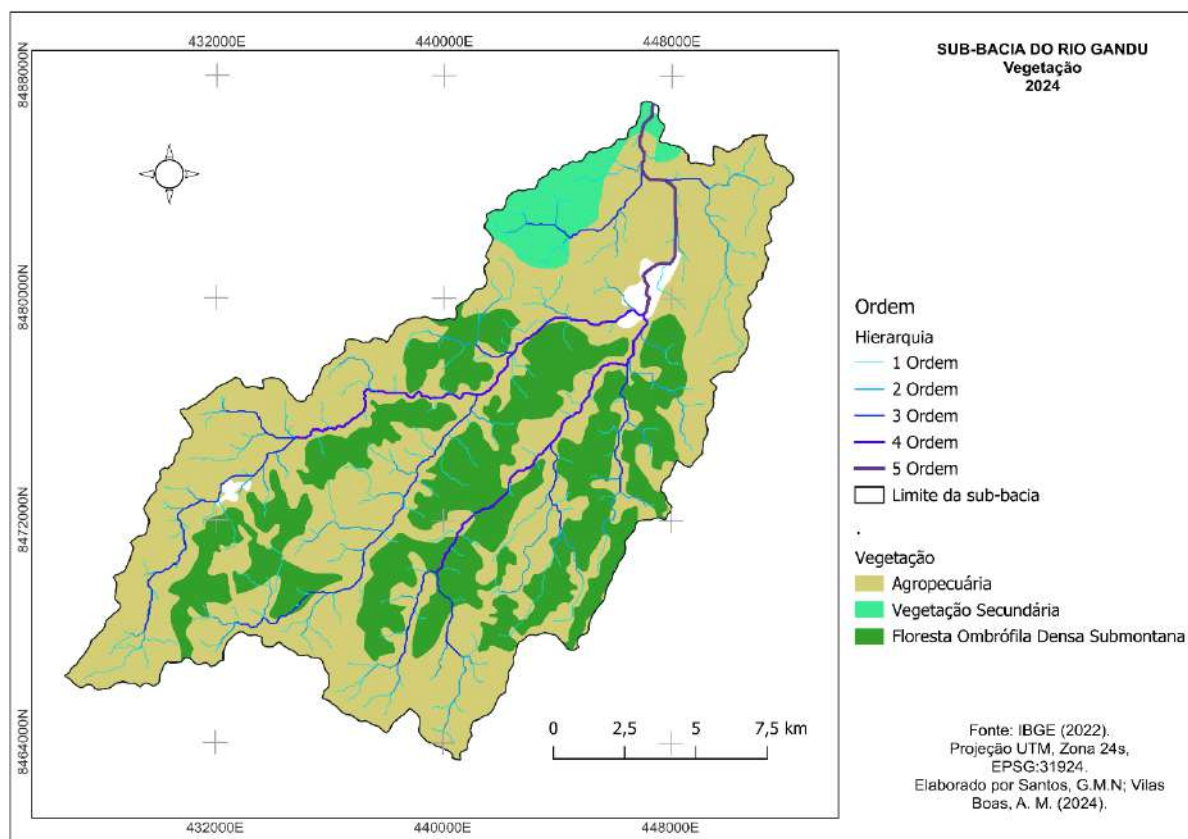
No bioma da Mata Atlântica, predomina a fitofisionomia de floresta ombrófila densa, clima quente e úmido (Brasil, 1981), e solos férteis que favorecem a agricultura. A beleza cênica e a biodiversidade única da sub-bacia são evidentes nos fragmentos

florestais remanescentes da floresta nativa que conecta a paisagem de relevo suavemente ondulado.

A vegetação é integrante da região fitoecológica do bioma Mata Atlântica, trata-se da floresta ombrófila densa, vegetação secundária alternado com a agricultura permanente e áreas de agropecuária e pastagem.

Mapa 2 - Vegetação – ano 2025

Fonte: IBGE (2022)



Fonte: Santos & Vilas Boas (2025).

A Floresta Ombrófila Densa é uma das formações florestais classificadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) dentro do Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira. Caracteriza-se por ser uma floresta perenifólia, com dossel fechado, elevada biodiversidade e forte influência das condições climáticas úmidas. Seu desenvolvimento ocorre predominantemente em áreas de alta pluviosidade, garantindo a presença de espécies adaptadas à umidade constante. O IBGE (2022) categoriza a Floresta Ombrófila Densa em quatro subtipos, considerando aspectos altimétricos e ecológicos.

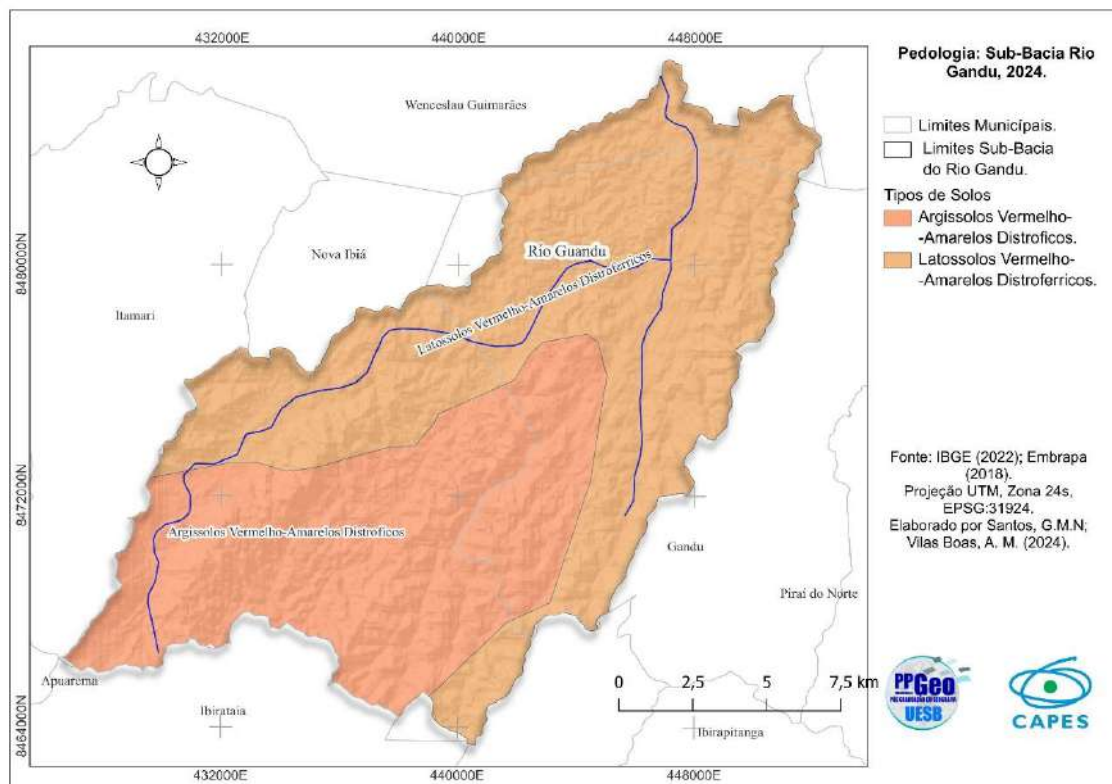
A Floresta Ombrófila Densa Aluvial está presente em planícies fluviais e várzeas, com por inundações periódicas. As árvores adaptadas a solos encharcados são comuns, destacando-se espécies como *Virola surinamensis* e *Calycophyllum spruceanum*. A Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas ocorre em altitudes de 0 a 50 metros acima do nível do mar, distribuindo-se ao longo do litoral e da Amazônia. Seu estrato arbóreo pode ultrapassar 40 metros, com espécies emergentes como a castanheira (*Bertholletia excelsa*) e o angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum*). A Floresta Ombrófila Densa Submontana ocorre entre 50 e 500 metros de altitude, estando presente na Amazônia, na Mata Atlântica e em áreas de transição com o Cerrado. A estrutura florestal apresenta árvores entre 25 e 35 metros de altura, além da abundância de palmeiras, lianas e epífitas, que contribuem para a elevada biodiversidade do ecossistema (IBGE, 2022).

A Floresta Ombrófila Densa Montana e Altomontana ocorre em altitudes superiores a 500 metros (Montana) e 1.500 metros (Altomontana), sendo caracterizada por vegetação estratificada e árvores de menor porte. Nesses ambientes, a umidade elevada favorece a presença de bromélias, musgos e samambaias. Regiões como a Serra do Mar, Serra da Mantiqueira ocorrem e em porções elevadas da Amazônia e do Sul do Brasil (IBGE, 2022).

A Floresta Ombrófila Densa exerce um papel fundamental na regulação do clima, ciclo hidrológico e manutenção da biodiversidade, abrigando um grande número de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. No entanto, essa formação florestal tem sido intensamente impactada pelo desmatamento, sobretudo na Mata Atlântica, onde a expansão urbana e agrícola resultou na fragmentação e degradação desses ecossistemas.

Mapa 3 - Sub-bacia do rio Gandu: Classificação do solo – ano 2025

Fonte: EMBRAPA (2018).



Fonte: Santos & Vilas Boas (2025).

Em relação as classes de solos do município dominam duas classes (Tabela 2): latossolo variação una álico, este apresenta horizonte A moderado, textura média e argilosa. Associado a essa classe de solos ocorre a presença de cambissolo, outra classe que ocupa um espaço considerável são os podzólicos vermelho-amarelo distrófico que apresenta horizonte A moderado e textura média e argilosa. Associado a esse solo, o podzólico vermelho-amarelo eutrófico (Brasil, 1981).

O solo podzólico vermelho-amarelo é encontrado em áreas tropicais e subtropicais, especialmente em terrenos planos ou suavemente ondulados. Ele é caracterizado pela acidez e pela presença de um horizonte A moderado, onde ocorre a acumulação de matéria orgânica proveniente da vegetação local. Sua textura é média, com boa presença de argila. Esse tipo de solo é mais pobre em nutrientes, o que significa que, para o uso agrícola, pode ser necessário um manejo mais cuidadoso, como a aplicação de fertilizantes, para garantir uma boa produtividade. O podzólico vermelho-amarelo é comum em regiões com vegetação densa, como

florestas, e é um solo que, naturalmente, tem limitações em termos de fertilidade (Embrapa, 2018).

Os solos Vermelho-Amarelo Distrófico e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico são classificados pela Embrapa (2018) dentro do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, apresentando características distintas em relação à fertilidade, textura e perfil morfológico.

O solo vermelho-amarelo distrófico possui um horizonte A moderado, o que significa que sua camada superficial contém matéria orgânica em quantidade razoável, mas sem grande acúmulo. Sua textura pode ser média ou argilosa, influenciando sua capacidade de retenção de água e drenagem. A característica distrófica indica baixa saturação por bases, logo, há predominância de elementos como alumínio e hidrogênio, tornando-o naturalmente pobre em nutrientes essenciais para as plantas. Sua coloração vermelho-amarelada está associada à presença de óxidos de ferro, que variam conforme as condições ambientais e o grau de intemperismo. Esse solo é comum em regiões tropicais e subtropicais, geralmente em terrenos de relevo suave a ondulado (Embrapa, 2018).

Associado a esse solo, o podzólico vermelho-amarelo eutrófico apresenta algumas diferenças importantes, principalmente em relação à fertilidade. Sendo eutrófico, possui uma saturação por bases maior que 50%, ou seja, há maior disponibilidade de nutrientes essenciais para o crescimento vegetal. Esse tipo de solo geralmente ocorre em áreas com relevo mais movimentado e apresenta um horizonte B textural, onde há acúmulo de argila devido ao processo de argiluviamiento. Sua textura varia entre média e argilosa, o que interfere na retenção de água e no escoamento superficial (Embrapa, 2018).

Ambos os solos são comuns em regiões tropicais e subtropicais do Brasil, mas suas diferenças de fertilidade influenciam diretamente o uso agrícola. Os solos distróficos exigem maior adubação e correção com calcário para reduzir a acidez, enquanto os eutróficos possuem maior capacidade de manter a produtividade sem necessidade intensa de insumos. A identificação correta desses solos é essencial para um manejo adequado, garantindo um uso sustentável da terra e melhorando a eficiência das atividades agrícolas (Embrapa, 2018).

Quadro 2 – Tipos de Solos

Solo	Descrição Pedológica	Área Km ²	Percentual	Uso e Ocupação do solo
Argissolo	Solos de textura média a argilosa, moderadamente profundos a profundos, com horizonte B textural e baixa fertilidade natural. Tendem a ser suscetíveis à erosão devido à baixa coesão e alta lixiviação de nutrientes.	99.748	34%	Agricultura diversificada, mas com necessidade de correção do solo (calagem e adubação). Uso para cultivo perene como cacau e pastagem. Em áreas declivosas, há risco de erosão acelerada.
Latossolo	Solos profundos, bem drenados, de textura argilosa ou muito argilosa. Possuem alta estabilidade estrutural, mas baixa fertilidade natural, exigindo adubação para uso agrícola	180.022	66%	Predominantemente utilizados para agricultura mecanizada e culturas permanentes. Uso comum para o cultivo de cacau e banana, além de pastagens e áreas de reflorestamento. Apresentam menor suscetibilidade à erosão.
Total		279.770	100%	

Fonte: EMBRAPA (2018).

A análise da distribuição dos solos na sub-bacia hidrográfica evidencia a predominância de Latossolos, que ocupam aproximadamente 66% da área total (180,022 km²). Os Latossolos são caracterizados por serem profundos, bem drenados e estruturalmente estáveis, apresentando textura argilosa a muito argilosa (Embrapa, 2018). No entanto, devido à sua baixa fertilidade natural, o uso agrícola exige a aplicação de insumos corretivos, como calagem e adubação. Na região em estudo, esses solos são amplamente utilizados para culturas perenes, especialmente o cultivo de cacau e banana, além de pastagens e reflorestamento. Sua resistência à erosão permite a prática da agricultura mecanizada, tornando-os altamente favoráveis para atividades agropecuárias de maior escala.

Por outro lado, os Argissolos ocupam 34% da área total (99,748 km²) e apresentam características distintas. Esses solos possuem textura média a argilosa, são moderadamente profundos a profundos e possuem um horizonte B textural bem desenvolvido (Embrapa, 2018). Devido à sua menor coesão e elevada lixiviação de nutrientes, são mais suscetíveis à erosão, especialmente em terrenos declivosos. A

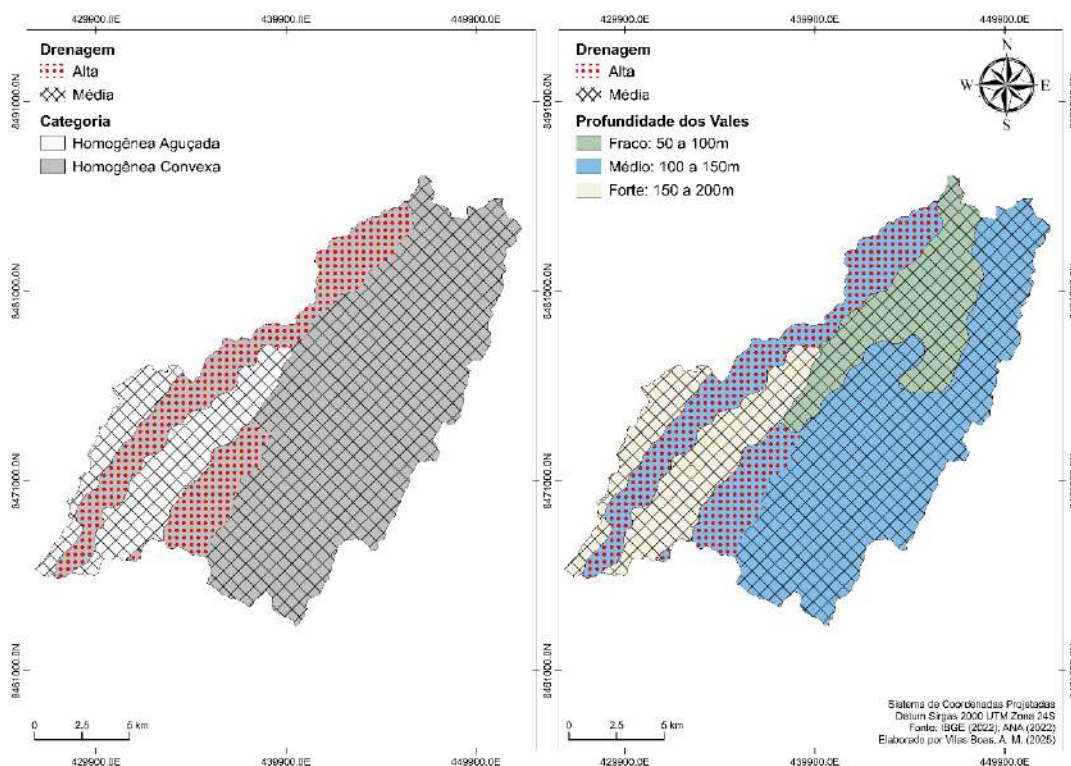
correção da acidez e o aporte de matéria orgânica são fundamentais para viabilizar o uso agrícola sustentável. Na região, os Argissolos são empregados em uma agricultura diversificada, sendo comuns em cultivos perenes como cacau e em áreas de pastagem. Entretanto, em áreas de maior declividade, a erosão pode comprometer a produtividade, exigindo a adoção de práticas conservacionistas, como plantio em nível, terraceamento e sistemas agroflorestais.

A predominância dos Latossolos sobre os Argissolos indica que a região possui um potencial agrícola significativo, desde que manejado adequadamente. A baixa fertilidade natural de ambos os tipos de solo reforça a necessidade de correções químicas e estratégias de conservação para garantir a sustentabilidade da produção agrícola e minimizar impactos ambientais, como a degradação do solo e a sedimentação de corpos d'água na bacia hidrográfica.

A geologia da área da sub-bacia é bastante antiga, derivado do Pré-Cambriano inferior ou era Arqueozoica, ou seja, data de aproximadamente 3 bilhões de anos. As rochas encontradas nessa área chamada de Complexo de Jequié são Gnaisses charnockíticos, granada-biotita gnaisses e gnaisses quartzo-feldspáticos localmente mobilizados. Ocorre também na presença de algumas feições geológicas como falha de deslocamento horizontal e traços médios onde inferida, traços curtos onde encobertos. Há a ocorrência de minerais como Magnesita (Brasil, 1981).

Mapa 4 - Geomorfologia – Drenagem e profundidade dos vales - ano 2025

Fonte: IBGE (2022).



Fonte: Vilas Boas (2025).

As serras e maciços pré-litorâneos são formações geológicas que se situam entre o litoral e as áreas mais elevadas do interior, desempenhando um papel fundamental na dinâmica geológica e na formação das paisagens costeiras (IBGE, 2022). Essas formações resultam de processos tectônicos e erosivos que ocorreram ao longo de milhões de anos, moldando o território brasileiro (IBGE, 2022).

As serras pré-litorâneas são elevações de relevo que se estendem paralelamente à costa, separando a planície litorânea das áreas mais altas do interior. Elas apresentam características geomorfológicas distintas, como escarpas e cumes, e são compostas por diferentes litologias, incluindo granitos, arenitos e gnaisses, como é o caso da área da Sub-bacia do Rio Gandu. Essas formações influenciam a hidrografia local, direcionando o escoamento das águas e contribuindo para a formação de bacias hidrográficas, ou seja, na rede de drenagem (IBGE, 2022).

