



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS**

**PAISAGENS FRAGMENTADAS: MÉTRICAS DA PAISAGEM E GEOSSISTEMAS
COMO SUBSÍDIO À PROPOSIÇÃO DE CONECTIVIDADES FLORESTAIS PARA A
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA, ZONA DA MATA
MINEIRA**

LUCIANO EDUARDO SILVA DA CRUZ

JUIZ DE FORA

2026



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS**

**PAISAGENS FRAGMENTADAS: MÉTRICAS DA PAISAGEM E GEOSISTEMAS
COMO SUBSÍDIO À PROPOSIÇÃO DE CONECTIVIDADES FLORESTAIS PARA A
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA, ZONA DA MATA
MINEIRA**

LUCIANO EDUARDO SILVA DA CRUZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas socioambientais.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Marques Neto

JUIZ DE FORA

2026

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a)

Silva da Cruz, Luciano Eduardo.
Paisagens Fragmentadas: Métricas da paisagem
como subsídio à proposição de conectividades florestais
para a bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga na Zona da Mata mineira /
Luciano Eduardo Silva da Cruz. -- 2026.
131 p.: il.
Orientador: Roberto Marques Neto
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora,
Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em
Geografia, 2026.
1. Métricas da paisagem. 2. Fragmentos florestais. 3. Conectividades
florestais. 4. Ilhas de habitats. I. Marques Neto, Roberto, orient. II. Título.

Luciano Eduardo Silva da Cruz

**PAISAGENS FRAGMENTADAS: MÉTRICAS DA PAISAGEM E GEOSSISTEMAS
COMO SUBSÍDIO À PROPOSIÇÃO DE CONECTIVIDADES FLORESTAIS PARA A
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA, ZONA DA MATA
MINEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas
Socioambientais

Aprovada em: 23 de fevereiro de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Marques Neto (Orientador)

Profa. Dra. Cássia de Castro Martins Ferreira

Profa. Dra. Sarah Lawall

AGRADECIMENTOS

Agradeço sobremaneira à Deus em seu infinito poder que me manteve firme durante os períodos mais complicados deste processo.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Roberto, por todos os ensinamentos, apoio e paciência no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos meus país, avós, tios e primos (as) por todo o carinho, alicerce e apoio nos caminhos da vida.

Agradeço ao meu amigo, Pietro, por sua contribuição sobremaneira relevante na produção cartográfica.

Agradeço a minha turma de mestrado que em sua diversidade de temas de estudo, me mostrou novos olhares geográficos.

Agradeço ao Gabriel Petito, que se tornou um amigo logo no início da caminhada.

Agradeço aos professores que direta ou indiretamente participaram do processo. Em especial as professoras Cássia, Sarah e Camila.

Também agradeço a CAPES pelo financiamento deste estudo.

RESUMO

A fragmentação da vegetação original é inerente a todos os biomas brasileiros e causadora de problemas ambientais que necessitam de controle e propostas fundamentadas na ampliação das conectividades florestais. A bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga, localizada no município de Santa Rita de Jacutinga, Zona da Mata mineira, reúne vegetação local do tipo Floresta Estacional Semidecidual Sub-montana e Floresta Estacional Semidecidual Montana nos terrenos de menores altitudes, Floresta Estacional Semidecidual Alto-Montana e Floresta Ombrófila Densa Alto-montana nas maiores altitudes, ocorrendo, ainda, nas extensões quartzíticas campos rupestres característicos deste tipo de litologia. Apresenta fragmentação florestal sobretudo em seu médio-baixo curso, composto por planícies de inundação e morros e morrotes mamelonizados com declives suaves em uso diversificado da terra com a ausência de impeditivos geomorfológicos no uso e ocupação da mesma, como a forma e a declividade do relevo. Congregando fragmentos florestais de diversos tamanhos, formas e afastados entre si sobremaneira nas áreas de menores altitudes, expondo a descontinuidade florestal e a fragmentação de habitats. A bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga é composta majoritariamente por pequenas propriedades que englobam diversificado uso da terra, registrando florestas comerciais do gênero *eucalyptus spp*, mosaicos de culturas periódicas, pastagem para a criação de gado e remanescentes florestais de variados tamanhos em toda a sua extensão. Devido a esses aspectos, o presente estudo propõe uma abordagem relacionada as conectividades florestais a partir das métricas da paisagem fundadas na circularidade, tamanho, forma e distância entre os fragmentos florestais. Intenciona a partir das métricas da paisagem, a elaboração de uma proposta voltada para a diminuição dos impactos da fragmentação baseada em um circuito de conexão de porções internas e externas da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga. Corredores formados por meio da ampliação de fragmentos presentes na área de estudo e que não operam enquanto ilhas de habitats e o estabelecimento de novos fragmentos preferencialmente nas áreas de preservação permanente, considerando a restrição de uso dessas áreas e a diminuição das mesmas com as novas regras de identificação e delimitação das áreas de preservação permanente. O estudo contou com subsídios da Ecologia da Paisagem e da Teoria dos Geossistemas, ambas abordagens complementares que auxiliaram o entendimento integral da área de estudo, estimando também a compreensão das conectividades florestais para além dos limites da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga em virtude da dispersão de organismos bióticos para as bacias adjacentes, sobretudo, nos setores noroeste e norte em influência direta da Serra da Mantiqueira. Setor em que os condicionantes geomorfológicos funcionam como impeditivos de uso e ocupação da terra, promovendo significativos corredores de remanescentes florestais contínuos. A área de estudo apresenta setores de vegetação continua na alta bacia representando a maior ilha de habitats dispersora de organismos bióticos pela paisagem, a média-baixa bacia expõe paisagem fragmentada com fragmentos menores descontínuos associados a culturas periódicas, silvicultura e pastagem. Nesses setores ocorrem as pastagens mais degradadas com processos erosivos vigentes e áreas de preservação permanente desflorestadas sobremaneira. A área externa da bacia correspondente ao Vale do Café no estado do Rio de Janeiro exhibe demasiada fragmentação com a ocorrência de poucos fragmentos.

Palavras-chave: Métricas da Paisagem; Fragmentos Florestais; Conectividades florestais, Ilhas de Habitats; Paisagem.

ABSTRACT

The fragmentation of original vegetation is inherent to all Brazilian biomes and causes environmental problems that require control and proposals based on the expansion of forest connectivity. The ribeirão Jacutinga watershed, located in the municipality of Santa Rita de Jacutinga, in the Zona da Mata region of Minas Gerais, encompasses local vegetation of the Submontane Semideciduous Seasonal Forest and Montane Semideciduous Seasonal Forest types in lower-altitude terrain, Upper-montane Semideciduous Seasonal Forest and Upper-montane Dense Ombrophilous Forest at higher altitudes, with rocky grasslands characteristic of this type of lithology also occurring across quartzite formations. It exhibits forest fragmentation mainly in its middle-lower course, composed of floodplains and rounded hills and hillocks with gentle slopes under diversified land use, with no geomorphological constraints on land use and occupation, such as landform and slope. It brings together forest fragments of various sizes and shapes that are considerably distant from one another, especially in lower-altitude areas, exposing forest discontinuity and habitat fragmentation. The ribeirão Jacutinga watershed is composed predominantly of small properties encompassing diversified land use, including commercial eucalyptus spp forests, mosaics of seasonal crops, pastures for cattle raising and forest remnants of varying sizes throughout its entire extent. Due to these aspects, the present study proposes an approach related to forest connectivity based on landscape metrics grounded in the circularity, size, shape and distance between forest fragments. Based on landscape metrics, it aims to develop a proposal focused on reducing the impacts of fragmentation through a connection network linking internal and external portions of the ribeirão Jacutinga watershed. Corridors formed by expanding fragments present in the study area that do not function as habitat islands and by establishing new fragments preferably in permanent preservation areas, considering the restrictions on the use of these areas and their reduction under the new rules for identifying and delimiting permanent preservation areas. The study drew on contributions from Landscape Ecology and Geosystems Theory, both complementary approaches that helped achieve an integrated understanding of the study area, also seeking to understand forest connectivity beyond the boundaries of the ribeirão Jacutinga watershed due to the dispersal of biotic organisms into adjacent watersheds, especially in the northwestern and northern sectors under the direct influence of the Serra da Mantiqueira. In this sector, geomorphological constraints act as barriers to land use and occupation, promoting significant corridors of continuous forest remnants. The study area presents sectors of continuous vegetation in the upper watershed, representing the largest habitat island dispersing biotic organisms throughout the landscape, while the middle-lower watershed exhibits a fragmented landscape with smaller discontinuous fragments associated with seasonal crops, silviculture and pasture. In these sectors, the most degraded pastures occur, with ongoing erosional processes and extensive deforestation of permanent preservation areas. The external area of the watershed corresponding to the Vale do Café in the state of Rio de Janeiro exhibits considerable fragmentation, with the occurrence of few fragments.

Keywords: Landscape Metrics; Forest Fragments; Forest Connectivity, Habitat Islands; Landscape.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Visada parcial da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga exibindo fragmentação e conexão florestal	20
Figura 2 – Modelo sistêmico do funcionamento da paisagem, absorção, transformação, consumo e energia, matéria e informação	31
Figura 3 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	32
Figura 4 – Mapa de uso e ocupação da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	59
Figura 5 – Pastagem degradada no início da média bacia	60
Figura 6 – Fragmento do gênero <i>Eucalyptus spp</i> em contato com remanescentes de vegetação nativa	61
Figura 7 – Mapa de hidrografia da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	63
Figura 8 – Calha em leito rochoso do ribeirão Jacutinga na alta bacia	64
Figura 9 – Mapa geológico da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	66
Figura 10 – Mapa morfopedológico da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	68
Figura 11 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	69
Figura 12 – Mapa de altitude da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	70
Figura 13 – Mapa de índice de circularidade dos fragmentos florestais	72
Figura 14 – Mapa de tamanho dos fragmentos florestais	74
Figura 15 – Mapa de distância dos fragmentos florestais	75
Figura 16 – Fragmentação para além da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	77
Figura 17 – Vegetação arbórea na margem direita da MG - 457 representando um pequeno fragmento remanescente	79
Figura 18 – Ponte sobre o ribeirão Jacutinga	80
Figura 19 – Canal de primeira ordem canalizado abaixo da rodovia e drenado pelo ribeirão Jacutinga	81
Figura 20 – Componentes do geossistema em interação	84
Figura 21 – Afloramento rochoso correspondendo a uma fácies físico-geográfica	86
Figura 22 – Mapa de geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	87
Figura 23 – Legenda do mapa de geossistemas	88
Figura 24 – Mapa das áreas de preservação permanente de topo de morro baseado na Lei 12. 651	92
Figura 25 – Mapa das áreas de preservação permanente de encosta baseado na Lei 12. 651 ..	93
Figura 26 – Mapa das áreas de preservação permanente de margens de cursos d'água baseado	