Além disso, as serras e maciços pré-litorâneos abrigam ecossistemas únicos, como ombrófila Densa, que contribuem para a biodiversidade e para a regulação climática da região (IBGE, 2022). A compreensão dessas formações geológicas na Sub-bacia do Rio Gandu é essencial para o planejamento e gestão ambiental, pois

elas influenciam aspectos como a distribuição dos sistemas hídricos, a ocupação do solo e a preservação de habitats naturais.

Segundo Lima, *et al* (1981) a área da sub-bacia é muito antiga com 3,2 a 2,6 bilhões de anos. Acordo com os autores, essa falha geológica é chamada de complexo de Jequié. Esse complexo é constituído, pelas rochas e minerais: Gnaisses charnockíticos, granadas-biotita gnaisses e gnaisses quartzo-feldspato localmente mobilizados. A área apresenta algumas feições geológicas como falha de deslocamento horizontal e traços médios onde inferida, traços curtos onde encobertos. Ocorre também falha normalmente onde inferida e traços curtas onde encoberta. Há a ocorrência de minerais como Magnesita.

No que desrespeito a morfologia, segundo Nunes, Ramos e Dellinger (1981), a sub-bacia do rio Gandu é integrante de planaltos cristalinos, especificamente de planaltos rebaixados, constituindo serras e maciços litorâneos. A sub-bacia apresenta, vales ao sulco estrutural, em algumas partes da bacia. Apresenta várias linhas de crista na bacia. O índice de dissecação do relevo na área da sub-bacia de 111 a 153 metros.

A geomorfologia da SBRG faz parte do domínio de planaltos cristalinos, especificamente, planalto rebaixado denominadas de tabuleiro pré-litorâneo. A dissecação nessa área é considerada homogênea com aprofundamento variando de 68 a 153 metros mostrando topografia ondulada, apresentando vale ou suco estrutural (Brasil, 1981).

O relevo encontrado na sub-bacia do rio Gandu é caracterizado por planaltos ondulados e suavemente ondulados, como também a formação de vales profundos em V e vales em U. No caso dos vales em V, essas estruturas mórficas são decorrentes de processos geomorfológicos como a erosão pelo intemperismo físico fluvial e também pluvial, proveniente da forte concentração de chuvas nessa região. De acordo com Bloom (1978), o vale em “V” possui mórfica triangular e laterais bem inclinadas e convergem para um fundo estreito.

Na pesquisa de campo, foi encontrado também área de vales em U, em uma área que pertence ao alto curso da sub-bacia do rio Gandu. Segundo Bloom (1978), estes vales tem uma forma mais larga e arredondada, com laterais caracterizadas por vertentes mais suaves e o fundo mais plano. Estes vales são vestígios de um passado onde houve o predomínio da erosão glaciária, com ação dessa tipo de intempérie, o gelo pode escavar a rocha e o solo, o que resulta na formação de vales

com vertentes amais suaves e fundo mais plano.

Na análise dos aspectos geomorfológicos da SBRG, foi feito o mapa hipsométrico, onde através de cotas altimétricas é possível observar a distribuição do relevo ao longo do curso do rio principal e tributários e como a fisiografia contribui para a caracterização da estrutura de drenagem retangular dessa sub-bacia (Mapa 7).

A sub-bacia do rio Gandu, localizada em domínio de relevo dos Planaltos Pré-Litorâneos, apresenta características geomorfológicas complexas, que refletem a intensa dissecação do terreno e a diversidade de formas e processos atuantes na modelagem da paisagem.

A análise integrada das informações obtidas por meio de mapas temáticos (drenagem, profundidade dos vales e morfologia) e dados de geoprocessamento permite compreender com mais profundidade os padrões e dinâmicas do relevo local. Os dados obtidos sobre a forma dos vales revelam duas principais classificações: Homogêneo Aguçado e Homogêneo Convexo, que refletem variações significativas no perfil do relevo e nos processos de erosão ao longo da sub-bacia.

A área identificada como Homogênea Aguçada, localizada majoritariamente no alto curso da sub-bacia, especialmente ao oeste, caracteriza-se por vales encaixados e estreitos, com encostas íngremes e uma estrutura morfológica fortemente dissecada. Essas características indicam áreas de maior energia de relevo, onde a atuação dos processos erosivos lineares é mais intensa. O alto curso da bacia, com seu relevo mais acidentado, tende a apresentar uma drenagem mais concentrada, com alta velocidade de escoamento.

Por outro lado, a porção da sub-bacia dominada por formas Homogêneas Convexas, que se estende principalmente pelo médio e baixo curso, apresenta um relevo mais suavizado, com encostas arredondadas e topos mais amplos. Essas áreas indicam uma paisagem mais modelada pela erosão ao longo do tempo, com menor declividade e maior estabilidade geomorfológica, o que resulta em um escoamento superficial mais difuso e uma drenagem mais moderada.

A estrutura de drenagem da sub-bacia também acompanha essa diferenciação morfológica. O padrão de drenagem retangular predomina nas áreas com relevo mais dissecado e estruturas geológicas mais rígidas, como nas regiões de Homogêneo Aguçado no alto curso. Esse padrão está associado à presença de falhas ou fraturas que orientam o curso dos canais. Em contraste, o padrão de drenagem dendrítico domina nas áreas de relevo mais suave e homogêneo, como ocorre nas regiões de

Homogêneo Convexo, especialmente no médio e baixo curso, onde os canais fluviais são mais ramificados e não seguem uma orientação estrutural tão rígida.

A análise da profundidade dos vales, um importante indicador da energia do relevo e da intensidade dos processos erosivos, revelou uma variação significativa ao longo da bacia. A classe de profundidade de 50 a 100 m, representada no mapa pela cor verde claro, ocupa a menor porção da área da sub-bacia, localizada predominantemente no médio para o baixo curso, onde o relevo se suaviza. Nessa região, os vales são mais alargados e menos encaixados, refletindo uma menor energia erosiva e uma maior deposição de sedimentos.

A classe de profundidade de 100 a 150 m, representada pela cor azul, ocupa a maior parte da sub-bacia, abrangendo do alto até o baixo curso, com uma concentração maior na porção leste da bacia. Nessa região, a drenagem é mais intensa, e a estrutura de relevo mais dissecção resulta em vales mais profundos e canais mais encaixados. Essa área também apresenta um padrão de drenagem mais elevado, com uma combinação de drenagem concentrada e maior capacidade de escoamento.

A classe de 150 a 200 m, embora ocupe uma área menor, está presente no alto curso da sub-bacia, onde o relevo é mais acidentado e os vales são mais profundos, formando vales em V. Nessa região, os processos erosivos ainda estão bem ativos, com um escoamento superficial rápido, refletindo a dinâmica de um relevo jovem e em constante transformação.

A integração dessas informações revela uma clara diferenciação entre os compartimentos geomorfológicos da sub-bacia do rio Gandu. O alto curso, localizado ao oeste, caracteriza-se por vales profundos, encaixados e estreitos, associados a um relevo dissecado e alta drenagem, com padrão retangular. No médio e baixo curso, a transição para um relevo mais suavizado é evidente, com vales mais amplos e profundidades intermediárias, onde predominam processos erosivos menos intensos e uma drenagem moderada, com padrão dendrítico.

O leste da sub-bacia, onde o relevo é ainda mais suavizado, apresenta vales mais rasos e drenagem mais baixa, o que indica uma estabilização morfológica e uma maior tendência à deposição.

A partir da leitura feita a partir dos produtos gerado através do geoprocessamento e visitas de campo realizadas em diferentes áreas, é possível perceber que a sub-bacia do rio Gandu apresenta uma dinâmica geomorfológica

complexa, onde a intensidade dos processos erosivos varia conforme a posição da bacia e as características do relevo.

A interação entre as formas dos vales, a profundidade do relevo e os padrões de drenagem proporciona uma compreensão aprofundada dos processos que modelam a paisagem local, essencial para qualquer análise hidrológica ou ambiental na região.

Essa análise integrada entre morfologia, profundidade e drenagem não só revela os padrões atuais da sub-bacia, mas também fornece importantes indícios sobre a dinâmica histórica do relevo e seus possíveis efeitos sobre o uso do solo, a gestão de recursos hídricos e a conservação ambiental na região.

A análise dos dados geomorfológicos obtidos a partir dos mapas de drenagem e profundidade dos vales já nos proporcionou uma compreensão bastante detalhada das características do relevo da sub-bacia do rio Gandu. No entanto, ao integrar esses dados com a análise hipsométrica da bacia, podemos obter uma visão ainda mais precisa da dinâmica do relevo ao longo da sub-bacia.

A hipsometria é uma ferramenta essencial para entender as distribuições altimétricas do relevo, e neste caso, complementa perfeitamente as observações feitas sobre a profundidade dos vales e a intensidade da drenagem.

Conforme os dados hipsométricos indicam, a sub-bacia do rio Gandu apresenta uma variação clara nas altitudes ao longo de seu curso, refletindo a evolução do relevo à medida que se transita do alto para o baixo curso. Nas áreas do alto curso, onde o relevo é mais acidentado e o padrão de drenagem é mais intenso (com drenagem alta e formas de vale aguçadas), a altitude é mais elevada, o que confirma a presença de um relevo dissecado e pronunciado. Essas áreas de maior altitude coincidem com os vales mais profundos e estreitos, observados principalmente nas classes de profundidade de 100 a 200 metros.

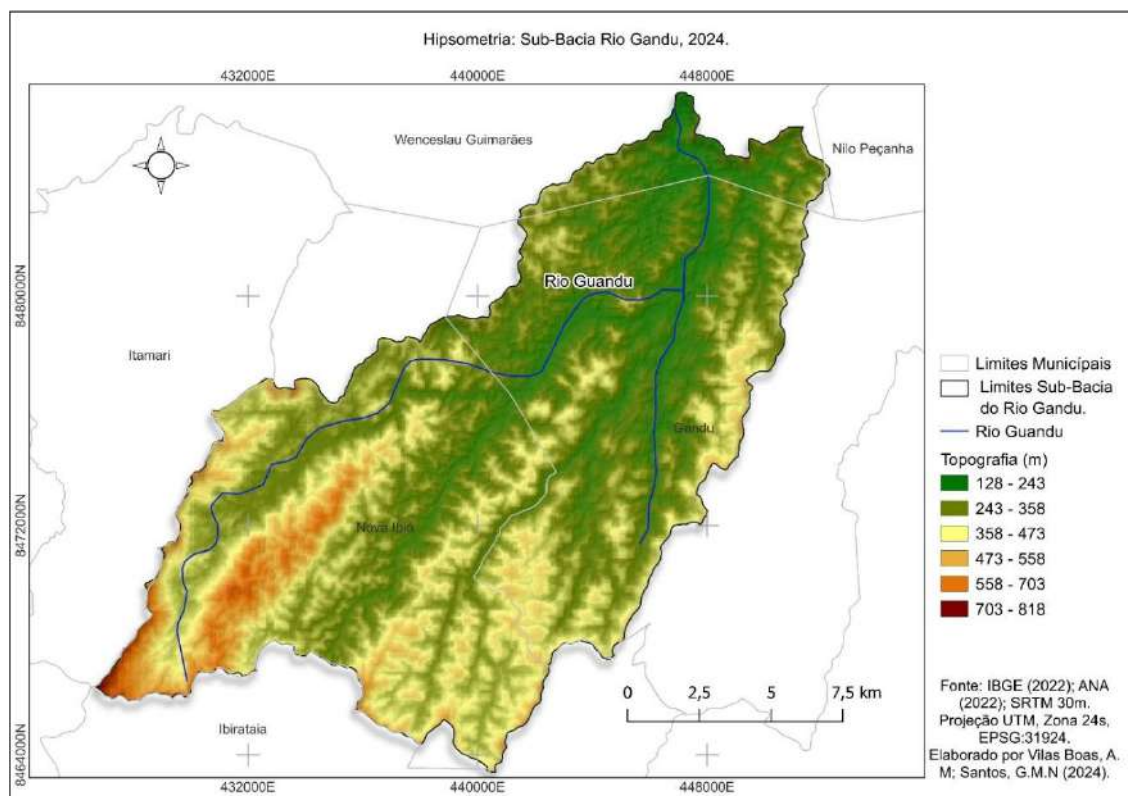
A análise hipsométrica revela uma redução gradual da altitude, refletindo uma suavização do relevo em uma área de transição do médio ao baixo curso. Essa transição para um relevo mais suave é evidenciada pela presença de vales mais amplos e menos profundos, com uma drenagem moderada e um padrão dendrítico. O mapa hipsométrico, ao mostrar essa diminuição de altitude, reforça a ideia de uma bacia em que os processos erosivos mais intensos do alto curso foram diminuindo à medida que o rio se aproxima do médio curso, resultando em um relevo menos dissecado e com formas mais arredondadas e alargadas.

No baixo curso, a hipsometria indica a presença de áreas com altitudes ainda mais baixas, confirmando a suavização do relevo já observado na análise geomorfológica. O padrão de drenagem, agora mais dendrítico e com drenagem mais baixa, está intimamente ligado à diminuição da energia do relevo e à maior deposição de sedimentos, conforme o rio vai se aproximando de sua planície de alívio. O mapa hipsométrico, ao ilustrar essa redução contínua da altitude, ajuda a contextualizar a evolução morfológica da bacia, que se caracteriza pela transição de um relevo acidentado e com alta energia no alto curso para um relevo mais suavizado e com menor energia erosiva no baixo curso.

Desse modo, a combinação dos dados geomorfológicos e hipsométricos permite uma compreensão mais holística da sub-bacia do rio Gandu, mostrando como a evolução do relevo reflete a interação entre os processos erosivos, a dinâmica da drenagem e a morfologia da região.

A análise hipsométrica, ao mapear a variação altimétrica do relevo, fornece o contexto necessário para entender o comportamento dos vales e a dinâmica da drenagem, enquanto a interpretação geomorfológica detalha as formas específicas de erosão e os padrões de drenagem ao longo da bacia. Juntas, essas ferramentas nos oferecem uma visão mais completa e precisa dos processos que moldam a paisagem da sub-bacia do rio Gandu e dos fatores que influenciam a distribuição de recursos hídricos e a sustentabilidade ambiental da região.

Mapa 5 – Sub-bacia do rio Gandu: Hipsometria - 2024.



Fonte: Santos & Vilas Boas (2025).

Com base nos dados topográficos apresentados, podemos realizar a análise considerando a relação das altitudes (Tabela 3) com os diferentes cursos do Rio Gandu (alto, médio e baixo). A faixa de altitude de 128 – 243 metros, que compreende a parte mais baixa do relevo, pode estar associada ao baixo curso do Rio Gandu. Nessa área, o rio provavelmente flui mais suavemente, com menor declividade. A área de transição entre o Rio Gandu e o Rio das Almas pode ser marcada por essa topografia, já que é a região em que os rios se encontram e a dinâmica fluvial tende a ser influenciada por menores altitudes.

O intervalo de altitude de 243 – 358 metros está predominantemente associado ao médio curso do Rio Gandu. A região intermediária entre as partes mais baixas e altas pode abranger áreas de maior declividade, com meandros e variações no fluxo do rio. A maior parte da área de pesquisa parece estar nessa faixa, refletindo a importância dessa região para o comportamento fluvial do rio.

Com uma área menor em comparação com as faixas anteriores, a região de altitude de 358 – 473 metros está relacionada ao médio-alto curso do rio. O relevo pode apresentar escarpas ou elevações mais pronunciadas, resultando em maior

declividade e velocidade nas águas. Essas áreas podem ser importantes para a análise da dinâmica de erosão e sedimentação, que afetam o comportamento do curso d'água.

A partir dessa altitude, a faixa de 473 – 558 metros, começa a representar uma transição para o alto curso do Rio Gandu. O relevo mais elevado tende a gerar maior declividade, e o fluxo do rio pode ser mais acelerado, com a presença de corredeiras ou quedas d'água. A faixa de altitude de 558 – 703 metros representa uma área ainda mais elevada, que pode estar associada ao ponto de nascente ou à região mais alta do alto curso do Rio Gandu. O fluxo do rio é mais dinâmico e rápido, com forte influência da topografia no transporte de sedimentos e na geomorfologia do curso d'água.

A faixa de altitude de 703 – 818 metros é muito restrita e pode corresponder à área mais elevada da nascente do Rio Gandu e a que ocupa menos área na sub-bacia, em regiões de grande declividade. Nessa área, a influência do relevo no comportamento do rio é ainda mais forte, com maior velocidade de escoamento da água e intenso transporte de sedimentos.

As áreas mais baixas (128 – 243 m) estão associadas ao baixo curso do Rio Gandu, enquanto as áreas intermediárias (243 – 358 m) correspondem ao médio curso, e as mais altas (358 – 818 m) estão relacionadas ao alto curso, com maior declividade e velocidade do fluxo. A área de transição entre o Rio Gandu e o Rio das Almas, que ocorre nas altitudes mais baixas, desempenha um papel importante no entendimento da dinâmica hidrológica e fluvial dessa região.

Quadro 3 – Hipsometria da Sub-bacia do Rio Gandu

Altitude (m)	Área (km ²)	Porcentagem (%)
128 – 243	105,13	37,6
243– 358	126,77	45,32
358-473	34,97	12,51
473– 558	10,97	3,92
558 – 703	1,78	0,64
703-818	0,19	0,01
Total	279,74	100

Fonte: Vilas Boas e Santos (2024).

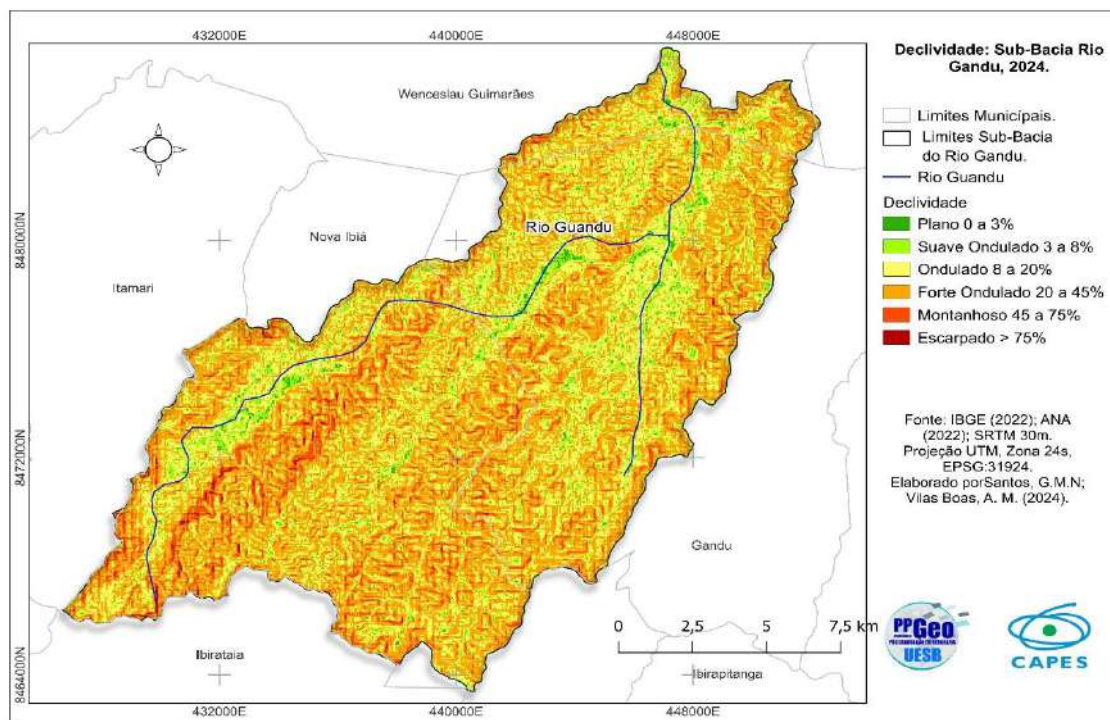
Na análise da hipsometria da sub-bacia do rio Gandu, foi possível perceber que no alto curso, onde fica a nascente de seu rio principal, a Sudoeste, foram encontradas as maiores cotas de altitude (622 á 766 metros), situado no município de Nova Ibiá – BA. A altitude se torna mais suave no médio curso da sub-bacia (249 a 339), a partir

do limite municipal de Nova Ibiá com Gandu – BA. Nesse perímetro, estão as maiores concentração de pastagens para a criação de gado bovino, maior grau de devastação da floresta ombrófila densa e também a maior concentração urbana, justamente onde o a topografia assume formato mais suave, esse trecho possibilita acumulação de sedimentos, o que influecia na qualidade da água e a formação de habitats aquáticos. No baixo curso da sub-bacia, a Nordeste, as cotas altimétricas são as mais baixas de toda o território da SBRG (186 à 248), onde fica o município de Wenceslau Guimarães e o encontro do rio Gandu com o rio das Almas.

É interessante pontuar a interação de elementos ambientais nessa área, como o clima tropical úmido e a dissecação do relevo, as chuvas torrenciais contribuem para a erosão, onde o rio pode escavar o solo e a rocha abaixo dele, caracterizando o vale estreito, formação geomorfológica em área de declives acentuados.

O mapa de declividade (Mapa 7) fornece uma visão abrangente dos diferentes padrões de inclinação e contribui para entender como o terreno pode ser melhor utilizado, constituindo-se como uma ferramenta importante para o planejamento e gestão dos recursos naturais nos municípios contemplados pela sub-bacia do rio Guandu.

Mapa 6 – Sub-bacia do Rio Gandu: Declividade - 2025



Fonte: Santos & Vilas Boas (2025)

A associação dos dados de altitude e declividade na área de pesquisa permite uma análise mais detalhada da dinâmica da bacia hidrográfica do Rio Gandu. A seguir, temos a relação entre as altitudes e as declividades (Tabela 4), o que permite entender como a topografia influencia o comportamento fluvial ao longo do rio.

A faixa de altitude de 128 – 243 m, associada ao baixo curso do Rio Gandu, está em grande parte relacionada a áreas de declividade suave e ondulada, variando entre 0 a 8%. O plano com declividade entre 0 a 3% ocupa uma área de 4.66 km², sendo mais provável que represente regiões de várzea ou áreas de transição entre o rio e as planícies aluviais. A declividade suave e ondulada (3 a 8%) compreende uma área de 24.62 km², refletindo regiões mais suaves com pequenas elevações e, provavelmente, áreas de deposição e acúmulo de sedimentos fluviais.

No intervalo de altitude de 243 – 358 m, que representa o médio curso do Rio Gandu, a declividade é mais acentuada. A maior parte da área de pesquisa nesta faixa de altitude está associada a uma declividade ondulada (8 a 20%), com 90.77 km². Isso significa que a área possui variações de relevo mais significativas, com o rio apresentando maior velocidade de escoamento e possíveis meandros. Além disso, uma parte da área pode ter declividade forte (20 a 45%), totalizando 133.59 km²,

associada à região do médio-alto curso do rio, com maior energia fluvial e possível formação de corredeiras.

Na faixa de 358 – 473 m, associada ao médio-alto curso do Rio Gandu, a declividade aumenta ainda mais, com regiões montanhosas (45 a 75%) e escarpadas (>75%). A área montanhosa ocupa 25.04 km², e as áreas escarpadas são mais restritas, representando 1.09 km². Nessas áreas, o fluxo do rio é mais dinâmico e veloz, com maior influência do relevo sobre o comportamento da água, o que resulta em maior erosão e transporte de sedimentos.

Nas faixas de altitude de 473 – 703 m, relacionadas ao alto curso do Rio Gandu, o terreno se torna mais íngreme e acidentado. O alto curso do rio, em áreas de forte declividade (20 a 45%) e montanhosas, influencia diretamente o comportamento do rio, acelerando o escoamento e aumentando o transporte de sedimentos.

Por fim, a área de 703 – 818 m, que corresponde à região mais alta e de maior declividade do Rio Gandu, apresenta escarpamentos e terrenos montanhosos. A declividade nesta área é acentuada, com áreas escarpadas (>75%) e montanhosas, o que implica em um fluxo d'água altamente acelerado e intenso. Essas regiões de escarpamento podem estar associadas às nascentes e às partes mais íngremes do alto curso do rio, sendo essenciais para a dinâmica de escoamento e erosão da bacia.

A associação as altitudes e as declividades, possibilitou observar que as áreas mais altas e com maior declividade (montanhosas e escarpadas) estão relacionadas ao alto curso do Rio Gandu, enquanto as áreas mais baixas e com menor declividade (planas e suaves onduladas) estão associadas ao baixo curso do rio. A região intermediária, com declividade ondulada e forte, representa o médio curso, onde o rio apresenta variações em seu comportamento, influenciado pelas diferenças topográficas.

Quadro 4 – Sub-bacia do rio Gandu: Declividade – 2025

Relevo	Declividade	Área Km ²	Percentual
Plano	0 a 3%	4,66	1,67
Suave Ondulado	3 a 8%	24,62	8,80
Ondulado	8 a 20%	90,77	32,45
Forte Ondulado	20 a 45%	133,59	47,75
Montanhoso	45 a 75%	25,04	8,95
Escarpado	> 75%	1,09	0,39
Total		279,77	100,00

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

As áreas com declividade forte ondulada e montanhosa destacadas pelos valores de 42% e 55%, representados por cores intermediárias do laranja ao vermelho, revelam um terreno inclinada, localizado principalmente no alto curso da sub-bacia do Rio Gandu no município de Nova Ibiá. Como a declividade é maior, há a necessidade da conservação da mata ciliar para fixação do solo e proteção física das nascentes, portanto não é ideal para a pecuária extensiva. É indicado que uso do solo seja feito de modo sustentável, como a prática de sistemas agroflorestais que conservam parte da floresta.

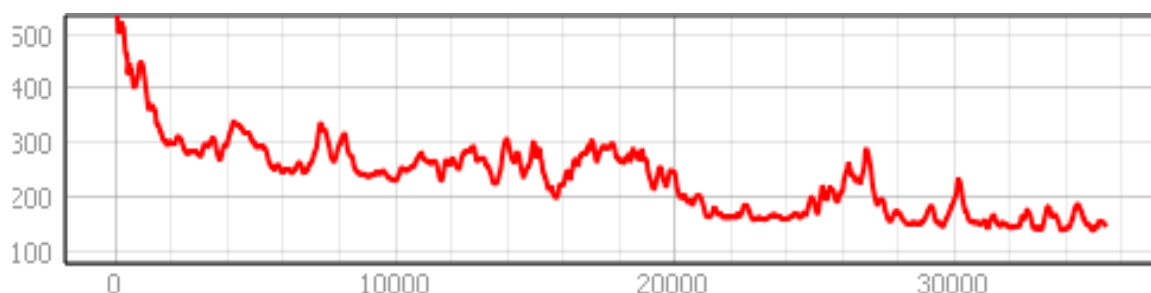
As zonas com declividade ondulada forte-ondulada e são destacadas pelos intervalos 32% a 41% e 23% a 31% representadas por cores intermediárias do amarelo ao verde claro, mapa, possuem um terreno ligeiramente inclinado, marcando os limites municipais de Nova Ibiá e Gandu. Estas áreas permitem um escoamento moderado da água e podem ser adequadas para desenvolvimento urbano, práticas agrícolas diversas e também a pecuária desde que seja feito o uso racional dos recursos naturais e seja preservado a mata ciliar que funciona como barreira física para o rio, desta forma o protege contra o acúmulo de sedimentos.

Nas áreas de declividade plana e suavemente ondulada, são destacadas pelos intervalos 13% a 22% e 0% a 12%, foi observado terrenos mais planos que são propensos à acumulação de água e sedimentos que são transportados pela água chuva e também pelos rios. Essa localidade é onde se situa a sede do município de Gandu e também o encontro do rio Gandu com o rio das Almas no município de Wenceslau Guimarães. Nesse trecho, no mapa, identificado por tons mais claros de verde ao verde mais escuro, que indicam locais mais adequados para atividades

agropecuárias e ocupação humana, mas, todavia, deve-se se buscar podem necessitar de sistemas de drenagem para evitar alagamentos.

1. Análise da Geomorfologia:

Gráfico 1 – Perfil topográfico do rio principal do Rio Gandu.

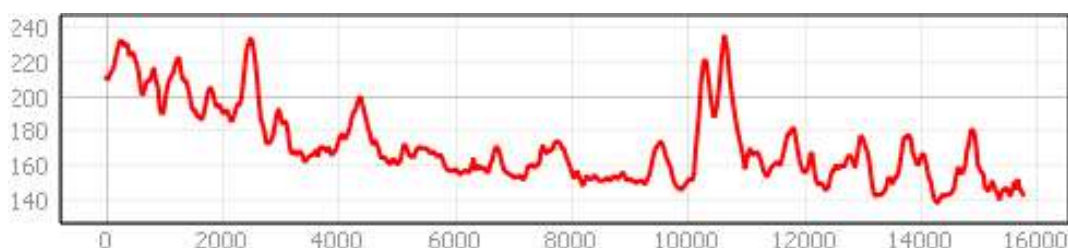


Alto curso (250-550 metros): A área de maior altitude indica que o rio se origina em regiões elevadas, em áreas de planalto ou serras, o que é comum em cursos superiores de rios.

Médio curso (250-180 metros): O declive parece diminuir um pouco, o que pode indicar uma transição de uma região de serras de maior altitude para áreas de planalto rebaixado ou vales.

Baixo curso (190-150 metros): O rio começa a se aproximar de regiões mais baixas, áreas de planície ou depressões, o que é típico de zonas de drenagem fluvial.

Gráfico 2 – Perfil topográfico do rio secundário do Rio Gandu.



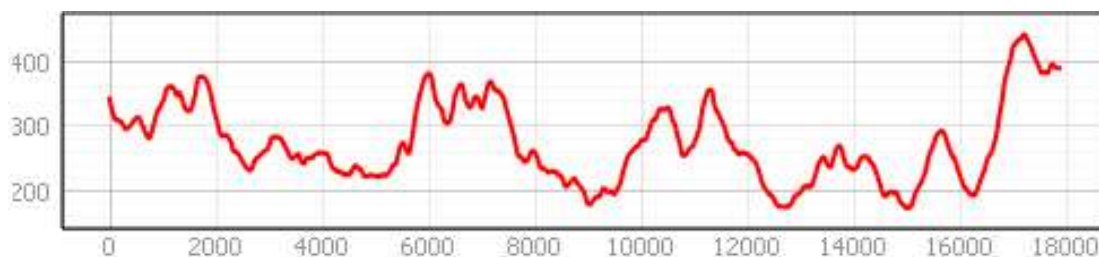
Alto curso (230-170 metros): O início do curso se dá em uma região elevada, mas já com uma queda pronunciada para altitudes mais baixas.

Médio curso (170-230 metros): A elevação brusca de 190 a 230 metros indica uma mudança abrupta de terreno, devido à presença de uma falha geológica ou um bloqueio estrutural que altera o curso do rio.

Baixo curso (150-130 metros): O curso final chega a regiões mais baixas, possivelmente áreas de deposição ou transição para áreas de várzea ou planícies.

aluviais.

Gráfico 3: Perfil Transversal do Rio Gandu.



Alto curso (390-210 metros): O salto brusco de altitude de 220 até 380 metros sugere a presença de um desnível considerável, onde há uma falha geológica ou uma borda de planalto.

Médio curso (220-190 metros): Esse salto de altitude entre 190 a 350 metros pode indicar uma área de erosão intensa, uma escarpa ou uma formação geológica que altera a continuidade do curso fluvial.

Baixo curso: O salto de altitude de 190 metros para 420 metros é significativo e sugere que a região do baixo curso é marcada por uma grande diferença de elevação, com a possibilidade de falhas tectônicas ou escarpas que impõem uma configuração abrupta ao rio.

Foi constatado através da análise e interpretação dos dados topográficos e padrões de drenagem, dois padrões de erosão: a vertical e lateral. Erosão vertical: Em alguns trechos, como nos saltos bruscos de altitude, o rio provavelmente está cortando e escavando o terreno de forma mais agressiva. Isso pode ocorrer em áreas mais elevadas, onde o fluxo do rio tem mais energia para cortar a rocha ou o solo, como nas áreas de planalto rebaixado e serras.

Erosão lateral: Nos vales em V ou vales em U, a erosão lateral também é evidente. O rio vai modelando os vales, ampliando-os e aprofundando-os com o tempo, conforme a dinâmica fluvial.

Sobre a disposição de drenagem, foi percebido a drenagem retangular, predominante nos dois cursos do rio, é característica de uma área com fraturas ou falhas geológicas no substrato. Essas falhas podem direcionar o curso do rio, criando um padrão de drenagem em ângulos retos, com tributários que se encontram perpendicularmente ao curso principal do rio.

A drenagem dendrítica, observada em alguns trechos, sugere áreas de menor

controle estrutural, onde o rio flui de forma mais natural, sem a influência direta de falhas ou fraturas geológicas. Esses trechos podem estar em áreas mais suaves, onde o rio segue uma configuração mais típica de drenagem.

Há evidências de falhas geológicas que foram notadas, especialmente devido aos saltos bruscos de altitude observados nos perfis. A mudança abrupta de altitude, especialmente entre 190 a 230 metros no curso 2 e entre 190 a 350 metros no perfil transversal, pode ser indicativa de movimentos tectônicos, como deslocamentos de falhas, que influenciam diretamente a dinâmica do rio.

Vais encaixados: A presença de vales em V e U sugere que o processo erosivo tem sido intenso, especialmente em regiões mais elevadas, provavelmente em zonas mais tectonicamente ativas. Os vales em V são típicos de processos erosivos verticais mais jovens, enquanto os vales em U são mais antigos, com erosão lateral.

A análise e interpretação dos dados indica que a região é fortemente influenciada por processos tectônicos, com presença de falhas geológicas e escarpas que modelam tanto a geomorfologia quanto a drenagem do sistema fluvial. Os saltos bruscos de altitude, a drenagem retangular predominante, e os vales encaixados são evidências claras de uma área em que a estrutura geológica desempenha um papel crucial na dinâmica do rio e no relevo local. O tipo de erosão predominante é tanto vertical (nos saltos de altitude) quanto lateral (nos vales).

A análise da sub-bacia em questão revela uma série de características geomorfológicas e estruturais que são fundamentais para a compreensão da dinâmica fluvial e dos processos naturais que ocorrem na região. A seguir, será apresentado um texto detalhado com base nos dados fornecidos, abordando a geomorfologia, os tipos de erosão, a disposição da drenagem e as possíveis influências geológicas presentes.

A Geomorfologia da Sub-Bacia analisada está localizada em uma região marcada por um relevo altamente variável, com a presença de planaltos rebaixados e serras, que formam um conjunto de unidades de relevo com altitudes consideráveis. A análise dos perfis topográficos do curso 1 e curso 2, bem como o perfil transversal, revela uma grande variação de elevação ao longo do trajeto do rio.

O alto curso, com altitudes variando de 550 a 250 metros, indica que o rio se origina em uma área elevada, possivelmente em regiões de planalto ou serras. O médio curso (250-180 metros) apresenta uma diminuição do declive, sugerindo a transição para áreas mais planas, como planaltos rebaixados ou vales. O baixo curso

(190-150 metros), por sua vez, aproxima-se de uma região mais baixa, caracterizada por terrenos de transição ou depressões, tipicamente associados a áreas de várzea ou planícies fluviais.

O curso secundário apresenta o alto curso (230-170 metros) indica que o rio também começa em uma área elevada, com uma queda abrupta para altitudes mais baixas. No médio curso (170-230 metros), há uma elevação brusca em um trecho específico, onde a altitude varia de 190 a 230 metros, sugerindo uma mudança abrupta no terreno, possivelmente associada a falhas geológicas ou algum tipo de bloqueio estrutural. No baixo curso (150-130 metros), o rio segue para áreas mais baixas, provavelmente em direção a planícies ou zonas de deposição.

O perfil transversal também revela uma configuração interessante, com um salto brusco de altitude no alto curso, variando de 390 a 210 metros, especialmente entre 220 e 380 metros, o que pode ser indicativo de uma escarpa ou uma mudança abrupta no relevo, possivelmente associada a falhas geológicas. O médio curso (220-190 metros) apresenta outro salto de altitude significativo, de 190 a 350 metros, sugerindo uma transição entre diferentes unidades geomorfológicas, como escarpas ou zonas tectonicamente ativas. O baixo curso é marcado por um salto ainda mais pronunciado, com variação de 190 para 420 metros, o que pode indicar a presença de falhas ou escarpas tectônicas que influenciam fortemente a dinâmica do curso do rio.

Tipos de Erosão

A análise dos perfis topográficos e transversais indica que os processos erosivos na região são predominantemente erosão vertical e erosão lateral.

- **Erosão Vertical:** Nos cursos superiores, particularmente onde os saltos bruscos de altitude ocorrem, o rio está sujeito a uma erosão vertical intensa. A presença de desníveis abruptos entre 220 e 380 metros, por exemplo, sugere que o rio está cortando profundamente o terreno, provavelmente devido à maior energia do fluxo em áreas de relevo elevado. Esse tipo de erosão é característico de regiões montanhosas ou de planalto rebaixado, onde o curso do rio se adapta às condições estruturais do terreno.
- **Erosão Lateral:** Em áreas de vales em V e U, a erosão lateral se manifesta com o alargamento e aprofundamento dos vales. Os vales em V, característicos de regiões de erosão vertical mais jovem, são comuns em áreas mais altas, onde o fluxo do rio ainda mantém alta capacidade de corte. Já os vales em U, mais

amplos e profundos, são típicos de regiões com erosão lateral mais acentuada, geralmente em áreas de relevo mais estabilizado.

A disposição da drenagem na sub-bacia é marcada por dois padrões principais: drenagem retangular e drenagem dendrítica.

- Drenagem Retangular: A predominância da drenagem retangular nos dois cursos do rio é um indicativo claro de que a área está fortemente influenciada por estruturas geológicas, como falhas tectônicas. A drenagem retangular é caracterizada pela presença de fraturas ou frentes de falha no substrato, que direcionam o curso do rio de forma perpendicular, criando uma rede de drenagem em ângulos retos. Esse padrão é mais evidente nas áreas de maior altitude e em trechos de maior declive, onde as falhas geológicas controlam a direção do fluxo fluvial.
- Drenagem dendrítica: Em alguns trechos da sub-bacia, o padrão de drenagem é dendrítico, o que indica que o rio flui de forma mais natural, sem a interferência direta de falhas ou fraturas no substrato. Esse padrão é comum em regiões de relevo mais suave, onde o curso do rio segue uma rede mais ramificada e distribuída.