na Lei 12. 651.....	94
Figura 27 – Mapa das áreas de preservação permanente de topo de morro baseado na Resolução CONAMA (303)	95
Figura 28 – Mapa das áreas de preservação permanente de encosta baseado na Resolução CONAMA (303)	96
Figura 29 – Mapa das áreas de preservação permanente de margens de cursos d`água baseado na Resolução CONAMA (303)	97
Figura 30 – Início da média bacia em queda d`água do ribeirão Jacutinga com presença de área de preservação permanente florestada.	98
Figura 31 – Área de preservação permanente quase totalmente desflorestada	99
Figura 32 – Proposta de ampliação das conectividades na bacia do ribeirão Jacutinga (traçado em vermelho).	101
Figura 33 – Área de queimada na bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	104
Figura 34 – Processos erosivos em encosta na média bacia.....	105
Figura 35 – Corte em talude na média bacia	106
Figura 36 – Afloramento rochoso com vegetação rupícola	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferentes concepções do conceito de paisagem	26
Quadro 2 – Tabela Climática de Santa Rita de Jacutinga	62
Quadro 3 – Fragmento Florestal 1	109
Quadro 4 – Fragmento Florestal 2	111
Quadro 5 – Fragmento Florestal 3	112
Quadro 6 – Fragmento Florestal 4	113
Quadro 7 – Fragmento Florestal 5	114
Quadro 8 – Fragmento Florestal 6.....	115
Quadro 9 – Fragmento Florestal 7	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
ANA	Agência Nacional de Águas
BHRJ	Bacia Hidrográfica do ribeirão Jacutinga
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
SCIELO	Scientific Electronic Library Online
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IA	Inteligência Artificial
IUNC	União Internacional para a Conservação
MDE	Modelo Digital de Elevação
NCF	Novo Código Florestal
QGIS	Quantum Geographic Information System
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SRTM	Shtutle Radar Topography Mission
URSS	União das Republicas Socialistas Soviéticas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUZINDO A TEMÁTICA	14
1.1 Considerações iniciais	15
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
1.3 justificativa	18
1.4 Localização da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga.....	19
CAPÍTULO 2 – TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM E A FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL	22
2.1 Aspectos teóricos e conceituais	23
2.1.1 A paisagem na Geografia	23
2.1.2 A paisagem enquanto unidade de interpretação geográfica: perspectivas aplicadas.....	29
2.2 A abordagem geossistêmica	33
2.2.1 Aspectos históricos do pensamento holístico-sistêmico.....	33
2.2.2 Geossistemas na matriz geográfica russo-soviética	36
2.2.3 A concepção francesa de geossistemas	37
2.3 Ecologia da Paisagem.....	39
2.4. Fragmentação florestal e conectividades florestais	42
2.4.1 Fragmentação florestal	42
2.4.2 Conectividades florestais.....	44
2.5 Área de preservação permanente e o seu papel no estabelecimento de conectividades florestais	45
CAPÍTULO 3 – ASPECTOS METODOLÓGICOS: BANCO DE DADOS, TÉCNICAS DE CAMPO E CARTOGRAFIA TEMÁTICA.....	48
3.1 Organização do banco de dados	49
3.2 Trabalho de campo para coleta de dados.....	49
3.3 Drenagem e hidrografia	50
3.4 Declividade e altitude	50
3.5 Geologia e Morfopedologia.....	51
3.6 Uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	52
3.7 Geossistemas	52
3.8 Métricas da paisagem: tamanho, forma e distância entre os fragmentos	53
3.9 Delimitação das áreas de preservação permanente	54

3.9.1 Produção dos Quadros de vegetação	56
CAPÍTULO 4 – ORDENAMENTO TERRITORIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA: ASPECTOS ECÔNOMICOS E NATURAIS NO ENTENDIMENTO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL.....	57
4.1 Uso e ocupação da terra.....	58
4.2 Clima	62
4.3 Hidrografia	63
4.4 Aspectos geológicos e morfopedológicos	65
CAPÍTULO 5 – AS MÉTRICAS DA PAISAGEM COMO SUBSÍDIOS À APLIAÇÃO DAS CONECTIVIDADES FLORESTAIS EM ÁREAS COMPOSTAS MAJORITARIAMENTE POR PEQUENAS PROPRIEDADES.....	72
5.1 A circularidade dos fragmentos.....	73
5.2 O tamanho dos fragmentos	75
5.3 A distância entre os fragmentos	77
5.4 Conectividades florestais para além da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga	79
5.5 A rodovia MG - 457 enquanto fragmentadora da paisagem	81
5.6 Os geossistemas e suas relações com as métricas da paisagem	85
CAPÍTULO 6 – MODALIDADES DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PRESENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA COM BASE NA LEI 12. 651 E RESOLUÇÃO CONAMA (303).....	94
6.1 Áreas de preservação permanente lei 12.651	95
6.2 Áreas de preservação permanente resolução CONAMA (303).....	98
6.3 Fragmentação florestal nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga.....	101
6.4 Proposta de ampliação das conectividades florestais	103
CAPÍTULO 7 – ANÁLISE AMOSTRAL DOS FRAGMENTOS	108
CAPÍTULO 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

CAPÍTULO 1

Introduzindo a temática

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A fragmentação florestal representa o estágio em que as ações humanas são marcadamente visíveis em níveis cada vez mais amplos da paisagem e com dilatação constante em todos os biomas brasileiros.

Os biomas atlânticos (Coutinho, 2016), situados no Domínio Tropical Atlântico (Ab'Sáber, 2003), se desdobram nas seguintes unidades: Bioma Floresta Atlântica Sempre Verde de Encosta (Orobioma), Bioma Floresta Atlântica Sempre Verde de Terras Baixas ou de Planície (eubioma), Bioma Floresta Atlântica Sempre Verde de Restinga (Psamohelobioma), Bioma Floresta Atlântica Sempre Verde de Manguezal (halo-helobioma), Bioma Floresta Tropical Estacional Densa Ripária (helobioma), Bioma Floresta Tropical Estacional Densa semidecídua (eubioma) e Bioma Floresta Tropical Estacional Densa Decídua (litobioma). Em geral, exibem composição florestal fragmentária na maior parte de suas extensões litorâneas e interioranas.

A proteção das florestas atlânticas está amparada pela Lei 12.651 de 2012 (Novo Código Florestal), dispondo de regulamento visando a proteção das florestas. Apesar disso, o demasiado distanciamento entre teoria e prática dos mecanismos reguladores das ações humanas na superfície territorial brasileira, somado aos ciclos econômicos históricos, provocou significativa devastação das florestas atlânticas em toda a extensão inserida no domínio tropical atlântico (Ab'Sáber, 2003).

A fragmentação florestal é caracterizada pela diminuição de uma área contínua de floresta e pela ampliação da condição fragmentária, ocorrendo dois ou mais fragmentos separados por uma matriz de vegetação diferente da original (Forero-Medina; Vieira, 2007), situação que aflige todos os biomas reunidos no contexto das florestas tropicais atlânticas.

Os fragmentos florestais remanescentes podem apresentar características naturais ainda próximas das condições originais e corresponder a habitats descontínuos, conforme o modelo proposto por Primack e Rodrigues (1992), baseado na modulação matriz-fragmento-corredor.

A conectividade florestal retrata o inverso da fragmentação florestal, não sendo equivalente à conexão visto que não apresenta continuidade da vegetação, podendo ser entendida como o grau em que a paisagem contribui ou obstaculiza a dispersão de organismos bióticos entre os remanescentes florestais (Taylor *et al.*, 1993). A conectividade florestal é determinada pela estrutura da paisagem em associação com as características dos organismos

bióticos, resultando nas abordagens estrutural e funcional. A abordagem estrutural é baseada na espacialidade dos fragmentos florestais e pautada pelas métricas da paisagem por meio de índices como a circularidade, tamanho, forma e a distância entre os fragmentos florestais (Noss, 1991). O estudo pautado no enfoque funcional, por sua vez, inclui as particularidades de mobilidade de cada espécie em seus deslocamentos pela paisagem.

O diálogo entre as abordagens estrutural e funcional estabeleceria um modelo amplamente satisfatório para a compreensão da dinâmica faunística em seus deslocamentos, todavia, neste estudo restringe-se à perspectiva estrutural, preferência relacionada a sua própria natureza e o tempo de duração do estudo.

O estudo de paisagens fragmentadas necessita sobremaneira de uma abordagem integral considerando todos os seus componentes constituintes, correspondendo a “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação” (Metzger, 2001, p. 4). A não omissão de componentes constituintes da paisagem em estudo é capaz de produzir informações preciosas e essenciais no fomento de práticas conservacionistas voltadas para a proteção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos fundamentais, contribuindo para uma agricultura menos lesiva à natureza.

A paisagem enquanto um sistema abarca componentes interativos fundamentais para o seu adequado funcionamento, atestando a integridade e estabilidade do sistema em estudo. A vegetação desponta como o principal componente ligado a avaliação da integridade e estabilidade do sistema, conforme destaca Troll (1997):

Se um ecossistema se altera ou se destrói a vegetação como consequência de um fato natural ou artificial, de uma forma espontânea modifica-se toda a estrutura geográfica e toda a interação dos elementos da paisagem: o microclima, o clima do solo, sua composição, as condições erosivas, etc. A natureza regula-se a si mesma e tende a recuperar o equilíbrio perturbado mediante a regeneração da vegetação e, como consequência dela, a do solo, e assim sucessivamente [...] (Troll, 1997, p. 6).

A paisagem fragmentada em mosaicos de usos diversificados da terra apresenta características distintas e aderentes ao modelo de uso da terra em atenção, ocorrendo sobremaneira os impactos registrados por Troll (1997) nas áreas sem a cobertura vegetal original. Nesse sentido Metzger (2001) defende a ecologia da paisagem como disciplina capaz de subsidiar os estudos direcionados aos mosaicos compostos por inúmeros usos da terra e remanescentes florestais de vegetação original, constituindo amplas heterogeneidades

paisagísticas.

O sistema paisagem abriga componentes bióticos, abióticos e humanos em interação, o que produz transformações recíprocas. Tal interação revela a necessidade de ampla base teórico-metodológica com a confluência das abordagens apoiadas na ecologia da paisagem de Forman e Godron (1986), Primack e Rodrigues (1992) e Teoria dos Geossistemas de Sochava (1971, 1977, 1978, 1978a).

A bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga (BHRJ), de maneira geral, apresenta uma tipicidade de paisagem antroponatural, na qual ocorre a integração entre componentes naturais e antrópicos. Segundo Rodriguez *et al.* (2010) a paisagem antroponatural é a que ocorre majoritariamente no espaço rural, sendo caracterizada por modificações de origem humana, mas mantendo aspectos naturais em sua estrutura, se apresentando normalmente de forma mosaicada a consorciar fragmentos de biomas originais e as diversas formas de uso da terra.

Na área da BHRJ ocorrem dois biomas presentes na proposta da União Internacional para a Conservação (IUNC) e apontados na abordagem de Coutinho (2016), particularmente: Bioma Floresta Atlântica Sempre Verde de Encosta (Orobioma) e Bioma Floresta Atlântica Sempre Verde de Terras Baixas ou de Planícies (eubioma), ambos fragmentados e exibindo o modelo de ilhas de habitats, conforme a concepção de Primack e Rodrigues (1992).

A condição fragmentária da BHRJ origina impactos ambientais distintos nos âmbitos biótico e abiótico, os quais demandam proposições intencionando a diminuição dos problemas ocasionados pela fragmentação florestal. Essa abordagem deve ser organizada na estrutura horizontal da paisagem e aderente perspectiva funcional vinculada a ecologia da paisagem.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

A partir da interpretação integrada da paisagem por meio da ecologia da paisagem e Teoria dos Geossistemas, compreender o quadro de fragmentação florestal na bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga, as potenciais conectividade e a identificação dos setores de ocorrência de conexão florestal e maior dispersão de matéria, energia e informação, apontando também os setores de maior dispersão de organismos bióticos, intencionando a geração de uma base de dados que possa subsidiar à proposição de ampliação das conectividades florestais.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Detectar as principais ações transformadoras vigentes na bacia e sua relação com o quadro de fragmentação;
- Identificar os setores da BHRJ que apresentam florestas atlânticas contínuas (áreas dispersoras de organismos bióticos pela paisagem) e as áreas de maior fragmentação florestal;
- Avaliar o papel da rodovia MG - 457 na fragmentação de habitats;
- Discutir a função das áreas de preservação permanente no estabelecimento de conectividades florestais;
- Propor conectividades funcionais a partir de corredores, associando as noções de matriz-fragmento-corredor.

1.3 JUSTIFICATIVA

A fragmentação representa sobremaneira um obstáculo à proteção dos biomas da Mata Atlântica e seus inúmeros tipos de florestas localizadas no Domínio Tropical Atlântico (Ab`Sáber, 2003).

Decorrente de processos históricos de ocupação vinculados à exploração econômica dessa região e com repercussões ambientais de difícil resolução, a supressão e fragmentação das florestas atlânticas possui vasto conjunto de estudos sobre a temática que trazem proposições de medidas voltadas à diminuição dos impactos provocados pela descontinuidade florestal.

Os fragmentos de vegetação remanescentes são separados quase sempre por estruturas humanas na forma de rodovias pavimentadas, estradas rurais, pastagens, florestas comerciais e culturas periódicas que formam mosaicos de usos consorciados a vegetação nativa.

A BHRJ exhibe a configuração precedentemente aludida em todos os seus setores, principalmente a partir de sua área central sobre os modelados de agradação formadores das planícies de inundação nos terrenos de menores altitudes da bacia e também nos relevos mamelonizados compostos por morrotes, morros e compartimentos montanhosos que, devido à sua forma, permitem o uso econômico da terra. A área de estudo é composta majoritariamente por pequenas propriedades rurais com atividades produtivas diversificadas na forma de culturas periódicas, plantio e manejo florestal do gênero *Eucalyptus spp* e em maior extensão a pastagem para a pecuária leiteira.

Enquanto uma atividade de evidência em áreas compostas por pequenas propriedades, a

pecuária leiteira, ocorrente nos biomas integrantes do Domínio Tropical Atlântico, opera em áreas anteriormente florestadas (ciclos econômicos pretéritos) com a substituição da vegetação nativa por pastagem (*brachiaria*) plantada.

A vegetação remanescente é realçada na visão da sociedade rural desde períodos pretéritos como obstáculo a ampliação da área produtiva, visão que desconsidera inteiramente os serviços ecossistêmicos essenciais para as atividades cotidianas e produtivas, como o padrão de precipitação e manutenção de nascentes e cursos d'água. Aspecto que destaca o distanciamento entre os produtores e órgãos estatais voltados para agricultura e proteção ambiental.

A necessidade de diminuição dos impactos da fragmentação florestal e as características específicas das pequenas propriedades motivaram a idealização deste estudo fundamentado nas conectividades florestais. A continuidade florestal com base na conexão dos fragmentos exprime um modelo de expressiva importância no reestabelecimento e conservação da biodiversidade, e apesar disso sua aplicação em uma bacia composta exclusivamente por pequenas propriedades colidiria com a função social da propriedade limitando, ainda mais, as áreas de uso produtivo.

A ampliação das conectividades florestais não requer necessariamente o uso de extensa área produtiva, sendo viável o aproveitamento de fragmentos dotados de atributos de habitats e o estabelecimento pontual de novos fragmentos, preferencialmente nas áreas de preservação permanente no formato de ilhas de habitats da proposta de Primack e Rodrigues (2001), formando corredores de habitats considerados a partir das métricas da paisagem.

Este estudo pretende ressaltar a necessidade de trabalhos direcionados para pequenas propriedades a partir de bacias hidrográficas de dimensão média, avaliando os aspectos fisiográficos em associação ao modelo predominante de uso da terra, alertando os proprietários para a importância da relação entre produção e conservação, interação fundamental para a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

1.4 LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA

A bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga se insere quase que integralmente nos limites do município de Santa Rita de Jacutinga, na Zona da Mata mineira, integrando a Microrregião de Juiz de Fora e ocupando a norte e noroeste pequenas porções do município de Bom Jardim de Minas e a Oeste pequena área do município de Passa Vinte, ambos também no estado de Minas Gerais. Localiza-se nas coordenadas 22° 00' e 22° 15' de latitude sul e 44° 00' e 45°

15' de longitude oeste, (**Figura 1**) a seguir.

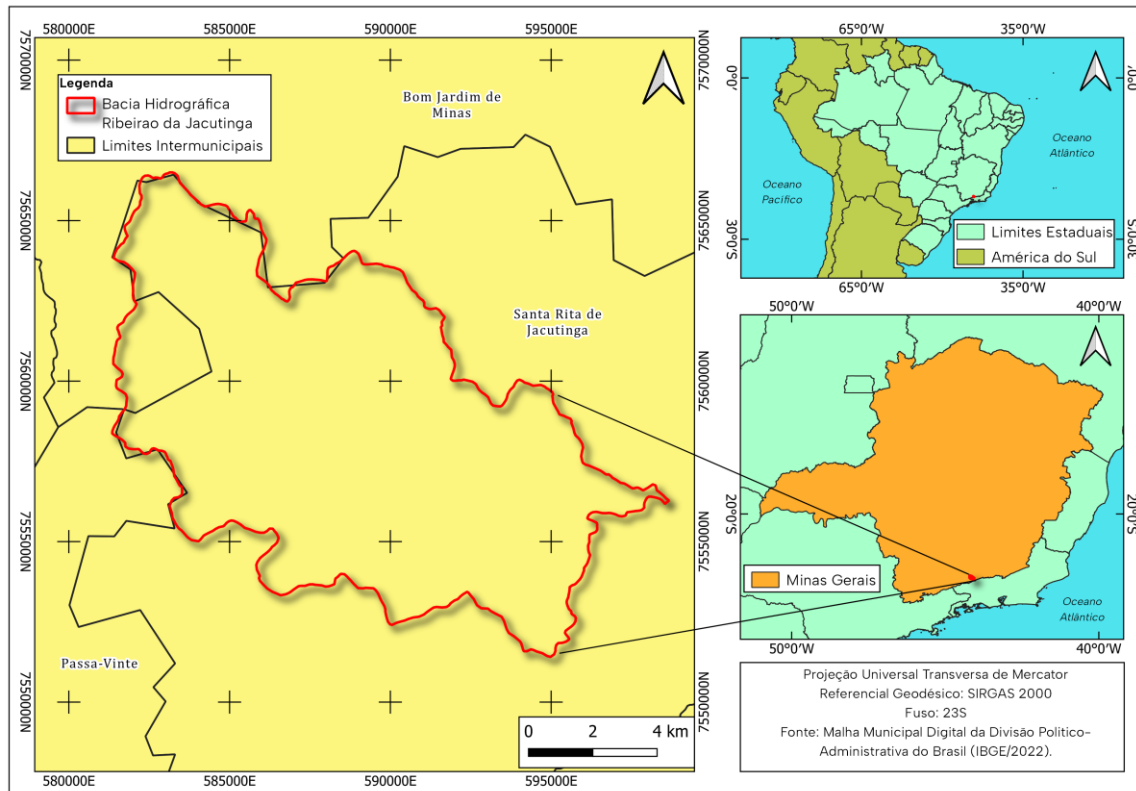


Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

O município de Santa Rita de Jacutinga pode ser localizado pelas coordenadas 21° 42' 46" de latitude sul e 44° 26' 38" de longitude oeste, apresentando 437.555 km² de área total, sendo 0,03682 km² de perímetro urbano e 437.186 km² de área rural. Os municípios limítrofes são Valença no estado do Rio de Janeiro, a sul; a sudoeste, Passa Vinte; Bom Jardim de Minas, a norte e Rio Preto, a Leste, esses três últimos no estado de Minas Gerais (Prefeitura municipal de Santa Rita de Jacutinga, 2010).

A economia do município se insere sobremaneira nas atividades rurais, com destaque para a pecuária leiteira. O turismo ecológico possui grande potencial devido à significativa diversidade natural do município, inclusive, sendo conhecido como a cidade das cachoeiras.

A cachoeira chamada “Véu de Noiva”, que integra o ribeirão Jacutinga no alto curso, é uma das mais famosas e visitadas pelos turistas. Estando ao seu lado esquerdo um túnel ferroviário de quase 9 km de comprimento, simbolizando a maior obra de engenharia da BHRJ vinculada a empresa ferroviária MRS Logística e representando o segundo maior túnel ferroviário da América Latina, sendo superado apenas pelo túnel *Cuajone-el Sargento* no Peru.

A BHRJ se insere em terrenos do ramo meridional da Serra da Mantiqueira em uma área limítrofe entre a Zona da Mata Mineira e o Sul de Minas Gerais ao oeste e a região Sul Fluminense a leste. No setor norte ocorrem as maiores altitudes da bacia em influência direta da Serra do Pacau que compõe o conjunto Mantiqueira. As áreas de menores altitudes situam-se principalmente na porção central e sudeste da bacia, compondo os modelados de agradação localizados nos fundos dos vales.

Os modelados de dissecação ocupam todos os setores da bacia em diversas geoformas que serão apresentadas e discutidas posteriormente, destacando-se os modelos do conjunto dos morros presentes na média-baixa bacia, caracterizando a área de maior fragmentação florestal com predominância de pastagem do gênero *brachiaria*, um tipo de capim tropical comumente utilizado para formação de terras voltadas para a criação de gado.

As florestas comerciais compostas pelo gênero *Eucaliptos spp* ocupam principalmente o setor norte da bacia, expondo uma atividade em expansão no espaço rural mineiro como um todo, ocorrendo em algumas áreas em consorcio com a pastagem destinada a pecuária leiteira.

A área de estudo reúne vegetação local do tipo Floresta Estacional Semidecidual Sub-montana e Floresta Estacional Semidecidual Montana nas áreas de menores altitudes, Floresta Estacional Semidecidual Alto-Montana e Floresta Ombrófila Densa Alto-montana nas áreas de maiores altitudes, ocorrendo, ainda, nas extensões quartzíticas da linha de serra campos rupestres característicos deste tipo de litologia (Martins *et al.*, 2014).

CAPÍTULO 2

Transformação da paisagem e a fragmentação florestal

2.1 ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS

2.1.1 A paisagem na geografia

A paisagem retrata em grande medida os domínios de estudo da ciência geográfica, simbolizando fundamentalmente o segmento de atuação dos pesquisadores dos processos naturais e sociais. Sua inserção nos estudos e discussões sobre o mundo pode ser encontrada, ao menos de maneira indireta, na Filosofia Antiga, mais exatamente no Período Socrático-Clássico. No mito cósmico em Platão o espaço é o cenário essencial da existência das coisas materiais. Apresenta-se, ainda, como o *devir*, originando as formas em uma ação incessante e despertando os lugares. Como uma representação sensível das ideias humanas as formas constituem lugares de modo desigual (Vitte, 2007). Nesta perspectiva o objeto paisagem existe fundamentalmente de acordo com o intelecto do sujeito observador, sua interpretação e suas ações que modificam a paisagem.

No Renascimento a paisagem é realçada no cenário artístico por meio de nomes expressivos como Jan van Eyck (1390-1441), apontado como o pai da pintura a óleo e a centralidade do espaço passa a ocupar o objetivo principal do artista. Leonardo Da Vinci (1452-1515) defendia a necessidade de conhecimento das leis da natureza pelo artista como requisito para a representação do espaço. Rembrandt (1606-1669) inseriu a vastidão no espaço por meio do jogo de cores e luzes, combinando escuro e o claro na produção de uma concepção cosmológica do espaço (Vitte, 2007).

O Movimento Romântico que tem em Immanuel Kant (1724-1804) um dos nomes mais ilustres impulsionou a Geografia na direção científica. No século dezoito o mesmo sugeriu a classificação das ciências em dois ramos, a saber: ciências especulativas baseadas na razão e as ciências empíricas alicerçadas na observação, a Geografia se inseri indubitavelmente no segundo grupo (Conti, 2014). Conforme Vitte (2007), a perspectiva kantiana registra o belo no natural, a obra de arte é apenas uma representação do belo, assim, a geografia física é a manifestação da beleza natural por intermédio da paisagem.