A presença de falhas geológicas na região é evidente pois, dado os saltos bruscos de altitude observados nos perfis e a drenagem retangular predominante. A mudança abrupta de altitude entre 190 a 230 metros no curso 2 e entre 190 a 350 metros no perfil transversal sugere movimentos tectônicos significativos, como deslizamentos ou deslocamentos de falhas. A presença de vales encaixados, particularmente em áreas de relevo mais elevado, indica que o rio tem atuado de maneira intensa, escavando vales profundos em forma de V, com uma forte componente erosiva vertical.

A sub-bacia em análise apresenta características geomorfológicas bastante diversificadas e peculiares, com uma forte influência de processos tectônicos e erosivos. A presença de planaltos rebaixados, serras, falhas geológicas e vales encaixados sugere que a dinâmica fluvial na região é fortemente condicionada por fatores estruturais e geomorfológicos. A erosão vertical e lateral é um reflexo dessa dinâmica, com o rio modelando a paisagem de forma intensa, especialmente em áreas de relevo mais elevado. A drenagem retangular predominante, associada a falhas tectônicas, e a drenagem dendrítica em áreas de relevo mais suave, indicam que a região possui uma combinação de fatores naturais que contribuem para a formação de um sistema fluvial altamente dinâmico e diversificado.

Preservação das Matas Ciliares em Áreas de Encostas

As áreas de encostas observadas na sub-bacia, especialmente nos trechos de maior declive e nos cursos superiores e médios dos rios, são particularmente vulneráveis aos processos de erosão e deslizamentos. A presença de falhas geológicas, saltos bruscos de altitude e vales encaixados contribui para uma dinâmica de relevo instável, com uma grande propensão à erosão lateral e vertical, especialmente em encostas íngremes. Nesses locais, a vegetação, principalmente as matas ciliares, desempenha um papel crucial na estabilização do solo e na proteção da integridade dos cursos d'água.

Proteção contra a erosão: A vegetação ciliar ajuda a ancorar o solo, prevenindo o deslizamento de terras e a erosão acelerada nas encostas. Em áreas onde há falhas tectônicas ou escarpas, como observado nos perfis topográficos, a vegetação funciona como uma barreira natural, diminuindo o impacto da força da água sobre o solo e garantindo a proteção das margens dos rios.

Regulação do fluxo hídrico: A vegetação das matas ciliares é essencial para regular o fluxo de água nos rios, particularmente nas áreas mais íngremes. Ela ajuda a manter o equilíbrio entre as águas superficiais e as subterrâneas, garantindo a continuidade do fornecimento de água, especialmente durante períodos de seca.

Preservação da biodiversidade: As matas ciliares nas encostas são habitats críticos para diversas espécies de fauna e flora, ajudando a preservar a biodiversidade local. A degradação dessas áreas pode resultar na perda irreversível de biodiversidade, além de comprometer a estabilidade ecológica da região.

As nascentes localizadas em áreas de maior altitude, como as descritas nos cursos superiores e no perfil transversal da sub-bacia, são fontes essenciais para o abastecimento hídrico dos rios e para a manutenção do regime hídrico de toda a bacia. Essas áreas de maior elevação, como planaltos rebaixados e serras, são fundamentais não só pela quantidade de água que elas geram, mas também pela qualidade da água fornecida.

Manutenção da qualidade da água: Nas áreas de maior altitude, as nascentes são mais vulneráveis à degradação devido à pressão humana e à mudança nos usos do solo, como o desmatamento. A preservação das matas ciliares e das nascentes nessas regiões é essencial para a proteção da qualidade da água, pois as vegetações evitam a contaminação por sedimentos, produtos químicos e outros poluentes, além

de garantir a filtragem natural da água que abastece os cursos d'água.

Regulação do ciclo hidrológico: As nascentes localizadas em áreas mais elevadas são fontes cruciais para o abastecimento de águas subterrâneas e superficiais. Elas alimentam os cursos fluviais durante todo o ano, mesmo em períodos de estiagem. A preservação dessas áreas impede a alteração do regime hidrológico e contribui para a regulação do fluxo hídrico na bacia, evitando secas prolongadas e enchentes.

O desmatamento nas áreas de nascente pode resultar em um aumento de sedimentos nos rios, especialmente nas áreas de maior altitude, onde o solo é mais vulnerável à erosão. Esse processo, conhecido como assoreamento, compromete a qualidade da água e a capacidade de retenção de água nos corpos hídricos. A preservação da vegetação e das nascentes nessas áreas é, portanto, fundamental para prevenir o assoreamento e a perda da capacidade de armazenamento de água.

Com base na análise das características geomorfológicas, como vales encaixados, saltos bruscos de altitude, e falhas geológicas, podemos perceber que a sub-bacia possui áreas altamente suscetíveis à erosão e ao deslizamento de terras, especialmente nas regiões de encostas. As matas ciliares nessas áreas desempenham um papel crítico, não apenas para a proteção do solo, mas também para a conservação dos recursos hídricos, pois garantem que a água que flui pelos rios seja de boa qualidade e com um fluxo constante.

A preservação das nascentes nas áreas de maior altitude é igualmente importante, uma vez que elas são fundamentais para o abastecimento contínuo de água, alimentando os rios mesmo durante períodos de seca. As características geomorfológicas indicam que essas regiões de maior elevação, como os planaltos rebaixados e as serras, são fontes vitais para o regime hídrico da bacia. Além disso, a vegetação nas matas ciliares dessas áreas assegura a regulação do ciclo da água, protegendo tanto as nascentes quanto os cursos d'água contra a degradação.

Conclusão

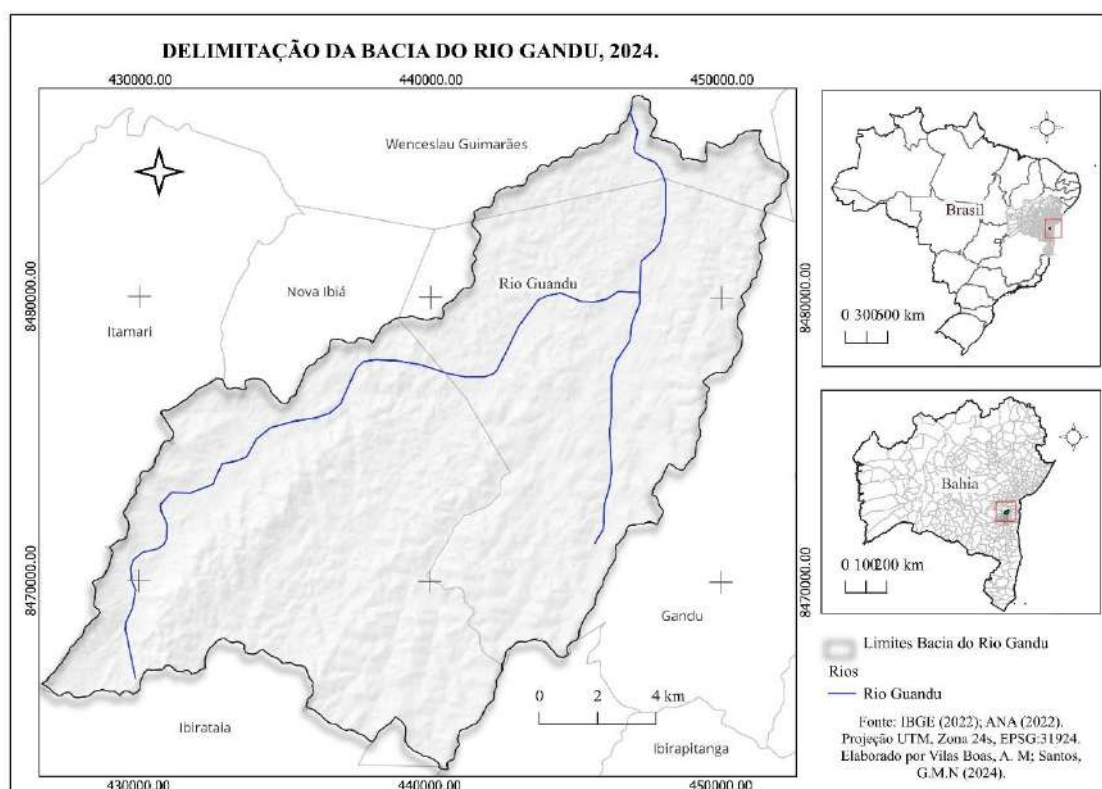
A preservação das matas ciliares e das nascentes nas áreas de maior altitude é essencial para a manutenção da saúde ecológica e hídrica da sub-bacia. As características geomorfológicas da região, como os saltos bruscos de altitude, os vales encaixados e as falhas geológicas, tornam essas áreas especialmente vulneráveis à erosão, deslizamentos e degradação ambiental. A vegetação das matas ciliares nas encostas oferece proteção contra esses processos erosivos, estabilizando

o solo e regulando o fluxo de água. Ao mesmo tempo, as nascentes, localizadas nas regiões mais altas, desempenham um papel crucial no abastecimento hídrico e na manutenção da qualidade da água.

A sub-bacia hidrográfica do rio Gandu (SBRG) situa-se o domínio da bacia hidrográfica do Recôncavo Sul, limitada ao Norte e a Oeste pela bacia do rio Paraguaçu, e ao Sul e Sudoeste pela bacia do rio de Contas (Mapa 8). O escoamento de suas águas segue de modo contínuo até seu encontro com o rio das Almas no município de Wenceslau Guimarães (endorreico), que por suavez, deságua na contra-costa do arquipélago de Tinharé-Boipeba no município de Cairu, no Sul do Estado da Bahia.

Sub-bacia do rio Gandu: Rede hidrográfica no contexto regional - 2025

Fonte: IBGE (2022), ANA (2022).



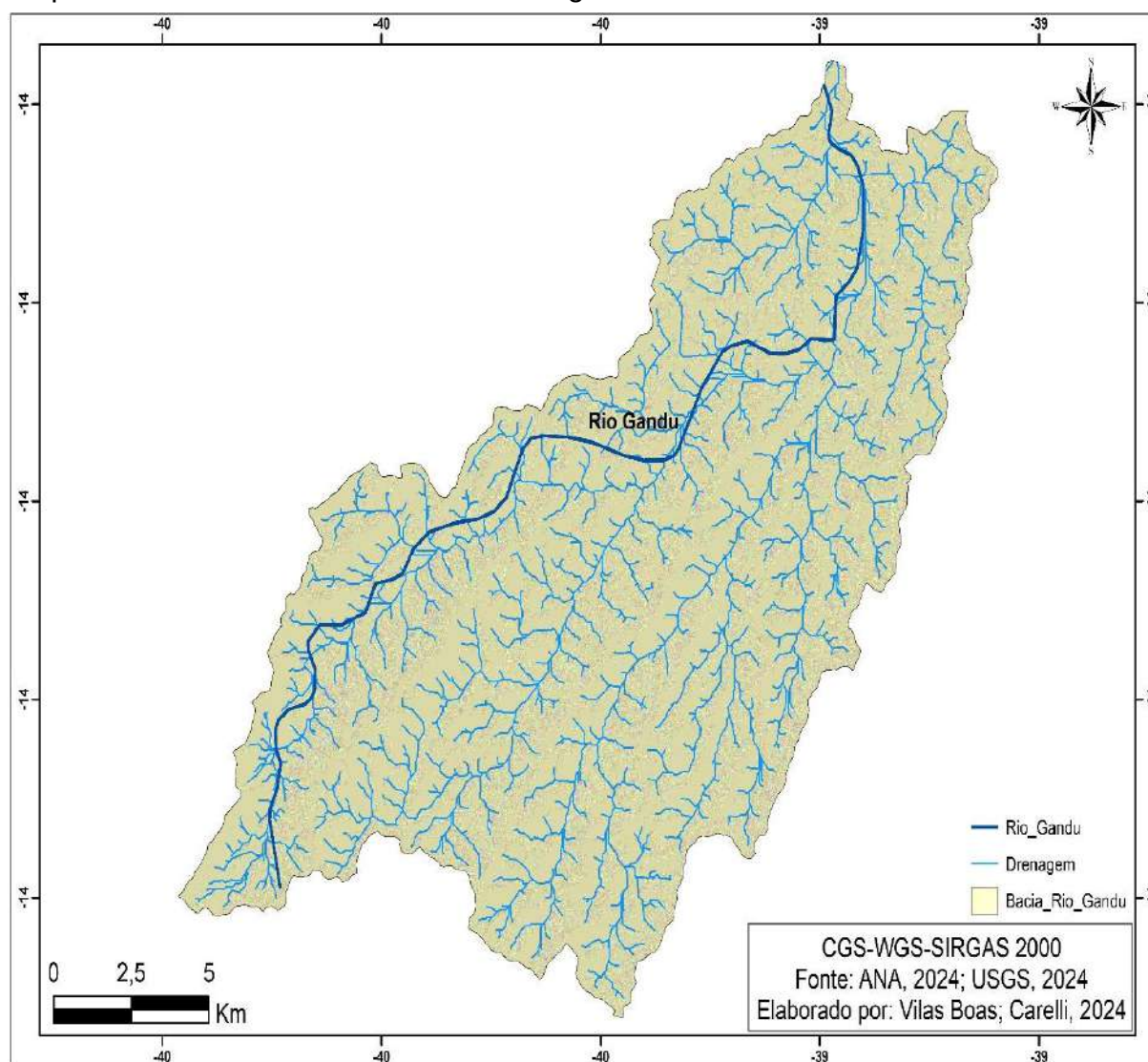
Fonte: Santos & Vilas Boas (2025)

A rede de drenagem da região é perene, com um arranjo espacial retangular, os lençóis freáticos e aquíferos estão sempre abastecidos pelo volume de chuvas acima de 1.800 milímetros anuais. A água subterrânea é proveniente,

principalmente, de áreas derivadas de espécies de manto de intemperismo (Brasil, 1981).

O sistema de drenagem da bacia do rio Gandu é predominantemente retangular (Mapa 9), onde os cursos principais dos rios principais dos rios têm uma drenagem paralela e rio gandú é sinuoso, o que, revela que a rede hidrográfica é complexa, conectados com diversos tributários (afluentes e subafluentes). Comparando a descrição da hidrografia e do sistema de drenagem com o mapa criado, observa-se que os o ciclo hidrológico, a estrutura de drenagem e o relevo, trabalham de forma conjunta para uma maior efetividade no sistema de captação natural de água. O mapa ilustra como de áreas de confluência se conectam e se são definidas pela topografia e divisores de águas.

Mapa 7 – Sub-bacia do rio Gandu: Drenagem – 2024

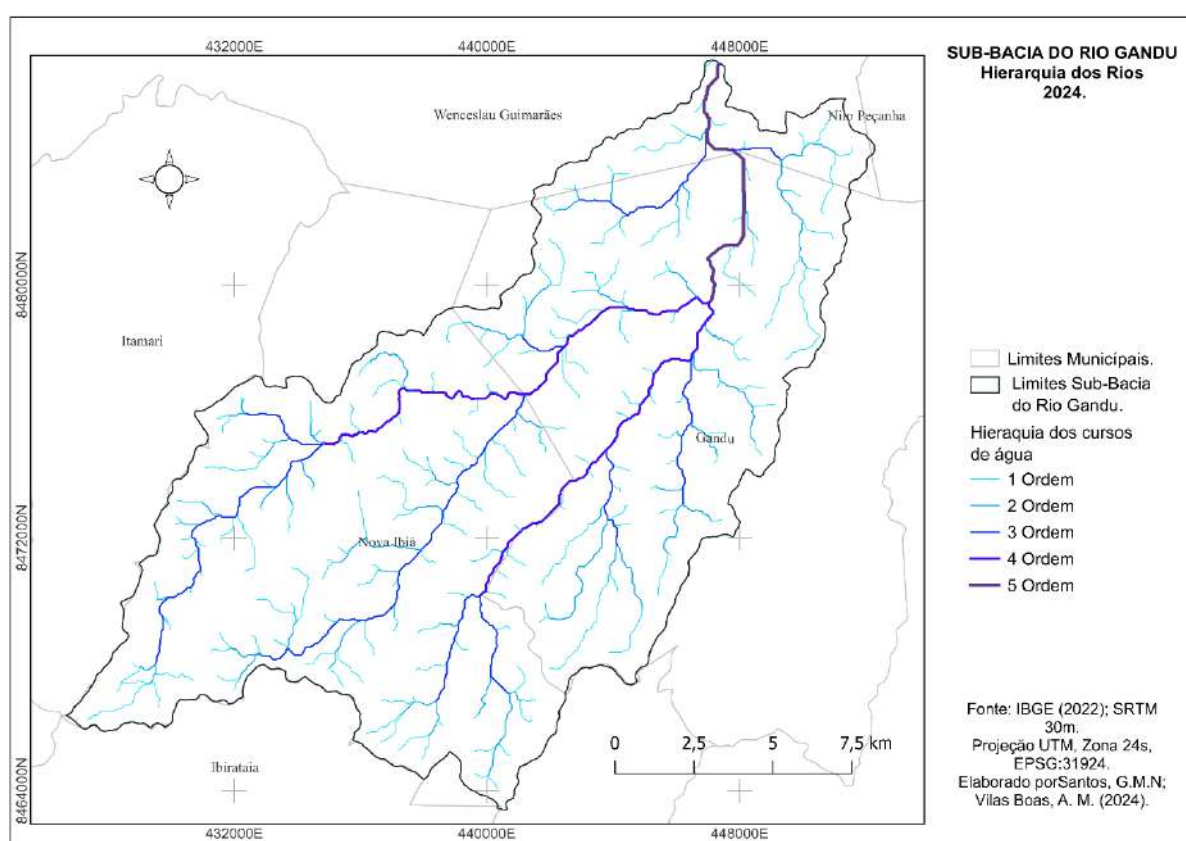


Fonte: Vilas Boas & Carelli (2024).

O curso principal do rio Gandu, é um rio de médio porte com um comprimento aproximado de 33,5 km de extensão, onde recebe água de vários tributários significativos, o perímetro da bacia é de 115 km (Mapa 9). Suas principais características incluem comprimento total de canais de 351, 4 km e número total de canais de 629, densidade de rios (DR) de 2,64, densidade de drenagem de 1,47/km² e coeficiente de manutenção de 638, 76 (Macêdo, 2017). A densidade dos rios é usada para mensurar a disposição dos canais fluviais em uma determinada área de uma bacia, nesse sentido, a SRBG possui uma estrutura complexa de rede de drenagem, pois apresenta muitos rios (subafluentes ou tributários) em uma área pequena, o que indica sua densidade.

Mapa 8 – Sub-bacia do rio Gandu: Hierarquia dos rios - 2024

Fonte: IBGE (2022); Autor: Santos & Vilas Boas (2025).



O coeficiente de manutenção é usado para avaliar a capacidade de determinado rio de manter seu padrão de drenagem e fluxo, logo, o coeficiente encontrado indica que o rio mantém um nível mediano em relação a manutenção do

padrão de fluxo em relação as mudanças no ambiente decorrente a degradação ambiental através dos impactos das atividades antrópicas.

A densidade de drenagem é a relação entre o comprimento dos rios e consequentemente sua capacidade de drenagem. Os dados encontrados revelam que a sub-bacia do rio Gandu possui uma rápida capacidade de resposta ao abastecimento das chuvas no sistema hidrológico, fato que deve ser relacionado com a estrutura topográfica da região de dissecação do relevo.