Posteriormente, ainda no século dezoito, Alexander Von Humboldt (1769-1859) inicia a estruturação da Geografia enquanto ciência, sua concepção naturalista foi basilar na proposição da paisagem como objeto de estudo da ciência geográfica. Sua abordagem holística forjou a paisagem enquanto objeto essencial da Geografia devido seu caráter abrangente que abarca todos os componentes do meio natural. Foi com Alexander Von

Humboldt que o conceito de paisagem foi aplicado de maneira científica, iniciando seu trajeto na forma de conceito científico usado por inúmeras áreas do conhecimento. Os estudos de Humboldt despertaram o conceito de *landschaft*, significativamente utilizado pela geografia alemã desde o século dezanove e que exprime uma relação acentuada entre o local e seus habitantes (Conti, 2014). Nessa abordagem a paisagem pode ser compreendida como uma herança de processos fisiográficos e biológicos de atividades naturais pretéritas e transformada pelas ações humanas presentes (Ab`Sáber, 2003). Apresentando, portanto, a relação sociedade e natureza em uma designação holística ou sistêmica.

Foram desenvolvidas na Geografia ao longo do tempo abordagens diferenciadas e importantes na evolução da mesma enquanto disciplina científica. Abordagens essas conflituosas entre si, como a geografia física e humana, idiográfica e nomotética, regional e geral, positiva e sistêmica.

A Geografia foi sistematizada enquanto ciência na Europa, residindo essa consolidação em valorosas escolas, com destaque para as escolas Alemã, Russo-Soviética, Anglo-Saxônica e Francesa. Apesar disso, foi na América do Norte que ocorreu uma importante tentativa de resolução do conflito gerado por distintas abordagens a partir da constituição de um objeto central de estudo. O geógrafo Carl Ortwin Sauer (1889 – 1975) acreditava que a definição de um objeto de estudo para a ciência geográfica (paisagem) seria a maneira de resolução das oposições produzidas por abordagens diferentes (Dias; Mazetto, 2014).

A Escola Alemã tem em Humboldt seu principal expoente, considerava a vegetação o principal aspecto de caracterização das áreas em observação, Humboldt acreditava que as diferenças paisagísticas poderiam fornecer as bases do entendimento das leis naturais que dominam o conjunto da natureza, apoiado na abordagem holística.

A geografia alemã conta com inúmeros nomes ilustres, entre eles: Frederick Ratzel (1844-1904) e sua abordagem positivista baseada nas relações de causa na natureza; Ferdinand von Richthofen (1833-1905) discípulo de Humboldt apresentando sua concepção de superfície terrestre enquanto junção de diferentes esferas: litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera; Ziegfried Passarge (1866- 1958) e a abordagem que considerou os elementos climáticos como destruidores das formas e a vegetação como obstaculizadora dessa destruição, na mesma linha a abordagem de Alfred Hettner (1859-1941) buscava um enfoque que incluía o homem no sistema visando uma globalidade da paisagem e Carl Troll (1899-1975) que abordou a paisagem pela perspectiva ecológica inaugurando a ecologia da paisagem (Moura; Simões, 2010).

A concepção russo-soviética de paisagem se desenvolveu sobremaneira por meio dos

estudos do edafólogo Vasily Dokoutchaev (1846-1903) fundador da Nova Escola Geográfica Soviética desenvolvida após a Segunda Guerra de enfoque paisagístico. Fundador da Pedologia, Dokoutchaev considerava o solo como consequência da ciência da paisagem, isto é, os aspectos da paisagem determinam a gênese e evolução do solo (Moura; Simões, 2010).

As abordagens moscovitas conectadas a morfologia da paisagem promoveram estudos vinculados a física e a matemática em uma forma de quantificação dos processos naturais. Grigoriev sugeriu fechar por balanço os fluxos de matéria e energia que atuam no Complexo Natural Territorial (Maximiano, 2004), sendo o mesmo entendido como uma área contendo particularidades naturais, identificando um procedimento que possibilitaria entender a relação de entrada e saída de matéria e energia nos sistemas e a repercussão sobre a paisagem. Solncev e Isachenko, estudiosos da morfologia da paisagem, ficaram entusiasmados por essa formulação que viabilizaria o estudo dinâmico da paisagem (Moura; Simões, 2010).

Viktor Borisovich Sochava (1905-1978) simboliza a vultuosa evolução da geografia russo-soviética e o surgimento da perspectiva geossistêmica, revolucionando os estudos da paisagem e referenciando discussões e estudos sobre o geossistema em todo o mundo, rompendo com a abordagem fragmentada e instituindo o estudo integral da paisagem.

A Escola Anglo-Saxônica foi de fundamental importância para os estudos integrados da paisagem, os trabalhos de Smuts sobre o Holismo (Dagnino, 2008), assim como a Teoria Geral dos Sistemas elaborada por Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) criaram as bases teóricas das discussões integradas em todo o mundo. Não necessariamente criada no âmbito da geografia, a Teoria Geral dos Sistemas, foi incorporada aos estudos geográficos, além de sua dilatação para inúmeras e diferentes áreas do conhecimento.

Embora a sistematização da Geografia enquanto ciência tenha advindo das Escolas Alemã e Francesa, foi na escola Anglo-Saxônica o surgimento da chamada Geografia Tradicional, entre os principais representantes, estão Carl Sauer (1889-1975) e Richard Hartshorne (1899-1992). A interpretação feita por Sauer (1925) superou parcialmente os estudos regionais da escola Francesa e o padrão determinista geográfico da escola Alemã, observando as relações causa/efeito, associado ao desenvolvimento da cultura humana ao longo do tempo em dado espaço geográfico (Gonsalves; Passos, 2020).

Com Hartshorne se encerra a chamada Geografia Tradicional, dando início a Nova Geografia, terminando o ciclo da Geografia enquanto ciência de síntese, rompendo com o dualismo apoiado no Determinismo e Possibilismo, engendrando novas abordagens. A concepção do autor partia, além das proposições de Sauer, pautadas no culturalismo, na abordagem geomorfológica dos estudos de William Morris Davis (1850-1934) e a

necessidade de definição de um objeto de estudo para a geografia, sendo a paisagem este objeto (Gonsalves; Passos, 2020).

A paisagem também adquiriu prestígio nos estudos da Escola Francesa, resultando em uma nova abordagem e no rompimento com a influência alemã vigente na geografia produzida na França até aquele momento. A derrota francesa na guerra contra a Prússia (atual Alemanha) serviu como motivação para a contestação do predomínio alemão sobre a geografia francesa, estabelecendo a abordagem possibilista (Moraes, 2005).

Nesse período nomes ilustres como Elissé Reclus (1830-1905) e Paul Vidal de La Blache (1845-1918) promoveram a independência da ciência geográfica na França, principalmente La Blache com o desenvolvimento do possibilismo geográfico oportunizando o rompimento com a geografia alemã essencialmente determinista à época (Gonsalves e Passos, 2020). Contudo, a geografia lablachiana inclinou-se a descrição e caracterização individual de cada região da França até metade do século vinte, reverberando, segundo Passos (2008) em barreiras na formulação do conceito de paisagem.

Quanto aos estudos da paisagem, o Geógrafo francês Georges Bertland, retrata a Escola Francesa em sua abordagem integral mediante a Teoria dos Geossistemas. Bertland (1972) propôs um estudo voltado para a paisagem global, alicerçado na interpretação geossistêmica contendo como centralidade a ação da sociedade sobre a paisagem, ou seja, na perspectiva francesa de geossistema a sociedade aparece como uma unidade do geossistema.

O **(quadro 1)** a seguir apresenta a evolução do conceito de paisagem contemplando visões clássicas e contemporâneas em sua organização.

Quadro 1. Diferentes concepções do conceito de paisagem.

Autor	Concepção de paisagem
Alexander Von Humboldt	Visão holística da paisagem, de forma que associava elementos diversos da natureza e da ação humana, sistematizando, assim, a ciência geográfica.
Carl Ritter	Completo a organização do trabalho de Humboldt, dedicando especial atenção às descrições e análises regionais.
Friedrich Ratzel	Utilizou o conceito de paisagem em uma forma antropogênica, demonstrando que ela é o resultado do distanciamento do espírito humano do seu meio natural. Desta forma, descreve uma dialética entre os elementos físicos da paisagem natural, com os elementos moveis, em geral humanos.

Otto Schluter	Faz da paisagem o objeto da geografia humana. A paisagem é tanto modelada pelas forças da natureza e pela vida, quanto pela ação dos homens. O conceito de paisagem geográfica como originalmente formulado foi descaracterizado, podendo-se apontar a paisagem cultural (<i>kulturlandschaft</i>), paisagem natural (<i>naturlandschaft</i>), paisagem florestal (<i>urlandschaft</i>).
Siegfrid Passarge	Utilizou o conceito de “ciência da paisagem”, interpretando esse conceito como representação, sendo claramente utilizada na interpretação dos habitantes como seu ambiente. Discurso “psicologizante” na geografia da paisagem. A compreensão dos processos genéticos e estruturador das paisagens naturais, associado a um instrumento cartográfico, permitiu ao geógrafo estabelecer uma ordem e uma hierarquia entre as paisagens, passando do nível local ao zonal.
Alfred Hettner	Compôs a geografia em três perspectivas: a geografia geral, a monotética (trabalhando a paisagem de forma comparada) e a ideográfica (focaliza no conjunto específico de uma única paisagem, buscando entender como ela se organiza internamente). A geografia deveria ser ao mesmo tempo física e humana.
Carl Sauer	Tratou a paisagem numa perspectiva morfológica, tanto em aspectos naturais como em aspectos humanos. A geografia cultural, representa, conseqüentemente, uma materialização de pensamento e ações humanas, mas sai do seu caráter físico-material. A paisagem possui um caráter integrador e relacional, estando associada ao tempo e ao espaço. Sugere uma separação entre a paisagem natural e cultural. Atribui ao homem a responsabilidade de transformar a paisagem. Em 1925, escrevia que os objetos da paisagem existem em correlação. Essa correlação não era, aliás, tão nítida, tão indispensável como hoje. Mas já então, a ideia de objetos em sistema era fundamental para o trabalho geográfico. Para Sauer, na formação da paisagem, a cultura era o agente, a paisagem natural o meio, e a paisagem o resultado.
Richard Hartshorne	Diferencia os significados de paisagem e região, dando mais destaque ao segundo conceito. Para os adeptos do conceito de paisagem, a tipologia morfológica é o produto final da pesquisa.
Carl Troll	Paisagem representa um conjunto específico de relações ecológicas, principalmente com seus fatores físicos. Essa ideia dar origem à <i>landschaftsökologie</i> (Ecologia da Paisagem). A paisagem é definida como a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem.
Paul Schimithüsen	Denominada <i>landschaftskomplex</i> , a paisagem deveria ser definida