O índice de circularidade encontrado de 0,69 (Macêdo, 2017), indica que ela tem uma estrutura moderada circular, o que pode influenciar em uma drenagem mais eficiente, pois permite que a água das chuvas e dos rios seja escoada com maior velocidade.

Tabela 1 – Sub-bacia do rio Gandu: Características Fisicográficas (2017)

Características Físicas	Unidade de medida	SBRG
Área (A)	km ²	238,522
Perímetro (P)	km	115,5
Comprimento da bacia (L)	km	27,186
Índice de circularidade (Ic)		0,69
Comprimento do Rio Principal	km	33,5
Comprimento total dos canais de drenagem	km	351,4
Número total dos canais de drenagem		629
Densidade de rios (Dr)		2,64
Densidade de drenagem (Dd)	km/km ²	1,47
Coeficiente de manutenção (Cm)		678,76
Extensão do percurso superficial (Eps)		0,74
Padrão de drenagem		Dendrítica
Escoamento Global		Endorreica

Fonte: Macêdo (2017).

O padrão de declividade na área da sub-bacia do rio Gandu, varia significativamente, em diferentes áreas de seu território no seu alto, médio e baixo curso. O mapa de declividade (Mapa 7) revela áreas com baixa, moderada e alta inclinação, com área que planas de 0% de inclinação no baixo cursos e área com 55%

de inclinação no alto curso, que indicam implicações importantes para o uso do da terra e também para o planejamento e gestão ambiental.

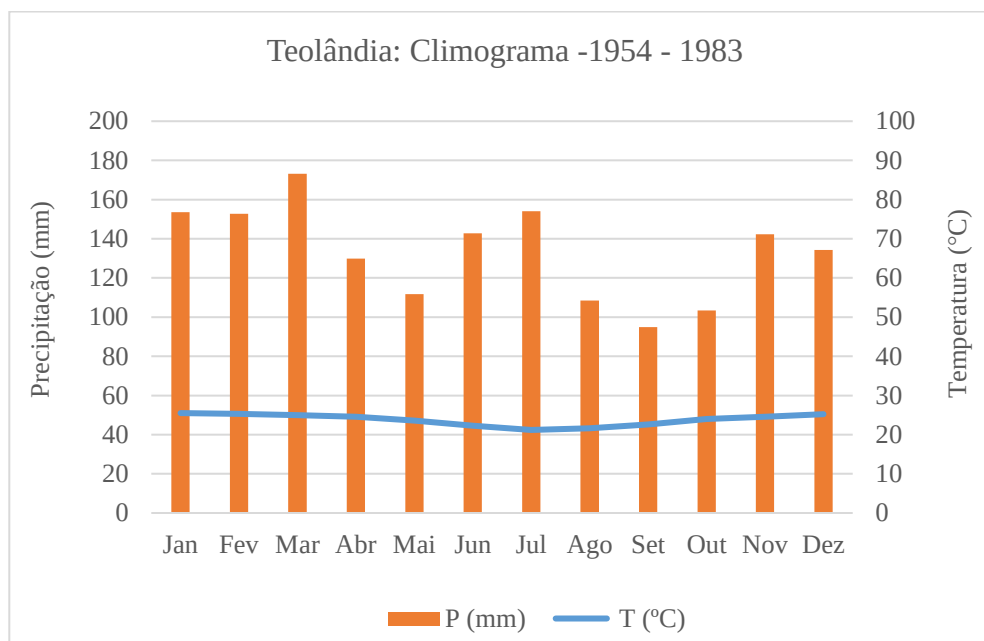
Nas áreas com alta declividade, localizadas em tons mais escuros de vermelho e laranja no mapa, onde se localizam grande concentração de nascentes, inclusive a do rio principal, apresentam terrenos íngremes no alto curso, que influenciam na velocidade do escoamento da água e são suscetíveis à erosão. Nesse perímetro, deve-se manter a maior preservação da mata ciliar (floresta ombrófila densa) para prevenir o assoreamento dos rios, deslizamentos de terra entre outros impactos ambientais que podem interferir no abastecimento dos municípios contemplados pela SBRG e também outras áreas, uma vez que o rio Gandu é afluente do rio das Almas.

A preservação da mata ciliar também contribui para uma drenagem mais eficiente das águas da chuva, tal fato deve ser levado em conta, pois essa região apresenta chuvas torrenciais durante o verão e pode ocorrer o alagamento de áreas mais baixas da sub-bacia do rio Gandu.

Nos aspectos climáticos, foi constatado que o clima predominante na região é o Tropical úmido (Gráfico 4), conceituado por Koppen (1938) como AF (clima úmido ou superúmido sem estação seca) e pelo autor Thornthwaite, como clima B1Ra1 “Úmido, pequena ou nenhuma deficiência hídrica, megatérmico: $EP > 1.400$ mm, chuvas de primavera/verão, outono/inverno” (INMET, 1992).

Grafico 4 - Sub-bacia do rio Gandu: Climograma – 2025

Fonte: (INMET, 1992).



Segundo Gonçalves e Pereira (1981), a área da sub-bacia do rio Gandu está submetida o ano todo aos Alíseos de Leste e Sudeste. Normalmente no verão eles provocam tempo estável na região. Quando a frente polar atlântica se aproxima, principalmente no inverno, esses ventos provocam chuvas abundantes na região, chuvas advectivas. Áreas de instabilidade também ocorrem nessa região por influência da massa tropical atlântica provocando chuvas orográficas nas partes mais elevadas.

Durante o final da primavera e do verão se forma e em grande parte do Brasil, um grande corredor de umidade denominado de Zona de Convergência do Atlântico Sul, interligando a Amazônia ao oceano Atlântico. Geralmente. Esse sistema meteorológico ou sinótico, provocam chuvas convectivas acompanhadas por nuvens cúmulos nimbo que provocam chuvas intensas e raios. Durante a primavera, verão e outono. Ocorre também, linhas de instabilidade tropical (I.T), que são depressões barométricas, provocadas pela dinâmica atmosférica local, comumente chamadas de “Cavados”.

De acordo com Lima et al (1981) Com relação a precipitação média anual essa região varia de 1.800 a 2.000 mm, sendo o setor Leste o mais chuvoso. Com relação a evapotranspiração anual, situa-se entre .1.400 a 1.300 mm, ou seja, há um superávit

hídrico de 500 a 300 mm anuais. No que desrespeito a climatologia regional, a área é considerada úmida forte com o megatérmico.

3.2 Fitofisionomia e uso da terra na sub-bacia do rio Guandu

Na análise do uso e cobertura da terra foi feito uma investigar das condições ambientais de suporte para o rio Gandu, auxiliado com pesquisa em campo. Na região que compreende a SBRG, revelou uma diversidade de usos e condições ambientais ao longo de sua bacia hidrográfica.

A análise do mapa mostra a presença significativa de fragmentos florestais remanescentes de floresta ombrófila densa, pertencentes ao bioma da Mata Atlântica. Esses fragmentos são cruciais para a manutenção da biodiversidade e para a proteção do rio contra assoreamento, manutenção da sua eficiência no sistema de drenagem. Esse ambiente, oferece abrigo e refúgio para uma variedade de espécies de fauna e flora remanescentes.

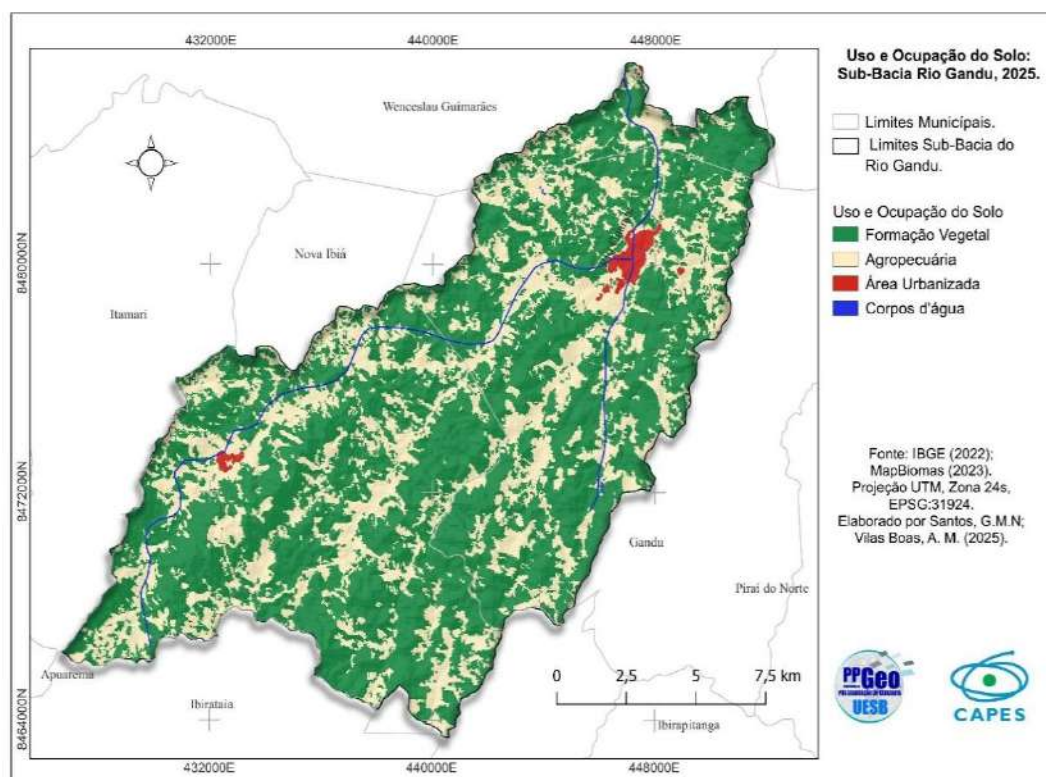
Os resultados apontados pelo mapa de uso da terra que a área ao redor do rio também apresenta zonas de degradação. As áreas identificadas como utilizadas para pastagem e criação de gado leiteiro são evidentes grande parte da sub-bacia, refletindo práticas que podem contribuir para a degradação do solo e da vegetação que já está degradada.

O uso intenso dessas áreas contribui para a compactação do solo e aumento da erosão, o que impacta negativamente a qualidade da água e a saúde geral do ecossistema fluvial. Além das áreas de pastagem e gado leiteiro, o mapa indica a presença de áreas dedicadas a várias práticas agrícolas, como cultivo de banana, mandioca, milho e café. Nesse cenário, embora essenciais para a economia local, podem contribuir para a supressão da floresta nativa se pelo menos uma parte não for preservada.

O cultivo agrícola pode levar a modificações na cobertura do solo e na composição da vegetação, afetando o regime hidrológico e a qualidade da água do rio. Nesse sentido, se destacam os benefícios ecológicos oferecidos por sistemas agroflorestais, que priorizam de forma conjunta a conservação ecológica da floresta e do rio com o desenvolvimento econômico. O mapa também destaca as zonas urbanas nas áreas de Nova Ibiá ao sul, Gandu ao nordeste e Wenceslau Guimarães ao noroeste.

Mapa 9 - Sub-bacia do rio Gandu: Uso e ocupação da terra - 2024

Fonte: IBGE (2022); Mapbiomas (2023) ; Autor: Santos e Vilas Boas (2025).



Fonte: Santos & Vilas Boas (2024)

As áreas urbanas, representadas em vermelho, são importantes para entender pontos onde a atividade humana foi mais impactante sobre o ambiente. A expansão urbana frequentemente está associada a problemas como poluição dos rios com o descarte do lixo foi evidenciado, o que impacta significativamente na qualidade da água e na proliferação de doenças através desse meio, principalmente para as comunidades ribeirinhas. A proximidade dessas zonas urbanas ao rio pode intensificar os desafios relacionados à gestão de resíduos, poluição e modificações no curso e na qualidade da água e até risco a desastres ambientais como alagamentos.

O uso e ocupação desordenada do solo na sub-bacia do rio Gandu, sem atentar para a capacidade de suporte e para a conservação da mata ciliar, interfere na qualidade dos sistemas de drenagem, na proteção ambiental, nos processos erosivos e na integridade física do rio Gandu, contribuindo para fenômenos das enchentes e no comprometimento na qualidade da água da região.

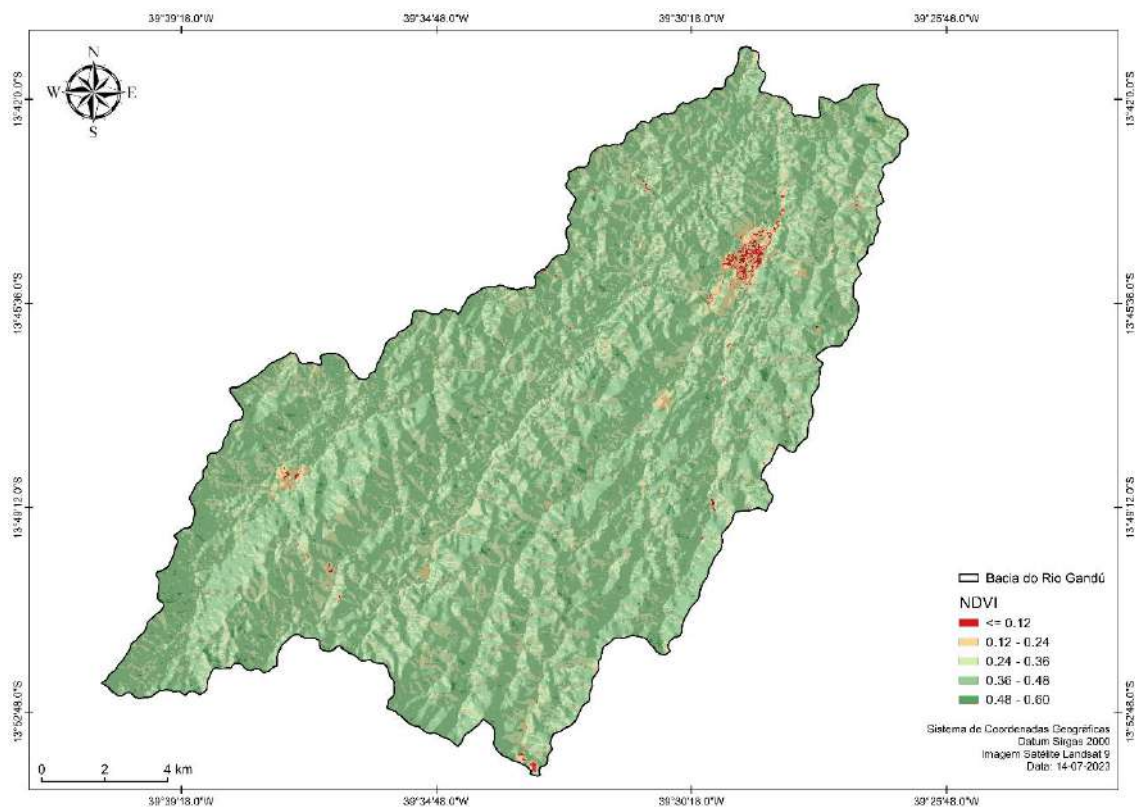
A análise do estado da vegetação foi realizada inicialmente com as pesquisas

de laboratório, com uso do SIG, auxiliadas com os trabalhos de campo, para complementar as interpretações dos ambientes que compoe as características fitofisionômicas da sub-bacia do rio Gandu. Nesta etapa foi realizada o processamento digital do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI), a partir da análise do registrados dos sensores remoto, do comportamento espectral dos diferentes alvos que compoe as paisagens, cujas informações encontram-se representados no mapa 13 e no Quadro 5.

Os dados da reflectâncias da vegetação estão representados com valores que varia de -1 a 1, onde os menores valores da reflectância, representa as áreas com solo exposto e/ou degradado, e os maiores valores, corresponde as fitofisionomias com tipologia de vegetação densa, os fragementos da floresta ombrofila densa, sendo que os demais valores correspondem as variações dos extratos da biomassa, representados pelas diferentes fitofisionomias.

O índice de estado da vegetação (NDVI) se baseou em um indicador numérico que revela através de valores digitais a produção de clorofila e biomassa de determinado local, onde o cálculo foi baseado na diferenciação de reflectância entre as bandas do vermelho visível e do infravermelho próximo, representados pelos valores das reflectâncias dessas duas bandas, sendo um método bastante utilizado na análise das fitofisionomias, no monitoramento de áreas florestais, com aplicações também na áreas agrícola, para detectar o estado das culturas, déficit hídrico, pragas, e produtividade.

Mapa 10 – Sub-bacia do rio Gandu: Índice de vegetação – 2025



Quadro 5- Sub-bacia do rio Gandu: Índice de vegetação - 2025

Valor de NDVI	Classe de NDVI	Descrição da Classe	Uso da Terra / Características	Percentual de Área %
$\leq 0,12$	Vermelha	Baixa biomassa, áreas com vegetação muito rala	Áreas urbanas e solo exposto/afloramento rochoso	5%
0,12 - 0,24	Rosa claro	Solo exposto ou vegetação muito esparsa	Áreas urbanas e possível solo exposto	6%
0,24 - 0,36	Verde claro	Vegetação herbácea ou pastagem	Pastagem com estrato herbáceo	23,79%

0,36 - 0,48	Verde escuro	Floresta raleada e agrofloresta	Floresta ombrófila densa raleada + Cacau-cabruca	64,2%
0,48 - 0,60	Azul/Verde muito claro	Alta biomassa, vegetação densa	Floresta densa conservada e Cacau-cabruca	1,01%

Fonte: Dados processados no SIG; Elaborado por Vilas Boas (2025).

A análise do índice NDVI da sub-bacia do rio Gandu, situada na região da Mata Atlântica, revela informações cruciais sobre o estado da vegetação e do uso do solo, permitindo uma visão detalhada das áreas de maior e menor biomassa. O NDVI é um excelente indicador da saúde da vegetação e, no contexto desta pesquisa, permite compreender a relação entre o uso agrícola e a preservação de áreas de vegetação nativa, especialmente no que diz respeito à agrofloresta do cacau-cabruca, uma prática sustentável de cultivo que desempenha um papel fundamental na conservação da floresta.

Na sub-bacia do rio Gandu, os valores de NDVI indicam diferentes estados de cobertura do solo e vegetação. As áreas com valores mais baixos de NDVI, como a classe 0,12 – 0,24, que indica solo exposto ou afloramento rochoso, refletem locais de pouca ou nenhuma vegetação, como áreas urbanas e regiões de transição onde o impacto humano é mais evidente.

As áreas com valores NDVI de 0,24 a 0,36 são predominantemente ocupadas por pastagens, com vegetação herbácea esparsa. O que mais se destaca na análise, porém, são as classes NDVI 0,36 a 0,48 e 0,48 a 0,60, que representam, respectivamente, a floresta raleada e as áreas de floresta densa, esta última com a maior concentração de biomassa, indicativa de áreas em melhores condições de conservação.

A classe NDVI 0,36 a 0,48 representa a floresta ombrófila densa raleada, que, embora tenha sido impactada pelo cultivo de cacau, ainda mantém uma parte significativa da vegetação nativa. A presença do cabruca, sistema agroflorestal que permite o cultivo de cacau sob a sombra das árvores nativas, é essencial para garantir que a vegetação local não seja completamente destruída e continue a desempenhar

funções ecológicas vitais, como a proteção do solo, a regulação hídrica e a preservação da biodiversidade. Esse sistema é uma forma de agricultura sustentável que integra a produção agrícola e a conservação ambiental, permitindo a coexistência de cultivos e floresta.

Por outro lado, a classe NDVI 0,48 a 0,60 indica as áreas de maior biomassa e vegetação densa, que representam a floresta preservada. Embora estas áreas ocupem uma proporção menor da sub-bacia, elas são cruciais para a conservação ecológica. Essas áreas de floresta nativa intacta não apenas são importantes para a biodiversidade local, mas também desempenham um papel fundamental na regulação do clima, pois ajudam a sequestrar carbono e a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Além disso, as florestas densas oferecem refúgio para inúmeras espécies que estão ameaçadas devido à destruição do habitat natural.

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos e biodiversos do planeta, mas também é um dos mais ameaçados. O desmatamento e a fragmentação dessa vegetação têm impactos diretos na biodiversidade e na qualidade ambiental das regiões em que ela está presente. No caso da sub-bacia do rio Gandu, a manutenção dos fragmentos florestais restantes é fundamental para preservar a integridade ecológica da área.

Embora a presença de agroflorestas de cacau ajude na conservação, é essencial que áreas de floresta densa e de alta biomassa sejam protegidas para que a biodiversidade local não seja comprometida e que os serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação, como a regulação hídrica, o controle da erosão e o sequestro de carbono, sejam mantidos.

A necessidade de proteção dos fragmentos florestais remanescentes da Mata Atlântica na sub-bacia do rio Gandu vai além da preservação da vegetação. Ela está diretamente ligada à qualidade de vida das populações locais e ao desenvolvimento sustentável da região. A conservação da biodiversidade não é uma questão isolada, mas sim uma necessidade para o bem-estar ambiental, social e econômico. A Mata Atlântica e os fragmentos florestais existentes desempenham um papel essencial na proteção dos recursos hídricos que abastecem os rios e córregos da sub-bacia, além de contribuir para a regulação climática.

As agroflorestas de cacau, como o sistema de cabruca, podem ser uma solução para mitigar os efeitos negativos do desmatamento, promovendo uma agricultura sustentável que respeita o ecossistema original e utiliza os recursos naturais de

maneira equilibrada. Contudo, é fundamental que a proteção dessas áreas seja contínua e integrada a políticas públicas de preservação ambiental e desenvolvimento sustentável, que garantam a conservação de áreas de floresta nativa e o incentivo ao uso sustentável da terra. O desenvolvimento sustentável busca atender às necessidades da atual geração sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades.

No caso da sub-bacia do rio Gandu, isso significa equilibrar as atividades econômicas com a preservação dos ecossistemas locais.

Dado o cenário de fragmentação da vegetação nativa na sub-bacia do rio Gandu, é imprescindível que políticas de proteção ambiental e recuperação de áreas degradadas sejam implementadas com urgência. A conservação dos fragmentos de Mata Atlântica remanescentes não só é crucial para a preservação da biodiversidade, mas também para a segurança hídrica da região, já que as florestas desempenham papel vital no ciclo da água e na qualidade dos recursos hídricos. Para isso, é necessário incrementar as áreas protegidas, criar corredores ecológicos entre os fragmentos e promover ações de restauração ecológica.

O desenvolvimento sustentável não é apenas um conceito, mas uma necessidade prática para garantir que o equilíbrio ecológico da sub-bacia do rio Gandu seja mantido. A utilização de técnicas agroflorestais, como o cacau-cabruca, associada à proteção rigorosa dos remanescentes florestais, pode criar uma sinergia positiva entre a agricultura e a preservação ambiental. O fortalecimento das iniciativas de conservação e a educação ambiental são essenciais para sensibilizar as comunidades locais e os agricultores sobre a importância da preservação da Mata Atlântica e os benefícios da agricultura sustentável.

Nesse cenário, a conservação dos fragmentos de Mata Atlântica na sub-bacia do rio Gandu é uma prioridade, tanto para a manutenção da biodiversidade quanto para o desenvolvimento sustentável da região. A combinação de práticas agrícolas sustentáveis com políticas públicas de preservação é a chave para garantir que as gerações futuras possam continuar a usufruir dos serviços ecológicos proporcionados pelas florestas e pela agrofloresta.

Os resultados encontrados através do NDVI (Mapa 13), na área de estudo da SBRG revelam um estado significativo de conservação dos fragmentos de floresta ombrófila densa que compõe o bioma de Mata Atlântica. Áreas com índices mais altos de NDVI (classe 0,48 a 0,60) estão distribuídas em toda a sub-bacia, onde mostram

uma vegetação densa e saudável, indicando a conservação dos fragmentos florestais em áreas montanas no alto curso do rio Gandu, com declividade que ultrapassa 55% de declividade, mas também a implantação de sistemas agroflorestais como a implantação do cultivo do cacau sombra de árvores nativas (cacau-cabruca) que preserva parte da floresta nativa para aproveitar o sombreamento exótico e a biomassa gerada pelo ecossistema florestal.

Na pesquisa de campo os dados foram evidenciados e estão em conformidade com as observações coletadas, o que confirmam a presença da floresta ombrófila densa em consórcio com o sistema cacau-cabruca, mas também outros tipos de práticas agrícolas como a plantação de banana, mandioca, aipim, milho e seringueiras nos 3 municípios contemplados pela SBRG.

Em contraste, as que se encontram nos limites municipais, apresenta valores baixos de NDVI, mostrados pelos índices de 0,12 a 0,24, que correspondem às áreas de degradação ambiental, áreas queimadas, áreas utilizadas para a retirada de cascalho na Noroeste dessa região para a construção de estradas que ligam esse perímetro que ligam o município de Nova Ibiá a Itamarim, assim como, áreas de pastagens para a criação de bovinos dentre outras atividades que geram impacto ambiental como o corte de madeira de lei para a comercialização.

Na comparação entre os dados de NDVI processados no SIG e as observações de campo sugere que a degradação da vegetação está fortemente associada às atividades nas áreas urbanas. Essas áreas degradadas são evidenciadas pelo índice de $\leq 0,12$, que indica o estado da supressão da floresta nativa.

Para a qualidade do estado da vegetação, é necessário a implementação de estratégias de manejo sustentável e recuperação das áreas mais degradadas aliadas a um plano de gestão que priorize o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, a preservação ambiental, incluindo programas de reflorestamento e controle de atividades que promovem degradação ambiental como a derrubada das florestas nativas e queimadas para implantação de pastagens.

Nas pesquisas de campo, foram identificadas paisagens que exemplificam a diversidade fitofisionômicas da região e o uso da terra. A primeira área visitada na pesquisa de campo, localizada no 13°53'15"S e 39°41'22" W apresenta uma vegetação densa e predominante de floresta ombrófila (Tabela 1) onde também é feito o cultivo do cacau. As árvores são altas e a cobertura vegetal é uniforme, com pouca presença de áreas desmatadas próximas às margens do rio. A figura 2 ilustra bem

essa vegetação densa, destacando a estrutura vertical das árvores com todos estratos florestais: estrato herbáceo, estrato arbustivo, sub-bosque, dossel florestal e o estrato superior com árvores emergentes e a densidade da vegetação, corroborando a descrição observada em campo.

Quadro 6 – Classificação de espécies coletadas em trabalho de campo.

FAMÍLIA	ESPÉCIES	NOME VULGAR	USO DA TERRA	COORDENADAS
<i>Lecythidaceae</i>	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá	Plantação de cacau	13°53'15'' S e 39°41'22''
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus Insipida</i> (Willd)	Gameleira	Plantação de cacau	13°53'15'' S e 39°41'22''
<i>Fabaceae</i>	<i>Erythrina verna</i> (Vell)	Aletrina	Plantação de cacau	13°53'15'' S e 39°41'22''
<i>Bignoneceae</i>	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. Ex A.DC.)	Ypê	Plantação de cacau	13°76'50'' S, 39°49'20'' W
<i>Rutaceae</i>	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambú	Pastagem	13°43'12''S e 39°28'80'' W
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Myracrodruo Urundeuva</i>	Aroeira preta	Pastagem	13°76'17'' S e 39°52'45'' W
<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pé de vaca	Plantação de cacau e banana	13°81'22'' Sul e 39° e 63' Oeste
<i>Fabaceae</i>	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Pau-brasi	Plantação de cacau	13°80'58'' Sul e 39°61'10'' W
<i>Meliaceae</i>	<i>Cedrela fissilis</i> Vell	Cedro rosa	Plantação de cacau	13°80'47'' Sul e 39°61' W
<i>Fabaceae</i>	<i>Caesalpinia férrea</i> C. Mart	Madeira ferro	Pastagem	13°76'37'' S, e 39°47'31''W
<i>Fabaceae</i>	<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula	Pastagem	13°76'15'' S, e 39°47'42'' W
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Jacaranda Mikranta</i> Cham.	Cabobão	Plantação de cacau	13°80'31'' Sul e 39°61' W
<i>Malvaceae</i>	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Chicote	Plantação de cacau	13°76' S, 39°49'11'' W

Fonte: Pesquisa de campo (2025).

Figura 2 – Plantio de cacau com árvores emergente, Nova Ibiá - 2024.



Situado próximo a nascente do Rio Gandu, essa fazenda no alto curso se caracteriza pelo cultivo de cacau em meio árvores emergentes.



Jequitibá da Bahia em meio a árvores do dossel florestal em área destinada ao plantio de cacau em vale, próximo ao Rio Gandu.



Mata secundária nas margens no Rio Gandu onde foi encontrado afloramentos rochosos de Gnaiss, rocha metamórfica.



Ocupação do Rio Gandu para pastagem destinada a criação de gado bovino e leiteiro.

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

A Fotografia 1 retrata o alto curso da bacia do Rio Gandu no Sudoeste do município de Nova Ibiá, coordenadas 13°53'15" S e 39°41'22" W como uma altimetria que varia de 526 a 621 m no alto curso da sub-bacia, e está sobre o de relevo ondulado com declividade acentuada, onde são encontrados vales. Nessa área a floresta ombrófila densa com árvores emergentes do estrato florestal superior se encontra preservada em consórcio com a cultura cacaueira. Nessa propriedade foi possível constatar também a presença de nascentes de subafluentes do rio Gandu. As

diferentes imagens da figura 1, representam a mesma área de roça de cacau, porém de ângulos diferente, na figura 3, foi tirada de uma parte mais alta do terreno para possibilitar ao leitor uma visão panorâmica da área visitada e a figura 4 mostras o rio Gandu e mata ciliar.

Um tipo muito comum de uso da terra na área é a pastagem destinada a criação de gado, em relevo predominantemente plano com aproximadamente de 249 a 239 metros de altitude, área entre Nova Ibiá e Gandu na zona do médio curso. Na proximidade da estrada que liga o município de Nova Ibiá com Gadu, passa o rio Gandu (rio perene) que influencia na formação de pequenos brejos/varjem.

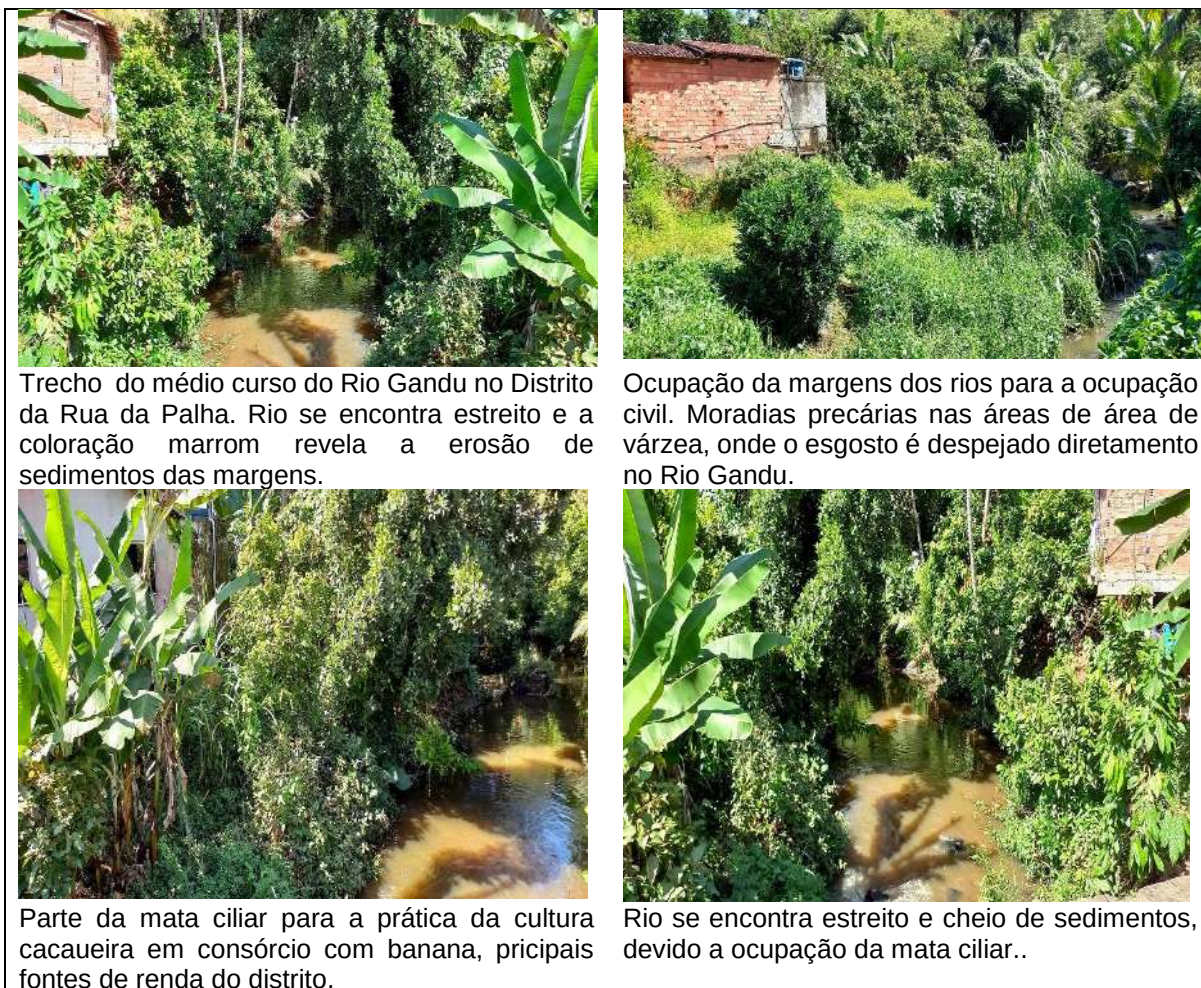
As espécies com maior incidência no tapete herbáceo foram coletadas para uma caracterização da flora, logo, foram constatadas nesse ambiente; *Sphagneticola trilobata* (L.) Asteracea herbácea, *Piper hispidum* (S.W) Piperácea trepadeira, *Thunbergia alata* (Boje rex Sims) Acanthacea trepadeira, *Alternanthera philoxeroides* (Mart) Amaranthacea herbaceae, *Epidendrum ibaguense* (Kunth) Orchidacea epífita.

Em contraste com a área de visita 1 com a área de visita 2, mostram uma vegetação mais esparsa e áreas significativas de pastagem para a prática da pecuária leiteira e também de corte. Na figura 2 e figura 3, mostra a expansão das áreas de pastagem e a presença áreas desmatadas, o que é como se caracteriza o uso da terra nesse perímetro.

Essa paisagem reflete uma alteração significativa na fitofisionomia comparada à área de visita número 1, com a substituição da vegetação nativa por áreas destinadas à pecuária sem nenhum sombreamento. Foi possível perceber que nessa área, pela ausência de cobertura florestal, o solo fica com cobertura rasteira que é o estrato herbáceo, e o rio Gandu fica exposto a erosão e o assoreamento, fato que explica o motivo pelo qual o rio se encontra mais estreito nesse trecho do que na área visitada número 1.

A área visitada número 2, onde se localiza o distrito chamado de “Rua da Palha” ainda pertence ao município de Nova Ibiá. Neste ambiente, é possível notar que essa pequena vila foi construída as margens do rio Gandu, parte da mata ciliar foi retirada para ocupação humana (figura 2) e construção de pequenas casas, algumas delas com palafita. O uso da terra, nesse trecho se caracteriza pela cultura cacaueira em consórcio com banana entre fragmentos florestais nesse local.

Figura 3 – Município de Nova Ibiá – Distrito Rua da palha (BA) - Ocupação da Mata Ciliar - 2024



Fonte: Pesquisa de campo (2024).

Sobre a paisagem apresentada acima, é interessante notar como o rio está estreito e com água barrenta, com sedimentos e assoreado, de forma geral, pelo transporte de material sedimentar de áreas do alto curso do rio, e também do lixo que é transportado de outras áreas e que se acumulam com o descarte inadequado nesse perímetro. A vegetação nativa remanescente nas áreas das margens dos rios é muito estreita e não dá suporte à integridade física do rio. É de suma importância que nessa localidade a ocorrência deslizamento de terra é uma realidade, uma vez que o distrito foi construído em um pequeno vale e a vegetação nativa que segurava o solo, foi derrubada.

No município de Gandu (na área visitada número 4), no baixo curso da sub-bacia do rio Gandu, local na cota de altitude mais baixa do perímetro da SBRG 186 a

248 metros, foram encontradas condições preocupantes ao longo das margens do Rio Gandu. A área revelou uma ocupação irregular e desordenada das margens, com práticas de uso da terra voltada para a construção civil de casas de palafita em situação de risco desabamento (figura 3).

A vegetação ripária, que desempenha um papel essencial na proteção e estabilização das margens do rio que evita fenômenos como deslizamento de terra, está degradada. Essa ausência compromete a capacidade de fixação do solo, mas também a eficiência de drenagem, logo, ao se considerar que esse é um dos pontos mais baixo da sub-bacia, está sujeito alagamento e vulnerabilidade civil a desastres naturais em épocas de chuvas mais intensas como a chuvas de verão.

A devastação da mata ciliar observada é uma questão a ser pontuada, pois essa vegetação deveria fornecer cobertura e suporte ao leito do rio. A falta de vegetação ripária expõe o rio Gandu ao assoreamento, reduz a eficácia natural de proteção do rio contra poluentes, descartes irregulares de lixo e sedimentos.

A degradação da vegetação indica gestão e planejamento do município de Gandu deve priorizar a integridade física do rio Gandu, a preservação da mata ciliar, e uma necessidade urgente de estratégias de restauração e preservação e realocação da população que está em situação de vulnerabilidade a desastres naturais como inundações e deslizamentos que são consequências da degradação ambiental.

Foram encontrados diversos resíduos sólidos, como: plásticos, garrafas, pneus e outros tipos de detritos, que não apenas comprometem a estética da área (beleza cênica), mas também afetam a qualidade da água e a estrutura e eficiência dos ecossistemas aquáticos, afetando a fauna e flora local.

Nas observações de trabalho de campo foram identificados a gravidade da situação ambiental nas margens do rio Gandu, sobretudo, no município de Gandu, onde se encontra maior densidade demográfica e área urbana, assim como, nos 3 municípios banhados pela sub-bacia, é imprescindível intervenções imediatas para mitigar os impactos e promover a recuperação da integridade física do rio e da mata de ombrófila densa que desempenha papel ecológico essencial para a manutenção da biodiversidade.

A restauração da vegetação ripária e a remoção de resíduos são essenciais para melhorar a qualidade ecológica da área e garantir uma gestão sustentável desse ambiente.