	pelo conjunto de seus processos ecológicos.
Denis E. Cosgrove	A paisagem está intimamente ligada à cultura e à ideia de que as formas visíveis são representações de discursos e pensamentos. A paisagem aparece como um lugar simbólico. A paisagem se faz através da criação de uma unidade visual onde seu caráter é determinado pela organização de um sistema de significação.
E. P. Odum	O termo paisagem é substituído por “ecossistemas”, focalizando mais nos elementos funcionais, integrativos, e menos na parte descritiva. A paisagem volta a tomar corpo tanto como objeto de exploração por grupos econômicos como objeto de interesse de proteção de uma coletividade com uma certa consciência ambiental.
Hartmut Leser	A paisagem é definida como um sistema ecológico.
Jean Paul Metzger	A paisagem é definida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação. Uma paisagem pode se apresentar sob forma de mosaico, contendo manchas, corredores e matriz, ou sob forma de gradiente.
Linda Mc Dowell	A paisagem não é representada apenas como o resultado material de interações, mas como uma maneira específica de olhar.
E. Dardel	A paisagem não se refere à essência, ao que é visto, mas, representa a interação do homem no mundo, a manifestação de seu ser para com os outros, base de seu ser social.
Paul Claval	A paisagem é a realização e a materialização de ideias dentro de determinados sistemas de significação. Cria a paisagem como uma representação cultural.
George Bertrand	A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpetua evolução. O autor discute um sistema taxonômico que permitiria classificar a paisagem em seis níveis temporo-espaciais (zona, domínio, região, geossistema, geofácies e geótopos). Dentre as seis categorias de unidades de paisagem, Bertrand, dá uma maior atenção para o geossistema. A classificação da paisagem não pode ser considerada um fim em si, mas sim um passo seguido pela avaliação de cada unidade e, para tanto, Bertrand escolheu uma tipologia dinâmica que classifica as unidades da paisagem (mas especificamente os

	geossistemas) em função de sua evolução em relação ao clímax, tipologia inserida na teoria de bioresistência de H. Erhart.
Aziz Nacib Ab`Sáber	Compreendeu a paisagem como sendo o resultado de uma relação entre os processos passados e os atuais. Os processos passados foram os responsáveis pela compartimentação regional da superfície, enquanto que os processos atuais pela dinâmica atual das paisagens.
Milton Santos	Buscou distinguir a paisagem do espaço, sendo este, seu instrumento de análise. Fundada em uma dialética entre esses dois conceitos, o autor descreve a paisagem como: - Paisagem é o conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre o homem e a natureza; - A paisagem é apenas a porção da configuração territorial que é possível abarcar com a visão; - A paisagem se dá como um conjunto de objetos reais-concretos. Nesse sentido, a paisagem é transtemporal, juntando objetos passados e presentes, uma construção transversal; - Cada paisagem se concretiza por uma dada distribuição de formas-objetos, providas de um conteúdo técnico específico; - A paisagem é, pois, um sistema material e, nessa condição, relativamente imutável; - A paisagem existe, através de suas formas, criadas em momentos históricos diferentes, porém coexistem no momento atual; Numa perspectiva lógica, a paisagem é já o espaço humano em perspectiva; - A paisagem é apenas uma parte da situação. A situação como um todo é definida pela sociedade, enquanto sociedade e como espaço.

Fonte: Brito e Ferreira, 2011

2.1.2 A paisagem enquanto unidade de interpretação geográfica: perspectivas aplicadas

A aplicação científica do conceito de paisagem se insere indubitavelmente, de forma marcante nas abordagens dos profissionais da Geografia e de áreas correlatas, como a Ecologia. Enquanto categoria científica fornece o aporte necessário para as interpretações de cunho sistêmico, possibilitando a integração dos elementos naturais e humanos nas

abordagens.

A paisagem é concebida a partir do século XIX como “o conjunto de formas que caracterizam um setor determinado da superfície terrestre” (Passos, 2013, p. 34). A caracterização/descrição das formas ocorre desde o período Romântico, abordado na revisão bibliográfica deste estudo e pautado, principalmente em representações artística, auferindo força racional de possibilidade científica na Alemanha do século XVIII.

Ao trabalhar, desde então, de maneira racional e científica conjuntos de formas em parcelas da superfície, inseriu-se no conjunto essencial de conceitos valiosos na compreensão e formulação de respostas a problemas procedentes das transformações humanas em superfície.

A paisagem rural, designada paisagem antroponatural, exhibe comumente resultados das ações humanas, entre esses resultados, o mais marcante é definido na forma de fragmentação florestal, por conseguinte, separação de habitats, impactando nos componentes naturais bióticos e abióticos da paisagem.

Marques Neto *et al.* (2022) em artigo intitulado Cinturões de Altitude em Relevos Montanhosos Tropicais e a Conjugação Entre Zonalidade e Extrazonalidade nos geossistemas Montanhosos, classificaram como estruturas antroponaturais as que congregam elementos estruturais de baixa ou nenhuma transformação e integrados a influências antropogênicas.

Marques Neto (2021) em trabalho sobre a regionalização físico-geográfica em domínio de relevos montanhosos tropicais, identificou em estruturas antroponaturais que a erosão laminar e concentrada, ocorrem, sobretudo em pastagem bovina. A presença extensa de pastagem na BHRJ em seus setores central e sudeste apresenta processo similar, colaborando com a perda de solo, modificação do relevo e assoreamento de cursos d'água e nascentes, interferindo amplamente nos componentes que integralizam a paisagem. As estruturas antroponaturais congregam fragmentos de vegetação nativa com mosaicos de uso da economia rural (Marques Neto, 2019).

A área de estudo congrega, de maneira geral, uma tipicidade de paisagem antroponatural, ocorrendo a integração entre aspectos naturais, sociais e econômicos. Mesmo apresentando atributos, em alguma medida, ainda salubres e próximos das condições originais, a paisagem antroponatural em sua conformação aderente às atividades rurais, das quais se manifesta intensamente a pecuária leiteira, sobremaneira, ocorrente em áreas compostas por pequenas propriedades, a fragmentação florestal registra característica de destaque nos mosaicos de paisagem. A categoria em questão é a dominante na BHRJ.

A **(figura 2)** destaca a fragmentação florestal e a conexão florestal em imagem registrada a partir da Serra da Mira, área localizada para a além dos limites da BHRJ.



Figura 2. Visada parcial da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga exibindo fragmentação e conexão florestal. Foto: Livia Viana de Almeida

A imagem exibe a conexão florestal em geoformas de significativa elevação, indicando a obstaculização do uso da terra assentado nos condicionantes geomorfológicos. A área apresenta expressivas extensões de vegetação preservada e quase integralmente conectada, fomentando habitats para inúmeras espécies da fauna das florestas atlânticas. A onça jagatirica (*Leopardus Guttulus*, Hensel, 1872) é uma espécie comumente avistada por populares e ocorrente nesses habitats conectados na extensão da Serra do Pacau, inserida no conjunto Serra da Mantiqueira. Durante as campanhas de campo na alta bacia do ribeirão Jacutinga, o alerta sobre os riscos com o animal e sua presença na área foram registrados pelo senhor Eugênio, morador distante menos de 2 km da cachoeira Véu de Noiva em área de marcante conexão florestal.

Percebe-se na figura em questão uma homogeneidade paisagística fracionada em dois conjuntos a partir da vegetação. O primeiro conjunto composto por florestas atlânticas preservadas em altitudes elevadas, o segundo concentrado em geoformas de menores altitudes em que a matriz de vegetação predominante é o gênero *Brachiaria*.

O aspecto escalar apresenta uma perspectiva na interpretação da paisagem que demanda alusão. A diminuição ou ampliação da escala influencia na homogeneidade da paisagem (Gomes; Vincent, 2018), sendo assim, os grupos de vegetação ocorrentes na área de estudo não são integralizados pela escala apresentada, o que reforça o aspecto heterogêneo da paisagem em escala de detalhe.

A **(figura 3)** mostra um modelo de funcionamento da paisagem em abordagem sistêmica e profundamente aderente a paisagem contemplada pela área deste estudo.

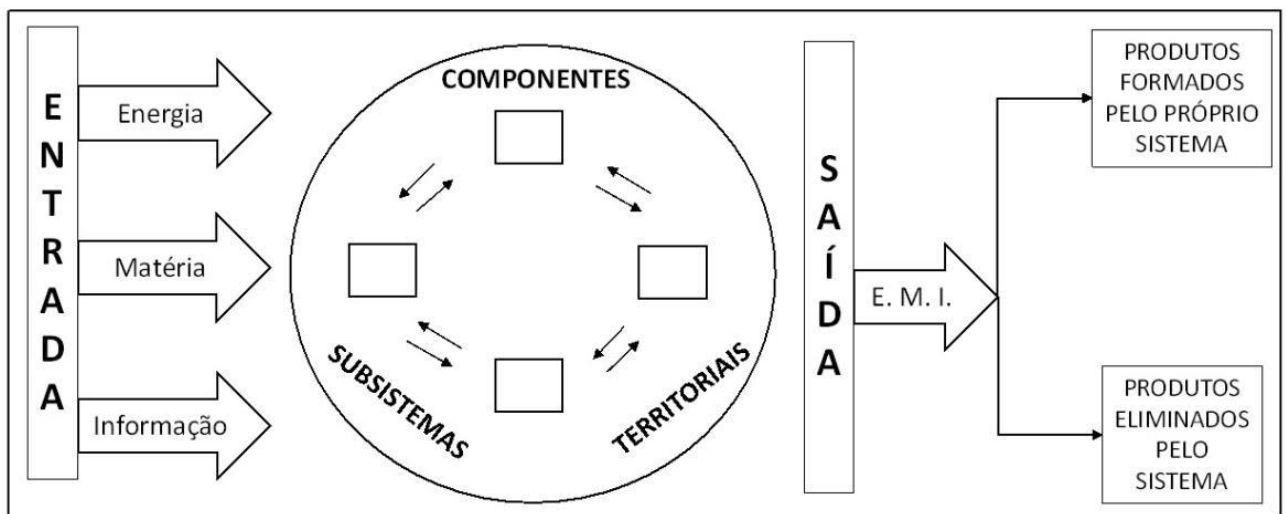


Figura 3. Modelo sistêmico do funcionamento da paisagem, absorção, transformação e consumo e energia, matéria e informação. Fonte: Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022)

A proposta de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) abarca a paisagem em sua configuração integral, levando em consideração seus componentes naturais em âmbito sistêmico e as alterações no sistema fundados na interação sociedade e natureza em um processo de mútuas influências. Considerando a natureza como um organismo, autossuficiente e de padrões próprios, podendo a sociedade alterá-los até certo limite (Rodriguez; Silva, 2013).

A dinâmica do sistema paisagem se estabelece na entrada, transformação e saída de matéria e energia. Em ambientes montanhosos as áreas de ocorrência desse processo são marcadamente registradas pelos modelados de relevo e demais componentes em interação, sendo as maiores altitudes dispersoras de matéria e energia recebida pelos modelados de altitude inferior.

No contexto da Serra da Mantiqueira, conforme Marques Neto (2013), o padrão de urbanização mantiqueirense estabeleceu, em geral, pequenos núcleos urbanos nos alvéolos

mais amplos em fundos de vale. Assim, a maior configuração paisagística se registra em paisagens rurais e, em grande medida, preservada nas altitudes protegidas pelos próprios atributos naturais, mantendo aspectos naturais próximos dos originais na dinâmica de entrada, transformação e saída de matéria e energia.

No mesmo trabalho, Marques Neto (2013), destaca que essas espacialidades operam significativas transações de matéria, energia e informação, tais zonas de dispersão formam relevantes corredores gênicos em continuidade florestal e essenciais para as inúmeras populações de espécies de fauna dispostas nos ambientes naturais da Serra da Mantiqueira

2.2 A ABORDAGEM GEOSISTÊMICA

2.2.1 Aspectos históricos do pensamento holístico-sistêmico

A gênese da constituição do pensamento geográfico russo teve influência de naturalistas e viajantes dos XVIII e XIX, essas viagens começaram quando o interesse pelos fenômenos naturais foi ampliado, além de pesquisas sobre flora, fauna e geologia (Marques Neto, 2020).

No final do XVIII, a construção da perspectiva holístico-sistêmica na interpretação de áreas da superfície terrestre pode ser encontrada no trabalho do naturalista alemão Alexander Von Humboldt que, mediante o conceito de *landschaft*, se fez pioneiro na interpretação das extensões geográficas em sua totalidade, registrando seu funcionamento pela interação entre os componentes do conjunto geográfico, diferente do preceito mecanicista que em seu estudo isola os componentes (Marques Neto, 2008).

Alexander Von Humboldt sistematizou o conceito de *landschaft*, enfatizando a integração e interação entre os componentes da área em apreço. Seu vasto conhecimento que perpassava da Geologia até a Botânica e a aplicação científica da *landschaft* em seus estudos na América Espanhola, alicerçaram o conceito de paisagem e o surgimento da Geografia enquanto corpo científico (Dantas *et al.*, 2014), inspirando abordagens holísticas na Alemanha e Rússia.

O pensamento holístico possui suporte em autores de distintas áreas do conhecimento e de embrião filosófico que remonta a Idade Média, como a Filosofia Aristotélica fundamentada no mundo espiritual e orgânico em que a matéria seria o alicerce essencial de todas as coisas e que foi dominante no Ocidente durante a Idade Média (Capra, 2001). Segundo Aristóteles (1962, p. 20) apud Engelmann (2002, p. 3) “O todo é, com efeito, anterior as partes”, demonstrando a origem do pensamento sistêmico na própria Antiguidade. Ainda segundo o

autor, o importante é a forma total, não os elementos que nunca se separam do ser ao qual são pertencentes.

Nos séculos XVI e XVII a Revolução Científica produzida por descobertas no campo denominado atualmente de Ciências Exatas, envolvendo avanços na Matemática, Física e Astronomia, concebeu o chamado Mecanicismo Cartesiano e que viria a ser posteriormente o principal opositor do pensamento sistêmico (Gomes *et al.*, 2014). Pertencendo a categoria dos mecanicistas nomes proeminentes como Galileu Galilei (1544-1642), Nicolau Copérnico (1473- 1543), René Descartes (1596-1650), Francis Bacon (1561- 1626) e Isaac Newton (1643-1727).

A obra Discurso do Método de René Descartes (2013) estruturou o pensamento mecanicista em que o entendimento do todo poderia ser obtido pela soma das partes do sistema em avaliação. O método mecanicista apesar de contraditório em relação a abordagem sistêmica, possibilitou avanços em vários campos científicos como a anteriormente mencionada Revolução Científica e a Revolução Industrial.

O primeiro a zombar da banalidade desse método, segundo o próprio Descartes (2013), foi Gottfried Leibniz (1646-1716), apontado por Bertalanffy (1976) como um dos ilustres predecessores da Teoria Geral dos Sistemas ao lado de Nicolau de Cusa (1404-1461) e Hermann Hesse (1877-1922).

O movimento romântico iniciado no final do século XVIII até o final do século XIX se opondo ao mecanicismo, resgatou as ideias aristotélicas por intermédio de poetas e filósofos alemães como Immanuel Kant (1724-1804) e Johann Wolfgang Von Goethe (1749-1832). Provindo de Goethe o uso do termo morfologia na explicação do estudo da forma biológica em um ponto de vista dinâmico e a natureza teria um padrão organizado dentro de um todo maior e harmonioso (Gomes *et al.*, 2014).

No século XX surge a Biologia Organísmica, conhecida também como Organicismo, lapidando as ideias de Aristóteles, Goethe e Kant e se opondo ao pensamento mecanicista cartesiano. Conforme Gomes *et al.* (2014) no Organicismo as propriedades fundamentais fazem parte do todo e essas propriedades surgem da interação entre as partes, sendo inviável sua compreensão isolada.

A Ecologia enquanto ciência sistêmica descendeu da Biologia Organísmica no estudo de comunidades de organismos bióticos, interpretando os sistemas bióticos como redes inseridas em outras redes (Capra, 2006). Ao estudar os grupos de organismos a Ecologia se deparou com o desafio de determinar escalas distintas vinculadas à delimitação desses grupos em uma abordagem que revela pequenas e grandes extensões ecológicas que congregam

numerosos ecossistemas (redes) menores. Dificuldade que representa ainda hoje uma demanda nos estudos ecossistêmicos.

Em 1920 surge a Física Quântica de Werner Heisenberg (1901-1976) no mesmo período de nascimento da Ecologia, comprovando que as partículas sólidas que se dissolvem até o nível subatômico, não representam partes de coisas, mas sim interconexões do corpo em avaliação. Ainda na década de 1920 na Alemanha o movimento conhecido como psicologia da Gestalt afirma a existência de totalidades irreduzíveis como base da percepção, existindo qualidades no todo ausentes nas partes (Gomes *et al.*, 2014).

No âmbito das discussões sistêmicas é finalizada em 1968 a prestigiada e profícua Teoria Geral dos Sistemas, produzida por Bertalanffy (1976). Sua elaboração representa um marco nas discussões sistêmicas e foi incorporada por inúmeros e distintos campos do conhecimento.

De acordo com Bertalanffy (1976) a obra de Alfred Lotka (1925) se aproximou dos objetivos da Teoria Geral dos Sistemas, sendo creditadas a ele algumas concepções básicas do conceito geral de sistema.

Inicialmente a Teoria Geral dos Sistemas não foi aceita e adequadamente compreendida pelos cientistas da época devido a sua abordagem atípica em um período essencialmente mecanicista. Além da consolidação da abordagem mecanicista à época desacertos ocorreram por conta do termo em inglês, sendo o original (*Allgemeine Systemtheorie*), assim como o termo em alemão *Wissenschaft* apresenta um significado mais abrangente que os termos ingleses *theory* e *science*. Episódio que levou a Teoria Geral dos Sistemas a ser considerada como uma pseudociência, não havendo a compreensão de se tratar de um panorama holista de interpretação do mundo (Vale, 2012 *apud* Laszlo, 1974).

A contestação da Teoria Geral dos Sistemas começou a ser suprimida a partir da carta direcionada por Bouding à Bertalanffy em 1954, expondo sua interpretação próxima a Teoria Geral dos Sistemas mesmo partindo de um segmento distinto (Economia), chamada por ele de Teoria Empírica Geral, afirmando a possibilidade de sua aplicação em muitos campos distintos (Vale, 2012).

Nesse período o sistema passa a representar um conceito chave nos estudos científicos, mesmo sendo interpretado há séculos, a nova abordagem começou a considera-los não apenas como um aglomerado de partes de fenômenos isolados, mas como uma associação de fenômenos em interações cada vez maiores (Ackroff, 1959, *apud* Bertalanffy, 1976). Ampliando a abordagem sistêmica em diversos campos, inclusive na geografia russo-soviética.

2.2.2 Geossistemas na matriz geográfica russo-soviética

Os geógrafos da antiga União Soviética iniciaram os estudos envolvendo a paisagem entre os séculos XIX e XX, pautados em aspectos como a morfologia, tipologia, estrutura e dinâmica. Sob influência de Dokuchaev e Passarge, Berg e seus adeptos, iniciaram a interpretação da paisagem a partir de complexos níveis hierárquicos (Braz; Oliveira; Cavalcanti, 2019). De acordo com Frolova (2007) os primeiros registros científicos na Rússia inseridos no âmbito geográfico recuam ao século XIX, influenciados pelas escolas geográficas de Anoutchine e Dokoutchaev.

Foi com Dokoutchaev que o enfoque global na interpretação da paisagem assumiu seu formato mais vistoso (Claval, 2006). Os estudos sobre a integralidade das associações entre os solos, vegetação e clima foram impulsionados por seus trabalhos. Os complexos níveis hierárquicos da perspectiva de Dokoutchaev, representaram o alicerce da gênese das abordagens que futuramente dariam origem ao conceito de geossistema. A origem da concepção geossistêmica remete ao ano de 1963 na antiga URSS, quando Sochava (diretor do Instituto de Geografia da Academia de Ciências de Novosibirsk, localizada na Sibéria) utilizou o termo geossistema no trabalho intitulado “A definição de alguns conceitos e termos na geografia física” (Braz; Oliveira; Cavalcanti, 2019).

Rapidamente os pressupostos geossistêmicos foram adotados e detalhados por extenso conjunto de geógrafos russo-soviéticos e do leste europeu, citando alguns nomes de acordo com Marques Neto (2016): Saushkin e Smirnov, 1968; Yefremov, 1969; Plakhotnik, 1973; Isachenko, 1973; Demek, 1978; Preobraahenskiy, 1983; Haase, 1989; Khoroshev e Aleshenko, 2008; Ganzei, 2008.

Os geossistemas na abordagem da matriz geográfica russo-soviética foram considerados desde o começo de sua sistematização teórica, como fenômenos naturais, articulando os aspectos afiliados ao estudo dos geossistemas, Sochava (1977) manifesta sua concepção de geossistema: “uma vez mais é necessário encarar a questão do estudo dos geossistemas como formações naturais, desenvolvendo-se de acordo com os níveis segundo os quais atuam, sobretudo, na esfera geográfica (Sochava, 1977, p. 6) ”.

Os geossistemas representam fenômenos naturais que sofrem influência dos segmentos social, econômico e/ou cultural, a interação com diversificados grupos econômicos repercute sobre os geossistemas, modificando sua estrutura e particularidades locais (Sochava, 1977). A intensidade, duração e a forma de interferência originam dois tipos distintos de geossistemas

de acordo com Chorley (1971): geossistemas de controle constante e geossistemas de controle episódico. Os geossistemas de controle constante estão submetidos a ações humanas incessantes e que determinam sua dinâmica evolutiva, resultando em alterações robustas. Os geossistemas de controle episódico ocorrentes principalmente em áreas rurais e em usos diversificados, registrados por culturas periódicas e pastagem, experimentam interferências cíclica.

No Brasil, as primeiras abordagens explicitamente organizadas no pensamento eslavo foram registradas em trabalhos do geógrafo brasileiro Helmut Troppmair, entre eles a proposição de mapeamento dos geossistemas do estado de São Paulo. Proposta que contém equívocos interpretativos provocados pela generalização dos geossistemas unicamente considerados enquanto grandes extensões de terra (Marques Neto, 2016).

No âmbito das discussões russo-soviéticas, destacam-se os trabalhos de Marque Neto (2017, 2022, 2023, 2025) com foco em ambientes montanhosos do Brasil de Sudeste, valorizando os estudos em menor escala, também as pesquisas de Cavalcanti (2010, 2013, 2017, 2024) concentradas no bioma Caatinga.

Desse modo, este estudo que contempla uma área predominantemente antroponatural busca auxílio na Teoria dos Geossistemas para a proposição de conectividades florestais visando a mitigação dos efeitos da fragmentação florestal na BHRJ, composta majoritariamente por pequenas propriedades e em uso variado da terra que possivelmente promove evoluções distintas nos geossistemas da área.

2.2.3 A concepção francesa de geossistema

Na Geografia identificamos quatros grandes correntes de pensamento: *Diferenciação espacial; Estudos da Paisagem; Distribuição espacial e Relações Homem-Ambiente*. Embora Peet (1998) considere somente três escolas de pensamento geográfico: *a Regional, a Cultural e a mais antiga do Determinismo Ambiental* (Salgueiro, 2001)

A primeira e a última das quatro abordagens anteriormente mencionadas mantêm um estreito diálogo com a paisagem. A abordagem de enfoque homem-ambiente inicialmente de viés determinista-naturalista e posterior evolução para proposições antropogênicas com abordagens possibilistas estudando o ajustamento dos grupos humanos ao meio; e a abordagem pelo horizonte da diferenciação espacial em que a região representa um conceito nuclear (Salgueiro, 2001).

Essas duas escolas estão marcadamente presentes na geografia francesa de metade do

século XX. De acordo com Oliveira e Marques Neto (2020), o viés possibilista pautado na ideia de gênero de vida de Vidal De La Blache, assenta-se no critério de diferenciação de áreas com base no princípio de unidade em que os aspectos culturais são determinantes para conexão integral de determinada área. O conceito de paisagem nessa perspectiva se aproxima do conceito de região entre os geógrafos franceses de metade do século vinte (Leite, 2006).