Figura 4 – Município de Gandu (BA) - Ocupação de área de várzea - 2024



Descarte inadequado do lixo e entulho nas margens do Rio Gandu próximo a área urbana do município de Gandu.



Ocupação das margens dos rios, a mata ciliar foi desmatada dando lugar a vegetação secundária capoeirinha onde se encontram habitações em áreas periféricas da cidade de Gandu.



Parte da mata ciliar e o rio se encontra estreito próximo área urbana. Vegetação raleada em meio a pequena plantação de cacau.



Rio se encontra estreito próximo a área urbana de Gandu em meio a plantação de cacau.

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

No trabalho de campo realizado ao Norte do município de Gandu na localização, no baixo curso, altitude aproximada foi de 186 á 248 metros, onde observou-se um ambiente fluvial caracterizado pela presença de floresta ombrófila densa associada a práticas agrícolas sustentáveis como a prática agroflorestal do cacau-cabruca em consórcio com a prática agrícola de banana.

As margens do rio estão cobertas por uma cobertura vegetação, onde a floresta nativa coexiste com a prática agrícola de cultivo de cacau. Este cultivo é realizado sob o sombreamento de árvores exóticas, criando um sistema agroflorestal que favorece a conservação da biodiversidade e proporciona o equilíbrio ecológico.

O sistema agroflorestal observado na área apresenta biodiversidade, refletida na presença de todos os estratos florestais típicos da floresta ombrófila densa. No estrato herbáceo, diversas plantas rasteiras e herbáceas contribuem para a fixação do solo e suporte para a flora e fauna local com geração de biomassa que é essencial para a manutenção de nutrientes no solo. O estrato arbustivo, oferece habitat e alimento para diversas espécies de fauna. Abaixo do dossel florestal, o sub-bosque abriga árvores menores e plantas que prosperam que se adaptaram a baixa luminosidade e sombreamento como a árvore do cacau, enquanto o estrato do dossel é formado por árvores de grande porte que podem chegar a 20 metros.

Na área visitada número 4, foi notado o estrato superior florestal, composto por árvores emergentes que se destacam acima do dossel que podem chegar a 50 metros de altura, criando um cenário de beleza cênica. Este estrato superior não só contribui para a estrutura vertical da floresta, mas também proporciona habitat para aves e insetos que dependem das alturas para sua sobrevivência e reprodução e formas de vidas epífitas. A diversidade de estratos florísticos cria um mosaico complexo de habitats que sustenta uma rica fauna e flora, fato que contribui para o equilíbrio ecológico, a qualidade do solo, e proteção dos rios que são tributários do Rio Gandu.

A vegetação encontrada inclui várias espécies nativas do bioma da Mata Atlântica, que são fundamentais para manter a integridade ecológica da região. Neste ambiente, com a combinação de floresta densa e práticas agrícolas integradas de forma sustentável, resulta em um cenário natural que abriga biodiversidade e mostra a eficácia de métodos agroflorestais na conservação dos recursos naturais que é essencial na manutenção dos ecossistemas terrestres e aquáticos.

A observação dos elementos como a floresta ombrófila em consórcio com a cacauicultura, na pesquisa de campo confirma a importância de práticas sustentáveis que promovem a coexistência entre a produção agrícola e a preservação ambiental (figura 4).

Figura 5 – Município de Gandu(BA) – Floresta ombrófila e cacauais- 2024



Plantio de cacau nas margens do rio no baixo curso do Rio Gandu. Área de floresta densa com árvores de dossel que possibilitam o sombreamento dos pés de cacau.



Dossel florestal sombreando os pés de cacau, árvore com presença de formas de vida epífita como bromélias e lianas ou trepadeiras.



Dossel florestal e pés de cacau em área do baixo curso do Rio Gandu, próximo da área de encontro do Rio Gandu com o Rio das Almas no município de Wenceslau Guimarães.



Árvore de dossel florestal e pés de cacau em consórcio com banana no baixo curso

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

Nesta fazenda de cacau, também foi constatado a cultura de bananas, mandioca e laranja ao Norte do município, com topografia de vale em V numa área de borda de mata. A localização dessa propriedade em um local com maior densidade da floresta ombrófila densa e também o relevo contribui para a forte presença de

sombreamento.

Na pesquisa nessa áreas para identificação das espécies tanto do dossel florestal, emergentes, herbáceas e formas de vidas epífitas, inclusive do cacaueiro, foram encontradas as espécies (Tabela 1): *Momordica charantia* (L.) Cucurbitaceae, tapete herbáceo da capoeira com árvores emergentes e cacau, *Dactylis glamerata* (L.) Herbaceae presente na capoeira, *Tradescantia zebrina* (Bosse), Commeliaceae, *Xanthosoma taiba* (E. G) Araceae, *Osmunda claytoniona* (L.) Osmundaceae do grupo /das pteridófitas, *Rubus phoenicolasius* (Maxim) Rosaceae, *Pragmites australis* (Cav. Trin ex Steud) Poaceae.

Outra área visitada no campo em uma localidade vizinha a essa propriedade, também foi constatada a presença de uma propriedade com a cultura de cacau no município de Gandu, em um ambiente de borda de mata com topografia fortemente ondulada e altitude aproximada de 258 metros, floresta úmida tropical onde foi possível fazer identificação de espécies de grande porte, sob as quais, o cultivo de cacau é feito. Nesta área constatou-se a presença da famosa gameleira (*Ficus Insipada*, Moraceae) que compõe o dossel florestal entre 20 a 30 metros, além da aletrina (*Erytrina verna*, Fabaceae) que é uma espécie endêmica do bioma de Mata Atlântica, a ocorrência também de vários ypês *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A.DC.) Standl, Bignonecea.

Figura 6– Ocupação da Mata Ciliar- Plantio de cacau e pastagem - 2024



Formas de vida epífita em árvore de dossel florestal na fazenda de cacau em área de vale.

Plantio de pés de cacau próximo ao rio Gandu, apresentando grande quantidade de biomassa na camada do solo chamda de serrapilheira.



Parte da mata ciliar para a prática da cultura cacaueira, folhas latefoleadas e a presença de samambaias.



Rio se encontra estreita em área de médio curso no rio, terreno plano destinado a pastagem de gado bovino para corte e também gado leiteiro.

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

Também realizou-se uma visita no limite municipal para o estudo da área de cultivo de cacau em consórcio com banana, numa fazenda conhecida regionalmente como “Mineiro”, com altitude aproximada de 198 metros. Foi possível constatar a relação entre a produção cacaueira e o plantio de banana. Constatou-se que não há o interesse de aproveitar o sombreamento de árvores nativas, mas a sombra da própria bananeira, que está ganhando espaço na região (a banana é provisória depois substituída pelas árvores perenes).

Por último visitou-se uma área próxima a fazenda do mineiro (área visitada número 5), porém com altitude, cerca de 220 metros com a ocorrência de capoeirinha e capoeira, indicando uma área em regeneração em função do abandono da área. Nesse local foi possível observar a presença de espécies como; *Pteridium aquilinum* (L. & Kuhn) Penstaeidiaceae, compondo o tapete herbáceo, e também é uma planta indicadora de degradação ambiental, além dela a *Solonum lycocarpum* (A. ST – Hil) Solunaceae, também é indicadora de ambientes degradados.

Figura 7 – Município de Gandu (BA) – Plantio de cacau com banana- 2024



Pés de cacau em área do baixo curso do Rio Gandu, próximo ao Rio das Almas no município de Wenceslau Guimarães;



Plantação de banana na fazenda cacaeira do Mineiro na divisa entre o município de Gandu e Wenceslau, prática comum em na região da sub-bacia do Rio Gandu.



Rio Gandu cercado por mata secundária, vegetação capoeirinha em suas margens



Rio se encontra estreito e cheio de sedimentos com a presença de parte da vegetação desmatada.

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

A importância da mata ciliar (APP)

As Áreas de Preservação Permanente (APP), especialmente as matas ciliares, desempenham um papel crucial na proteção dos recursos hídricos da sub-bacia do Rio Gandu. Essas áreas são fundamentais para a manutenção da qualidade da água,

prevenção de processos erosivos, controle do assoreamento dos rios e preservação da biodiversidade local.

O Código Florestal Brasileiro, em sua Lei nº 12.651/2012, define a vegetação ciliar como essencial para a proteção das margens de rios, lagos e nascentes. Na sub-bacia do Rio Gandu, a vegetação de floresta ombrófila densa remanescente ao longo das margens dos corpos d'água tem função vital na estabilização dos solos e na filtragem da água, assegurando o abastecimento hídrico para as comunidades locais e a fauna da região.

As matas ciliares formam um conjunto de vegetação que conecta os ecossistemas aquáticos e terrestres, fornecendo refúgio para diversas espécies e ajudando a manter o equilíbrio ecológico. No entanto, a ocupação de áreas por pastagem e agricultura intensiva tem fragilizado essas áreas, o que aumenta a vulnerabilidade dos rios à erosão e poluição.

A sub-bacia do Rio Gandu está inserida no bioma da Mata Atlântica, abrangendo uma área de aproximadamente 238,522 km², distribuída entre três municípios da microrregião do Baixo Sul baiano: Gandu, Nova Ibiá e Wenceslau Guimarães. O conhecimento sobre a atual situação ambiental dessa região é imprescindível, visto que a sub-bacia enfrenta sérios desafios relacionados ao uso e ocupação da terra, além de problemas ambientais que impactam a vegetação remanescente, os ecossistemas e, consequentemente, os recursos hídricos da região.

A SBRG é caracterizada por um relevo suavemente ondulado e uma vegetação típica da floresta ombrófila densa, que é predominantemente encontrada no bioma da Mata Atlântica. A beleza cênica da região, associada à biodiversidade única, é visível nos fragmentos florestais remanescentes, que ainda conectam a paisagem. A geografia da área, com suas altas taxas de precipitação e solos férteis, favorece o cultivo agrícola, mas também gera pressões sobre o meio ambiente, como o desmatamento e a degradação do solo.

A preservação de áreas estratégicas, como as Áreas de Preservação Permanente (APP), e a criação de Unidades de Conservação (UC) são ações necessárias para mitigar os impactos da ocupação desordenada e promover a conservação dos ecossistemas da sub-bacia.

A sub-bacia do Rio Gandu apresenta várias áreas de interesse ambiental, que são fundamentais para a preservação dos ecossistemas locais e a manutenção da qualidade da água. As principais dessas áreas incluem as matas ciliares, as áreas de

alta declividade e os fragmentos florestais remanescentes da floresta ombrófila densa. Essas áreas são vitais para a conservação da biodiversidade e para a proteção contra processos erosivos que podem comprometer a estrutura de drenagem da bacia.

A geomorfologia da região revela uma topografia ondulada, com vales em “V” e “U”, formados por processos de erosão fluvial e pluvial. Essas áreas, especialmente os vales em “V”, possuem declividades acentuadas e solos suscetíveis à erosão, tornando-as sensíveis à degradação. Segundo a pesquisa de campo, as áreas de vales em “U”, encontradas no alto curso da sub-bacia, são vestígios de erosão glaciária e possuem um fundo mais plano e laterais mais suaves, tornando-as áreas propícias à preservação.

De acordo com a análise dos solos, predominam os latossolos de textura média e argilosa, associados aos cambissolos e podzólicos vermelho-amarelo. Esses solos, especialmente os podzólicos vermelho-amarelo, são pobres em nutrientes, o que exige manejo agrícola cuidadoso. Áreas de pastagem e cultivo intensivo, como banana, milho e café, podem contribuir para a degradação desses solos e da vegetação nativa.

A criação de Unidades de Conservação (UC) na sub-bacia do Rio Gandu é uma medida necessária para garantir a proteção das áreas de alto valor ecológico. O Código Florestal Brasileiro prevê a proteção das APPs, principalmente as matas ciliares e as áreas com declividade superior a 45°, as quais são consideradas vulneráveis à degradação. A Lei nº 9.433/1997, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos, também estabelece a importância da proteção das áreas que influenciam diretamente a qualidade e a quantidade da água.

A criação de UCs nas áreas de mata ciliar e nas zonas de alta declividade, como as presentes na sub-bacia do Rio Gandu, pode contribuir para a recuperação dos ecossistemas, a manutenção da biodiversidade e a estabilização dos solos. Essas áreas são essenciais para o controle do ciclo hidrológico, a prevenção de desastres naturais e a proteção das águas.

Uma UC voltada para a preservação das APPs e dos ecossistemas associados aos vales e encostas da sub-bacia poderia integrar esforços de conservação ambiental com o desenvolvimento sustentável, promovendo tanto a recuperação ambiental quanto a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

A sub-bacia do Rio Gandu, com suas características geomorfológicas e ecológicas, apresenta áreas que, devido à sua fragilidade ambiental, são de extrema

importância para a preservação dos recursos naturais e a manutenção dos ecossistemas.

A criação de uma Unidade de Conservação (UC) na região surge como uma solução estratégica para promover a conservação e recuperação das áreas de maior vulnerabilidade, especialmente as que apresentam declividade superior a 45° e as que são compostas por mata ciliar. Esses dois fatores são fundamentais, tanto do ponto de vista ambiental quanto legal, e se alinham com os critérios estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012).

O Código Florestal Brasileiro, em seu Art. 2º, define que as Áreas de Preservação Permanente (APP) incluem, entre outros, as encostas e os morros com declividade superior a 45°, considerando essas áreas como de risco elevado para a erosão e deslizamentos, especialmente em regiões com alta precipitação, como a sub-bacia do Rio Gandu.

A região apresenta, conforme os dados de geoprocessamento, áreas com declividades superiores a 45%, que somam aproximadamente 8,95% do total da sub-bacia, e são predominantemente encontradas nas encostas dos vales em “V” e “U”, que são altamente suscetíveis à erosão e à degradação do solo. Essas áreas de forte declividade desempenham um papel crucial na regulação dos fluxos hídricos e na proteção das bacias hidrográficas, sendo essenciais para evitar o assoreamento e a sedimentação dos rios.

De acordo com o Código Florestal, a proteção dessas áreas é obrigatória, pois elas são vulneráveis à degradação e à perda de fertilidade, o que compromete não apenas a qualidade da água, mas também a biodiversidade local. A criação de uma Unidade de Conservação nessas áreas permitiria a implementação de um manejo sustentável que garantisse a recuperação da vegetação nativa e a estabilização dos solos. Além disso, essa UC poderia atuar como uma área de amortecimento contra os efeitos da erosão, diminuindo os impactos negativos da ação humana sobre o relevo e a vegetação.

Outro critério fundamental previsto no Código Florestal Brasileiro é a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo dos cursos d'água, incluindo a vegetação ciliar que forma um cinturão verde ao redor dos rios, lagos e nascentes. De acordo com a Lei nº 12.651/2012, essas áreas devem ser protegidas com faixas de vegetação, que, dependendo da largura do rio, podem variar de 30 a 500 metros, visando garantir a qualidade da água, prevenir o assoreamento e proteger a

biodiversidade aquática e terrestre.

Na sub-bacia do Rio Gandu, as margens dos corpos hídricos são compostas por fragmentos de floresta ombrófila densa, o que caracteriza uma vegetação ciliar vital para a preservação do ecossistema aquático. A análise geoespacial, aliada à pesquisa de campo, identificou áreas de mata ciliar que ainda permanecem preservadas, mas que estão sendo ameaçadas pela expansão agrícola, especialmente nas áreas de pastagem e cultivo.

A criação de uma UC nessas áreas ciliares seria uma estratégia eficaz para garantir a proteção contínua dessas zonas, assegurando a regeneração da vegetação nativa, a proteção das nascentes e a manutenção da qualidade da água que abastece as comunidades locais.

A criação de uma Unidade de Conservação na sub-bacia do Rio Gandu poderia ser direcionada, em uma primeira etapa, para as áreas de maior vulnerabilidade ambiental, como aquelas com declividade superior a 45° e as margens dos cursos d'água que ainda possuem fragmentos de mata ciliar remanescente.

A UC poderia ser classificada como uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, ou uma Estação Ecológica, conforme os parâmetros do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, Lei nº 9.985/2000), garantindo a preservação dos ecossistemas sem a intervenção humana direta, exceto para atividades de pesquisa científica e educação ambiental.

Essa UC teria como objetivos principais:

- Proteção das APPs de alta declividade: áreas com declividade superior a 45° seriam preservadas, evitando a degradação do solo e o aumento da erosão. A vegetação nativa ajudaria a estabilizar o solo e prevenir deslizamentos, o que é particularmente importante em uma região com intensa precipitação, como a sub-bacia do Rio Gandu.
- Preservação das matas ciliares: as áreas ao longo dos cursos d'água, especialmente aquelas com vegetação de floresta ombrófila densa, seriam protegidas, contribuindo para a filtragem da água, a manutenção da biodiversidade aquática e a prevenção do assoreamento dos rios.
- Promoção da recuperação ecológica: em áreas de vegetação degradada, como nas zonas de pastagem e agricultura intensiva, a UC poderia implementar programas de recuperação da vegetação nativa, como o uso de técnicas de reflorestamento e sistemas agroflorestais.

- Educação e pesquisa ambiental: a UC também poderia ser um centro de educação ambiental, promovendo ações de sensibilização e capacitação das comunidades locais sobre práticas agrícolas sustentáveis e a importância da conservação dos recursos naturais.

SEÇÃO V

CONCLUSÃO

O rio Gandu é um importante para abastecimento dos municípios de Nova Ibiá, Gandu e Wenceslau Guimarães, situados no Baixo Sul baiano, e banha os municípios de Nova Ibiá, Gandu e Wenceslau Guimarães. A sub-bacia está sob o domínio do bioma de Mata Atlântica.

No alto curso do rio, próximo à nascente em Nova Ibiá, a topografia é marcada por altitudes que variam de 622 a 766 metros. Esta área apresenta uma hipsometria montana e forte ondulada com valores de declividade de 42% a 55% com vales em V, formados principalmente pela erosão provocada pelas intensas chuvas da região. A presença de terrenos íngremes é fundamental para a proteção das nascentes e da vegetação ao redor, ajudando a manter a qualidade da água e a estabilidade do solo.

Na pesquisa de campo foi evidenciado que no médio curso do rio Gandu, a hipsometria se torna mais plana, com altitudes variando de 249 a 339 metros, com declividade suave – ondulada.

As pastagens para a criação de gado e áreas agrícolas foram encontradas na paisagem, resultando em degradação de uma parte da floresta ombrófila densa da região em alguns perímetros da sub-bacia. O uso da terra para a criação de gado é mais evidente em áreas com menor declividade (plana e suave – ondulada), na área do baixo curso da sub-bacia, onde é a divisão entre os três municípios.

Atividades ligadas ao crescimento urbano, como o desmatamento de áreas de mata ciliar, em perímetros que são compreendidos como baixo curso, os terrenos que são planos contribuem para a acumulação de sedimentos, logo, prejudicam a qualidade da água e consequentemente podem comprometer os habitats aquáticos.

O clima da região é outro fator importante que molda as características ambientais do rio Gandu. Influenciado pelos ventos alísios de Leste e Sudeste, o clima é quente e úmido, com chuvas intensas, especialmente durante o verão. A Zona de Convergência do Atlântico Sul, que se forma no final da primavera e no verão, causa chuvas convectivas que podem ser muito intensas, afetando o escoamento das águas e exacerbando os problemas de erosão e sedimentação. A predominância de chuvas torrenciais e sua correlação com problemas urbanos como a poluição de forma geral

e o descarte inadequado de lixo, ocupação de áreas de mata ripárea, apotam que a gestão pública deve se ater para a mitigação de impactos ambientais decorrentes da falta de planejamento urbano, que podem potencializar eventos catastróficos como enchentes.