Na segunda metade da década de 1960 tem início a reflexão de Georges Bertrand na França, ao mesmo tempo em que a Teoria Geral dos Sistemas é firmada na geografia, desponta na Alemanha a Ecologia da Paisagem e a Teoria dos Geossistemas na URSS (Oliveira; Marques Neto, 2020).

O estudo da paisagem é, antes de tudo, uma questão de método. Não basta a simples adição aleatória de elementos, é preciso organizar o conjunto e, nesse sentido, a abordagem sistêmica surge como organizadora interpretativa da desordem inicial (Bertrand, 1972).

O geossistema em Bertrand (1972) surge como uma ordem escalar, uma extensão territorial em que o geossistema se manifesta, uma unidade taxo-corológica em escala pré-concebida.

Dias e Perez Filho (2017) estudando a Teoria dos Geossistemas, destaca a escala temporal e espacial na perspectiva de Bertrand, em que a primeira fomenta uma herança paisagística, a segunda, conforme Oliveira e Marques Neto (2020), delimita o geossistema entre a 4ª e 5ª grandezas escalares da proposta de Tricar (1965). Bertrand, ao considerar a paisagem enquanto herança da esfera econômica e/ou cultural insere a sociedade na qualidade de componente do geossistema, divergindo da proposta de Sochava que concebe o geossistema como unidade natural e multiescalar de interação com a esfera socioeconômica.

Dias e Perez Filho (2017) destacam que na visão de Veado (1995) Bertrand acertou ao considerar a sociedade como componente do geossistema, uma vez que os fatores humanos atualmente são os principais motivos da evolução dos geossistemas. É correto afirmar que a sociedade por meio de suas inúmeras atividades possui papel relevante na evolução dos geossistemas atualmente. Apesar disso, tais unidades territoriais continuam sendo em sua essência naturais, correspondendo em formações puramente naturais em sua origem geológica. Ocorrendo evoluções pautadas na dinâmica natural e antrópica, no segundo caso vinculado aos geossistemas controlados da abordagem de Chorley (1971).

A proposição geossistêmica de Bertrand (1972) serviu de aporte teórico em conjunto com o conceito de ecossistema de Tansley (1935) e a proposta de classificação geomorfológica de Penck (1984) para a formulação da proposta de regionalização físico-geográfica do território brasileiro do geógrafo paulista Aziz Nacib Ab'Sáber (1924-2012),

posteriormente revista e reformulada pelo autor (Marques Neto, 2021), representando um marco nas discussões integradas e sistêmicas da paisagem no Brasil e servindo de aporte teórico-metodológico para uma série de trabalhos de ordem acadêmica e de planejamento.

2.3 ECOLOGIA DA PAISAGEM

A ideia atual de paisagem se pauta na transformação do espaço natural por diversos grupos culturais (Rodriguez *et al.*, 2011), o autor destaca que na visão de “Sauer (1925) a paisagem natural é o meio, a cultura, o agente e a paisagem cultural, o resultado (Rodriguez *et al.*, p.3, 2011)”. Atualmente a interpretação paisagística deve necessariamente contemplar a relação entre o meio ou espaço natural e as diversas culturas que promovem transformações paisagísticas de intensidade reduzida ou pujante, compreendendo desde as paisagens antroponaturais (espaço rural) às paisagens antropogênicas (áreas intensamente transformadas em espaços urbanos) compondo verdadeiros modelados antropogênicos.

A interpretação da paisagem em seus diversos aspectos naturais e em sua interação com os meios econômico e/ou cultural, demanda uma abordagem sistêmica, cabendo a ecologia da paisagem, designada também como Geoecologia, o papel de base teórico-metodológica das interpretações paisagísticas em interação com outros campos científicos.

A abordagem da paisagem pelo enfoque integrador e interdisciplinar marca um campo de estudo ainda tenro, inaugurado na Alemanha na década de 1930 com as observações do geógrafo alemão Carl Troll (1889-1975) (Odum; Barrett, 2008), despontando como aspecto central o aprisionamento dos métodos em ciências naturais nos campos da geografia humana e biogeografia marcadamente inserida nos estudos dos espaços de vida do homem (Pivello; Metzger, 2007).

Costa (2020), em seu trabalho que discute a origem, enfoque e técnicas de interpretação da ecologia da paisagem, revisando a literatura destaca que o reconhecimento da nova área de conhecimento ocorreu anos mais tarde simultaneamente à sua inicial evolução e nova roupagem proposta por Carl Troll. A nova concepção foi apresentada na reunião da Associação Internacional da Ciência da Vegetação, realizada em 1963 na Europa Central. Ainda segundo a autora a ecologia da paisagem foi divulgada com base no conceito de ecossistema de Tansley (1935), estudo do complexo integral da associação de causa-efeito ocorrente com as comunidades vivas e as condições ambientais predominantes em uma área da paisagem.

Troll (1968) admitia as paisagens geográficas enquanto causa e resultado das relações

ecológicas (Porto; Menegat, 2004), englobando os âmbitos econômico e/ou cultural (Christofoletti, 1999). A paisagem é a união de organismos (biocenoses), incluindo plantas (fitocenoses), animais (zoocenoses) e fenômenos inorgânicos como a forma do relevo, a água e os fatores climáticos (Troll, 1968).

As vastas relações acontecem entre os componentes naturais em uma determinada área e a interação destes com os estratos econômico e/ou cultural que ocorre de inúmeras maneiras e em espaços geográficos distintos, como os espaços dicotômicos rural e urbano. O urbano em grandes cidades representa extensos modelados antropogênicos, enquanto o rural registrado em paisagens compostas por pequenas propriedades, apresenta paisagem marcadamente antroponatural.

Na década de 1980, de acordo com Costa (2020), a ecologia da Paisagem teve início na América do Norte através de Gary W. Barrett que promoveu um seminário sobre a temática em Illinois. Após esse primeiro seminário, reuniões anuais tiveram início. Uma grande referência da ecologia da paisagem da América do Norte é a obra de Richard TT Forman e Michel Godron (*Landscape Ecology*, 1986).

O trabalho de Costa (2020) destaca a principal diferença entre as escolas europeia e norte americana: enquanto a escola europeia insere o homem no centro de suas discussões, a escola americana confere ao homem menor destaque. O destaque dado ao homem pela escola europeia aproxima a mesma das discussões a respeito do Antropoceno e as grandes transformações na superfície da Terra provocadas pela ação humana.

Metzger (2001) destaca a dificuldade de produção de dados e experimentos de ecologia da paisagem em escalas espaciais e temporais amplas. O autor destaca ainda a ausência de uma metodologia capaz de transpor escalas, isto é, experimentos realizados em escala local de maior controle e empregados como dados em grande escala sem a descaracterização dos dados com a mudança de escala.

A questão linguística também reverberou nas definições e abordagens da ecologia da paisagem, sendo traduzida e entendida de maneira distinta. A palavra tem origem hebraica e seu significado corresponde a bonito, lindo. O sentido do termo em inglês (*landscape*), trabalhado por White, equivale também ao valor estético. No caso do uso alemão (*landschaft*), a palavra tem conotação geográfica-espacial devido o termo (*land*) que designa terra (Menegat; Porto, 2004). A palavra foi inserida no âmbito científico pelo naturalista alemão Alexander Von Humboldt no século XIX, precursor dos geobotânicos e da geografia física. Humboldt definiu a paisagem como a característica total de uma dada região da Terra (*Der Totalcharakter einer Erdgegend*), o mesmo designou o termo “forma da superfície”

(*landform*) com significado fisiográfico, geológico e geomorfológico correspondendo a crosta da Terra (Menegat; Porto, 2004).

Os geógrafos russos também contribuíram com o surgimento da ecologia da paisagem em uma definição próxima da alemã, considerando fatos inorgânicos e orgânicos no sentido de paisagem em estudos da integralidade paisagística (Menegat; Porto, 2004). Principalmente a partir da abordagem geossistêmica, como registrado em seção anterior desta revisão de literatura.

A ecologia da paisagem se constituiu em diversas regiões do mundo nos âmbitos teórico e aplicado, funcionando como ferramenta de elaboração de planejamento da paisagem e antecipação de alterações na dinâmica paisagística com o uso da terra pela sociedade. No Brasil ganhou importância a partir dos anos 2.000, como destaca Nanuncio *et al.* (2007), ocorrendo um aumento significativo no número de instituições realizando trabalhos na área de ecologia da paisagem.

Apesar de ainda incipiente no Brasil, estudo realizado por Pivello e Metzger (2007), denominado “Diagnóstico da pesquisa em ecologia da paisagens no Brasil”, com recorte entre os anos 2.000 e 2.005, registrou (7) temáticas, (7) abordagens metodológicas e (5) técnicas de análises utilizadas. Apontando um quantitativo considerável de trabalhos realizados em congressos, além de dissertações e teses. Segundo os autores a maior parte dos trabalhos executados na área nesse período tratou de padrões espaciais, padrões e processos e planejamento da paisagem, em grande medida concentrados na abordagem observacional descritiva, estando em segundo plano no período trabalhos de cunho mais experimental.

As informações obtidas por Pivello e Metzger (2007) indicam que estudos experimentais envolvendo metodologias aplicadas retratam uma ausência que compromete os avanços da ecologia da paisagem no Brasil.

As dimensões da paisagem retratam uma característica valorosa em seu estudo e idealização de planejamento a partir das diferentes escalas espaciais e temporais. Ocorrendo na forma de paisagem local, regional e global. A paisagem local composta de pequenas unidades se inseri e integraliza a paisagem regional em uma relação sistêmica necessária ao funcionamento da totalidade da paisagem, não consideradas como sistemas materiais autônomos, processando-se relações mútuas (Rodriguez, *et al.*, 2017).

A ecologia da paisagem se apresenta como ciência fundamentalmente necessária no desenvolvimento de estudos em paisagens antroponaturais, associando aspectos naturais, econômicos e/ou culturais em uma abordagem sistêmica que subsidia a compreensão dos componentes da paisagem em interação, diminuindo os riscos de equívocos interpretativos

mediante abordagens fragmentadas.

2.4 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E CONECVIDADES FLORESTAIS

2.4.1 *Fragmentação Florestal*

Viana (1990) define fragmentos florestais os remanescentes isolados a partir de barreiras como estradas, povoados, culturas agrícolas, culturas florestais, pastagem e outros. A fragmentação florestal pode ser entendida como o grau em que a paisagem contribui ou obstaculiza a dispersão de organismos bióticos entre os fragmentos (Taylor *et al.*, 1993).

A configuração da vegetação em inúmeros fragmentos pequenos e isolados resulta em implicações que comprometem as funções ambientais da floresta, como a diminuição do potencial de dispersão e do fluxo gênico entre populações, intensifica o efeito de borda modificando o microclima no interior dos fragmentos, causa o empobrecimento do solo e intensifica os processos erosivos (Santos *et al.*, 2022; Santos *et al.*, 2013; Campos *et al.*, 2018).

Os impactos da fragmentação provocam modificações na configuração florística, ampliação da mortalidade de espécies e obstaculiza o processo de regeneração florestal natural (Campos *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2019; Rambaldi; Oliveira, 2003). Tais consequências são mitigadas ou ampliadas a partir de aspectos relacionados às métricas da paisagem: grau de isolamento dos fragmentos, tamanho, forma e matriz circundante

A ausência de unidades de conservação torna os fragmentos florestais, quase que integralmente isolados, sendo as áreas de preservação permanente (APP) importantes para a manutenção da biodiversidade por meio da conectividades florestais, sobretudo em áreas de florestas atlânticas demasiadamente fragmentadas.