A vegetação ao longo do rio inclui remanescentes da floresta ombrófila densa, especialmente nas áreas de alta declividade (55% a 67%) que ajudam a preservar a biodiversidade local e a proteger o solo contra a erosão. Também é válido pontuar que, principalmente nas áreas mais planas, onde a foi encontrada pastagem para a criação de gado, a presença da floresta ombrófila densa é menos expressiva. O uso da terra para pastagens, cultivo de cacau e outras práticas agrícolas, além da presença de resíduos sólidos, tem contribuído para a degradação ambiental.

As características ambientais do rio Gandu revelam uma complexa interação entre a estrutura natural do rio, a topografia variada, o clima, a floresta e o uso da terra. A preservação da floresta nativa e recursos hídricos em geral deve ser prioridade das prefeituras que administram a área da sub-bacia do rio Gandu. Alguns gestores como secretários da agricultura e meio ambiente, como secretários da embaça, pontuam que houve perda de parte da vegetação e isso ressoa em impactos sobre a qualidade da água e no abastecimento regional.

A preservação dos fragmentos florestais remanescentes e a implementação de práticas sustentáveis são essenciais para garantir a continuidade dos serviços ecossistêmicos e a proteção da biodiversidade na região.

Através das pesquisas de campo e registros fotográficos, é possível visualizar que a degradação ambiental, especialmente em áreas mais planas e suaves, é causada pela pecuária extensiva bem como a ocupação civil de áreas de mata ciliar. Isso prejudica a qualidade da água e a integridade dos rios, destacando a necessidade de ações efetivas.

Preservar a floresta nativa, restaurar as áreas degradadas em ecossistemas aquáticos e remover resíduos são essenciais para melhorar o ambiente como um todo. Práticas como a sistemas agroflorestal, como o cacau-cabruca sob sombra de árvores nativas, contribuíam para equilibrar a produção agrícola e desenvolvimento econômico e a conservação da natureza. Nessa perspectiva, promover uma gestão sustentável e criar leis ambientais que envolvam a comunidade, garantindo ou pelo menos tentando garantir alguma social.

Foram vistas paisagens exuberantes que proporcionaram a reflexão do quão

complexa e extraordinária é a natureza na produção do espaço geográfico vivenciando nesta pesquisa.

A biodiversidade e o potencial paisagístico encontrado na sub-bacia do Rio Gandu contam a história de eras geológicas, mas também carregam a história de um povo que tem uma relação muito forte com a terra, com o meio ambiente e foi um prazer poder um pouco mais sobre essa região fantástica e cheia de vida.

A análise geoambiental da sub-bacia do Rio Gandu proporciona uma visão holística e detalhada dos múltiplos fatores que moldam a dinâmica dessa região, evidenciando a complexa interação entre geologia, geomorfologia, climatologia, hidrografia, vegetação, solos e uso da terra. Cada um desses aspectos contribui para os desafios e oportunidades que a sub-bacia enfrenta em termos de conservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

A geologia da sub-bacia do Rio Gandu, caracterizada por rochas do embasamento cristalino, influencia diretamente a sua geomorfologia. A topografia ondulada da região, com a presença de serras pré-litorâneas, vales em "V" e "U", e a ocorrência de falhas geológicas, molda as condições de drenagem e a susceptibilidade à erosão.

O relevo da sub-bacia está intimamente relacionado ao processo de erosão fluvial e pluvial, o que resulta em uma paisagem de grande beleza, mas também vulnerável à degradação quando exposta a práticas inadequadas de uso do solo. Os vales em "V" e as áreas de alta declividade, particularmente, apresentam uma fragilidade geomorfológica que torna essas zonas propensas a processos erosivos intensos.

A presença de falhas geológicas nas áreas de planalto, juntamente com a ação de processos erosivos, revela a complexidade da dinâmica geológica da sub-bacia, demandando estratégias de gestão que considerem essas características na implementação de políticas ambientais.

Climatologia

O clima da sub-bacia do Rio Gandu é predominantemente tropical úmido, com altas taxas de precipitação que sustentam uma rica biodiversidade e favorecem a fertilidade dos solos. As chuvas intensas e regulares, características do clima da região, são fundamentais para o regime hidrológico local, mas também contribuem para o agravamento da erosão do solo quando associadas ao uso inadequado do solo.

A estação chuvosa, concentrada entre os meses de outubro a março, traz consigo desafios relacionados à conservação do solo e à proteção dos corpos d'água contra o assoreamento. O clima úmido favorece a vegetação da floresta ombrófila densa, mas também exige estratégias eficazes para a mitigação dos impactos das chuvas intensas, como a conservação das matas ciliares e a recuperação de áreas degradadas.

Hidrografia

A hidrografia da sub-bacia do Rio Gandu é de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas e das atividades humanas na região. O curso do rio Gandu, com sua dinâmica de drenagem e suas áreas de nascentes, é essencial para o abastecimento hídrico e a manutenção da biodiversidade aquática. A análise topográfica revela que a bacia do Rio Gandu apresenta um sistema de drenagem bem estruturado, com uma rede fluvial ramificada que direciona as águas das chuvas para os corpos d'água. Contudo, a degradação da vegetação nas margens dos rios e a erosão dos solos têm comprometido a qualidade da água, provocando o assoreamento e a poluição dos cursos d'água.

A preservação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e a recuperação das matas ciliares são medidas cruciais para garantir a integridade dos recursos hídricos e mitigar os impactos da ocupação desordenada e do uso agrícola intensivo.

Vegetação e Solos

A vegetação predominante da sub-bacia do Rio Gandu é a floresta ombrófila densa, característica da Mata Atlântica, que desempenha um papel vital na proteção da biodiversidade e na manutenção dos ciclos hidrológicos. Os fragmentos florestais remanescentes, embora ainda conectem a paisagem, estão sendo progressivamente fragmentados devido ao desmatamento e às práticas agrícolas invasivas. A vegetação nativa é fundamental para a regeneração do solo, para a proteção contra a erosão e para a absorção de carbono, contribuindo, assim, para a mitigação das mudanças climáticas locais.

Os solos da região, em sua maioria podzólicos e vermelho-amarelos, são férteis, mas também vulneráveis à degradação, especialmente nas áreas de alta declividade e nas zonas de cultivo intensivo. A análise do uso do solo revela que as práticas agrícolas, embora produtivas, estão afetando a qualidade do solo e comprometendo sua capacidade de regeneração.

O desmatamento, a agricultura inadequada e a pastagem intensiva são fatores

que contribuem para a erosão, a perda de matéria orgânica e o assoreamento dos cursos d'água, exigindo a implementação de práticas de manejo mais sustentáveis, como os sistemas agroflorestais, que podem ser integrados ao modelo de produção local.

Uso da Terra

O uso da terra na sub-bacia do Rio Gandu é marcado por um padrão de ocupação que, em muitos casos, ignora as características naturais do território. A presença de áreas agrícolas, especialmente o cultivo de cacau e outras culturas, está associada a um processo de desmatamento e degradação das áreas florestais.

Embora as áreas mais altas da sub-bacia ainda apresentem fragmentos de floresta ombrófila densa, as áreas de encosta e as margens dos rios têm sido progressivamente alteradas, colocando em risco a qualidade ambiental da região. A expansão das áreas agrícolas sem a devida consideração das limitações geográficas e ambientais contribui para a perda da biodiversidade e para a alteração dos ciclos hidrológicos locais.

A introdução de sistemas agroflorestais como o cacau-cabruca tem mostrado ser uma alternativa viável para conciliar produção agrícola e conservação ambiental. No entanto, a implementação dessas práticas enfrenta obstáculos, como a falta de apoio técnico e financeiro aos produtores rurais, além de uma resistência cultural à mudança dos métodos tradicionais de cultivo. A integração de práticas agrícolas sustentáveis e a adoção de modelos de uso da terra mais equilibrados são essenciais para mitigar os impactos negativos do uso intensivo do solo e garantir a sustentabilidade da região a longo prazo.

Reflexão Final

A sub-bacia do Rio Gandu é um microcosmo de desafios geoambientais que exigem uma abordagem integrada, onde o conhecimento geoespacial, a geologia, a climatologia, a hidrografia e a vegetação devem ser considerados de forma holística. As pressões sobre o meio ambiente, provenientes do uso inadequado da terra, têm gerado impactos negativos sobre a qualidade dos ecossistemas, dos solos e dos recursos hídricos.

Por outro lado, a região também apresenta oportunidades significativas para a adoção de práticas sustentáveis, como a implementação de sistemas agroflorestais, o fortalecimento das políticas de preservação e a promoção de uma educação ambiental que engaje as comunidades locais. A conservação da biodiversidade e a

proteção dos recursos hídricos são aspectos fundamentais para garantir o desenvolvimento sustentável da sub-bacia do Rio Gandu e, ao mesmo tempo, para preservar a rica herança natural da Mata Atlântica.

A sub-bacia do Rio Gandu é um reflexo claro da complexa relação entre os aspectos naturais e a intervenção humana. O desenvolvimento sustentável, que deve ser a diretriz para qualquer plano de manejo e conservação, deve integrar as dimensões ecológica, econômica e social de forma harmoniosa. As pressões sobre o ambiente local, originadas por práticas agrícolas intensivas, desmatamento e degradação do solo, são questões que exigem respostas integradas, focadas em soluções que promovam o equilíbrio entre a preservação dos ecossistemas e a manutenção das atividades econômicas essenciais para a população local.

A educação ambiental, nesse contexto, emerge como uma ferramenta poderosa para a transformação da realidade da sub-bacia do Rio Gandu. Ao proporcionar aos habitantes da região o entendimento das complexas interações ecológicas e da importância da conservação ambiental, podemos fomentar um maior engajamento com práticas sustentáveis.

O contato e a conexão com a natureza são essenciais para despertar a consciência sobre os impactos das ações humanas sobre os ecossistemas e as fontes de recursos naturais. A educação ambiental, quando aliada à participação ativa das comunidades locais, pode promover uma mudança de mentalidade e esse é grande pretensão das próximas e futuras pesquisas.

Para tanto, a gestão e o planejamento ambiental são imprescindíveis para o desenvolvimento de ações efetivas de conservação. A implementação do Código Florestal e da Lei das Águas, com suas diretrizes voltadas para a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP), matas ciliares e o manejo sustentável dos recursos hídricos, oferece um marco regulatório importante para garantir que as áreas ambientais sensíveis sejam preservadas.

A aplicação dessas leis pode assegurar a recuperação de áreas degradadas e a manutenção da qualidade dos corpos hídricos, garantindo o abastecimento de água e a estabilidade dos ecossistemas. No entanto, sua eficácia depende de uma fiscalização eficiente, da conscientização das populações locais e do fortalecimento das políticas públicas de meio ambiente.

O papel das diferentes esferas – pública, privada e comunitária – também é crucial para a conservação da biodiversidade e a promoção de um desenvolvimento

econômico sustentável. O setor público tem a responsabilidade de criar e implementar políticas que favoreçam a conservação, estabelecendo áreas de proteção, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais e fiscalizando o cumprimento das leis ambientais. Por outro lado, o setor privado, especialmente por meio das práticas agrícolas e do manejo florestal, pode desempenhar um papel transformador ao adotar modelos de produção que sejam mais alinhados com a sustentabilidade, como os sistemas agroflorestais e a certificação de produtos sustentáveis.

Empresas e produtores devem ser incentivados a investir em práticas que não apenas gerem lucro, mas também contribuam para a preservação dos recursos naturais. A comunidade local, por sua vez, é a base para a efetivação das práticas sustentáveis no cotidiano. O envolvimento da população é fundamental para a conservação, visto que são as pessoas que convivem diretamente com o ambiente e, portanto, são as mais impactadas pelas mudanças nos ecossistemas.

A conscientização e a participação comunitária nas decisões sobre o uso do solo, o manejo da água e a proteção das áreas naturais podem criar uma rede de suporte para a implementação de ações de preservação de longo prazo.

Por fim, a harmonia entre um ambiente econômico viável e socialmente justo é o verdadeiro cerne do desenvolvimento sustentável. É fundamental que as comunidades locais tenham acesso a meios de subsistência que não envolvam a destruição dos ecossistemas, mas sim que integrem práticas agrícolas e econômicas sustentáveis com a conservação ambiental. A cooperação entre os diferentes atores da sociedade – governo, empresas e comunidades – é essencial para alcançar esse equilíbrio e garantir que as gerações futuras possam também desfrutar dos bens naturais da sub-bacia do Rio Gandu.

A sub-bacia, com sua rica biodiversidade e paisagens cênicas da Mata Atlântica, tem o potencial de ser um exemplo de como é possível aliar a conservação ambiental ao desenvolvimento humano. Ao integrar políticas públicas eficazes, práticas agrícolas sustentáveis, educação ambiental e um forte compromisso da sociedade como um todo, a região pode caminhar em direção a um futuro mais equilibrado, onde a biodiversidade e o bem-estar humano coexistem de forma harmônica. O desafio, portanto, está em como moldar esse futuro por meio de uma gestão responsável, que não apenas preserve os recursos naturais, mas também promova o bem-estar social e econômico para as gerações presentes e futuras.

REFERÊNCIAS

AQUINO, Afonso Rodrigues. **Sustentabilidade Ambiental**. Rio de Janeiro: Rede Sirius; OUERJ, 2015.

ARCOVA, F. C. S. Manejo florestal e qualidade da água. In: **Anais...** Curso Internacional de Hidrologia Florestal, 1. Instituto Florestal de São Paulo. São Paulo, 2007.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Cadernos de ciências da terra**. São Paulo, V 13, p. 1-27, 1971a

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, Antonio Soares. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, Antonio Carlos; Guerra, Antonio. José. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Projeto RADAMBRASIL**. *Folha SD. 24 Salvador* : geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e *Energia*, 1981.

BRASIL, A. Ministério do Meio Ambiente. Mata Atlântica. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2nticaemdesenvolvimento>>. Acesso em: Novembro de 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.428%2C%20DE%2022%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202006.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20e,Atl%C3%A2ntica%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em 23 de Agosto de 2024.

CANUTO, João Carlos. **Sistemas Agroflorestais: Experiências e Reflexões**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

COUTINHO, Leopoldo Magno. **O conceito de Bioma**. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, São Paulo, SP, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. A morfologia de bacias de drenagem. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v.18, n.36, p.130-2, 1978. <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13758?mode=full>. Acesso em 15 de julho de 2023

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. Degradação Ambiental. In: (Orgs.). Geomorfologia e Meio Ambiente. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

FERREIRA, M. O.; NEVES, C. E. Abordagem Geossistêmica de Georges Bertrand: perspectiva sobre o pensamento geográfico. *Revista Formação (Online)*, v. 30, n. 57, p. 7-30, 2023. Disponível em: [https://www.google.com/search?q=De+acordo+com+Sobrinho+\(2019\)](https://www.google.com/search?q=De+acordo+com+Sobrinho+(2019)). Acesso em

GEODIVERSIDADE. 24 a 30 de maio de 2018. Disponível em <<http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/9/9-201-2070.html>>. Acesso em 31 de julho de 2023.

MACEDO, S.A. Análise hipsométrica e do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Gandu, Bahia. **Anais SINGEO**, 11. PAISAGEM E GEODIVERSIDADE. 24 a 30 de maio de 2018. Disponível em <<http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/10/10-126-2070.html>>. Acesso em 31 de julho de 2023.

PEREIRA JÚNIOR, A.; PEREIRA, E. Degradação ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade: uma revisão integrativa. **Enciclopedia biosfera**, [S. l.], v. 14, n. 26, 2017. Disponível em: <<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/767>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Rio de Janeiro, 1934. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: https://www.google.com/search?q=BRASIL.+Minist%C3%A9rio+do+Meio+Ambiente.+Rio+de+Janeiro%2C+1934.+Lei+Federal+n%C2%B0+9.433%2C+de+8+de+janeiro+de+1997&oq=BRASIL.+Minist%C3%A9rio+do+Meio+Ambiente.+Rio+de+Janeiro%2C+1934.+Lei+Federal+n%C2%B0+9.433%2C+de+8+de+janeiro+de+1997&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDEwNTlqMGo0qAIAAsAIB&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acesso em 16 de junho de 2024.

ROCHA, Lurdes. **A região cacaueira da Bahia** – Dos Coronéis a Vassoura-de-Bruzas. Ilhéus: Edits, 2008.

SEI, Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos. **Gandu-BA**. Disponível em: <https://sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3143&Itemid=1041&lang=pt>. Acesso em 16 de junho de 2024.

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

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

VILELA, Edvaldo Ferreira. **Biomass e Agricultura**. Minas Gerais: FAPEMIG, 2019.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. A.; BOTELHO, R. G. M. (Org.) **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L. Caracterização morfométrica e do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Apeú, Amazônia oriental. **Formação**, [S. l.], v. 27, n. 51, 2020. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/6026>>. Acesso em: 4

ago. 2024

SANTOS, Mariano Vieira dos; et al. Morfologia fluvial e dinâmica de sedimentos: análise dos efeitos a jusante do complexo hidrelétrico do rio Madeira. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia**, [s.l.], n. 46, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.4000/confins.30852>>. Acesso em: 4 ago. 2024.

ODUM, Eugene Pleasants; BARRETT, Gary W. **Fundamentals of Ecology**. 5. ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2005. Disponível em: <https://books.google.com/books/about/Fundamentals_of_Ecology.html?id=1zYRAQAAIAAJ>. Acesso em 07 de fevereiro de 2023.

GLEICK, Peter H. *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. 1. ed. New York: Oxford University Press, 1993. Disponível em: <https://books.google.com/books/about/Water_in_Crisis.html?id=vwRzQgAACAAJ>. Acesso em 31 de janeiro de 2023.

COSTANZA, Robert; et al The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/387253a0>>. Acesso em 20 de novembro de 2023.

REES, William; WACKERNAGEL, Mathis. Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: Measuring the Natural Capital Requirements of the Human Economy. In: JANSSON, AnnMari; et al. (Eds.). *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*. Washington, DC: Island Press, 1994. Disponível em: <https://books.google.com/books/about/Investing_in_Natural_Capital.html?id=ud0fAQAAIAAJ>. Acesso em 15 de novembro de 2023.

CASTRO, José A. de. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aplicações. São Paulo: Elsevier, 2013.

CARVALHO, Marcelo de. Planejamento e gestão de recursos hídricos. São Paulo: Editora da Unesp, 2009.

SILVA, Eliana S. E. M. S. Hidrologia e gestão de recursos hídricos. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

ALMEIDA, António E. J. de. Gestão integrada de recursos hídricos. Abingdon: Routledge, 2011.

BLOOM, Arthur L. Geomorphology: A Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1978.>. Acesso em 22 de março de 2024.

PALAZZO JR., José Truda; CARBOGIM, João Bosco Priamo (Org.). *Conservação da natureza, e eu com isso?* 1. ed. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012. p. 15.

GOTSCH, Sybil G.; NADKARNI, Nalini; AMICI, Autumn. The functional roles of epiphytes and arboreal soils in tropical montane cloud forests. *Journal of Tropical Ecology*, p. 1-14, jul. 2016. DOI: 10.1017/S026646741600033X.

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, 9 p