O trabalho de Soares *et al.* (2022) mostrou aumento da cobertura florestal dos biomas de Mata Atlântica na bacia hidrográfica do ribeirão São Lourenço, Sul de Minas Gerais, alcançando 5% de recomposição florestal. Apesar desse aumento, de acordo com os autores, de maneira geral a situação dos biomas atlânticos (Coutinho, 2016, situados no Domínio Tropical Atlântico, Ab`Sáber, 2013) ainda é preocupante, apresentando desmatamento de 13.053 ha em todo o Brasil entre os anos de 2019 e 2020.

Os fragmentos florestais, de modo geral, em áreas de pecuária leiteira sofrem pressões antrópicas diversas geradoras de degradação, como gado acessando a área, queimadas para

renovação de pastagem e exploração de madeira, em geral, para suporte em demandas da propriedades (Soares *et al.*, 2022). A manutenção dessas florestas depende do cumprimento das exigências da legislação ambiental vigente, sobretudo o Código Florestal (CF, 2012) para proteção ou recomposição em distintas APP's de topo de morro, margens de cursos d'água, encostas declivosas e nascentes.

A fragmentação florestal marca a fase inicial de alteração da paisagem natural pela ação humana e a ocorrência de paisagens sobremaneira modificadas (Tabarelli; Gascon, 2005). Uma área fragmentada enfrenta obstáculos relevante em sua regeneração natural, principalmente associados a impactos antrópicos, a exemplo da caça, atividade ilegal no Brasil, salvo exceções previstas em lei e punida pela Lei de Crimes Ambientais (Lei 9. 605 de 1998).

A caça elimina espécies de aves e mamíferos frugívoros dispersores de sementes, levando a eliminação de espécies arbóreas com a sua substituição por espécies invasoras (Da Silva; Tabarelli, 2000). Esse processo e a distância entre os fragmentos dificultam a regeneração natural dessas áreas que já é obstaculizada pela roçada e queimada para limpeza de pastagem. Aumentando paulatinamente a área matriz formada por habitat amplamente diferente do original. Os habitats sobremaneira danificados são abandonados e os fragmentos são separados entre si por uma paisagem deteriorada. Aspectos que podem ser compreendidos pelo modelo de biogeografia de ilhas, exibindo fragmentos correspondentes a ilhas de habitats em uma extensão dominada pelas ações humanas (Primack; Rodrigues, 2001).

A BHRJ apresenta o modelo de ilhas, sobretudo, nos modelados de agradação sobre os vales não encaixados correspondentes às planícies de inundação, ocorrendo, ainda, nesse setor central da bacia, relevo ondulado de declives suaves correspondendo a morros e morrotes mamelonizados de características favoráveis ao uso da terra. A conexão florestal contínua ocorre apenas na extensão localizada na Serra da Mantiqueira devido aos condicionantes geomorfológicos que dificultam o uso da terra nessa parte da área de estudo.

A área de estudo exhibe a fragmentação florestal exposta anteriormente, sendo predominante entre os fragmentos a pastagem vinculada a pecuária leiteira. A área com inserção de floresta comercial do gênero *Eucalyptus spp* ocorre com algumas florestas plantadas nos setores noroeste e norte da BHRJ na área de maior influência da Serra da Mantiqueira. A conexão dos fragmentos de floresta comercial com remanescentes florestais nativos sugere um processo ecológico diferente do ocorrente nos fragmentos florestais de vegetação nativa, podendo ocasionar alterações na vegetação própria dos biomas pelo contato entre as bordas.

2.4.2 Conectividades florestais

As conectividades florestais compreendem uma série de aspectos relacionados a funcionalidade, estrutura e comportamento dos organismos pautados em hábitos e características físicas que podem determinar o maior ou menor deslocamento pela paisagem.

A conectividade, o oposto da fragmentação, é um componente essencial da paisagem tendo influência relevante na sobrevivência das populações e dinâmica populacional (Fahrig; Paloheimo, 1988). A dispersão de organismos bióticos pela paisagem retrata um aspecto fundamental na sobrevivência de populações de numerosas espécies: abrigo, alimento e trocas genéticas, são algumas das funções dos deslocamentos pela paisagem. O fluxo gênico depende dos deslocamentos pela paisagem e, por conseguinte, a conectividade da paisagem determina a facilidade ou dificuldade enfrentada pelos organismos nesse processo (Taylor *et al.*, 1993).

A conectividade apresenta duas variações complementares (conectividade estrutural e funcional). A conectividade estrutural retrata as métricas da paisagem como tamanho do fragmento, forma e distância entre fragmentos vizinhos (Taylor *et al.*, 1993), segundo o autor essa abordagem desconsidera as características comportamentais dos organismos. A conectividade funcional leva em consideração as características comportamentais dos organismos junto à paisagem (Goodwin 2003). Sendo a junção das duas abordagens uma opção viável nos estudos das paisagens fragmentadas considerando as diferenças comportamentais e características físicas das espécies. Apesar dos benefícios que podem ser produzidos em estudos pautados nessa complementariedade, neste estudo, a opção pela abordagem estrutural ocorreu profundamente associada ao prazo de finalização do estudo.

Primack e Rodrigues (2001) discutindo com base em Peres e Terborgh (1995) a mitigação dos efeitos de borda e fragmentação, destacaram a importância da proteção integral dos ecossistemas como maneira de combater ações pontuais com reverberações que comprometem toda a integralidade dos ecossistemas.

A adoção de corredores de conservação conectados foi aplicada em países que abrigam extensas florestas tropicais e biodiversidade, a exemplo da Costa Rica. Essa concepção foi aplicada para conectar duas reservas de vida selvagem (Parque Nacional de Braulio Carillo e Estação Biológica La Selva). Trata-se de 7.700 ha de floresta protegida conectando as duas reservas e ampliando a dispersão de espécies (Primack; Rodrigues, 2001).

No Brasil, de acordo com Primack e Rodrigues (2001), foram idealizados corredores de

conservação na Bahia, chamado de corredor do descobrimento, e o corredor do rio Paraná. Ambos os corredores destacados precedentemente não foram colocados em prática. Posteriormente, esse princípio foi aplicado dando origem aos corredores de biodiversidade da Serra do Mar, corredor central da Mata Atlântica, corredor do Pontal do Paranapanema, entre outros.

Interesses privados, questões políticas vinculadas a exploração dessas áreas e recursos para implantação e conservação dos corredores aparecem entre as principais dificuldades dessa prática. Dificuldades de cunho ecológico também fazem parte dos inconvenientes inseridos na concepção de grandes corredores de conservação, alguns possíveis impactos mencionados por Primack e Rodrigues (2001): ampliação da presença de espécies daninhas principalmente em corredores estreitos e em influência dos efeitos de borda, maior dispersão de doenças e ampliação da caça nas áreas de deslocamento de animais.

A superação das dificuldades supracitadas pode ser concebida pelo princípio das conectividades florestais através do modelo de biogeografia de ilhas pautado na concepção de matriz-fragmento-corredor. Nesse modelo a ampliação da dispersão de organismos bióticos pela paisagem ocorre a partir das ilhas de habitats, remanescentes florestais que a depender das métricas da paisagem (forma, tamanho e distância entre os mesmos) operam realmente como habitats mesmo não estando conectados fisicamente.

A abordagem baseada nas conectividades florestais reflete uma opção válida que intenciona contribuir com a discussão ligada a mitigação dos impactos das ações humanas na paisagem, destacando, inclusive, o valor da agricultura tradicional nas pequenas propriedades promovendo a associação entre a conservação e uso econômico da terra.

2.5 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E SEU PAPEL NO ESTABELECIMENTO DE CONECTIVIDADES

As áreas de preservação permanente enquanto instituto jurídico fundamental da Lei 12.651 de 2012 novo Código Florestal (NCF, 2012) e essenciais na busca pela proteção ambiental são fundamentais no estabelecimento de conectividades florestais e dispersão de organismos pela paisagem.

As categorias de APP's registradas no NCF (2012) comprovam a importância de determinadas áreas, concebidas pela evolução da atenção com o meio ambiente e sobrepostas ao relevo em pontos específicos. Tais áreas, despontaram como mecanismos inestimáveis de proteção dos sistemas ambientais, especificamente: nas faixas marginais de qualquer curso

d'água natural perene e intermitente, com exceção dos efêmeros, a partir da borda da calha em metragens distintas justificadas segundo a largura do curso d'água; no entorno de reservatórios artificiais resultante de barramento ou represamento de curso d'água natural, em faixa definida no licenciamento do empreendimento; em um raio de cinquenta metros no entorno de nascentes e olhos d'água perenes; nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°; em restingas como estabilizadoras de dunas e mangues; nos mangues em toda a sua extensão; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixas horizontais sempre superiores a 100 (cem) metros; no topo de morros, montes, montanhas e serras com altura mínima de 100 (cem) metros, declividade superior a 25° em delimitação a partir de 2/3, definida pelo espelho d'água ou em relevos ondulados pelo ponto de sela mais próximo da elevação; e altitude superior a mil e oitocentos metros (1.800) independentemente do tipo de vegetação (Código Florestal, 2012).

Um estudo realizado em área da Zona da Mata mineira identificou as diferenças de extensão com a aplicação de metodologias de mapeamentos distintas, pautadas, respectivamente, na lei 4.771 de 1965 (antigo Código Florestal) e lei 12.651 de 2012 (novo Código Florestal), chamando a atenção os novos limites das APP's de altitude. Os resultados obtidos na pesquisa revelaram uma redução de 29% da área total de APP de topo para 0,4% com a aplicação das novas regras de definição e delimitação de APP (Guimarães e Moura, 2018).

A emergência do NCF (2012) tornou ainda mais crítico o problema da ocupação de áreas de relevante interesse ambiental. Principalmente no caso das APP's de margens de cursos d'água e topo de morro, a segunda modalidade foi quase que integralmente extinta da proteção legal. Tornando urgente pesquisas propondo ações como forma de mitigar os impactos da nova configuração das APP's e manutenção de suas funções ambientais por meio das conectividades florestais a partir da redução da fragmentação florestal.

A área de estudo conta com dois biomas de Mata Atlântica segundo a classificação proposta por Coutinho (2016): *Bioma Floresta Atlântica Sempre-verde de Terras Baixas* e *Bioma Floresta Atlântica Sempre-verde de Encosta*, ambos associados às áreas de APP de topo de morro e curso d'água apresentando profunda fragmentação na média-baixa bacia.

Nesse contexto as áreas de APP aparecem como meio de proteção de áreas de relevante interesse ambiental e estabelecadoras de conectividades florestais entre os biomas da Mata Atlântica. A constituição de conectividades com a utilização preferencial das áreas de APP pode promover a ampliação das conectividades internas na área de estudo, além de sua dilatação para bacias hidrográficas vizinhas.

Enquanto uma espacialidade geográfica e sistêmica, a integralidade da BHRJ reivindica o adequado funcionamento de todos os componentes do sistema. Nesse âmbito, as APP's possuem uma função protetiva essencial, conforme registrado no Art. 2º, inciso II do Código Florestal (2012): “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Código Florestal, 2012).

A Resolução CONAMA (303) estabeleceu a consolidação das regras de delimitação das áreas de APP e sua definição, em aderência aos critérios estabelecidos na Lei 4.771 que instituiu o atualmente denominado “antigo” Código Florestal (1965). Mesmo nesse período de maior proteção legal constituída pelo Instituto Jurídico da Área de Preservação Permanente, as práticas em desacordo com a legislação retratavam sobremaneira o hiato existente entre teoria e prática. Santos e Almeida (2007) demonstraram em um trabalho referente a conflitos no uso da terra na bacia do ribeirão São Lourenço (Sul de Minas Gerais) que apenas 8,1% de 1.328, 88 ha de APP's determinado pela legislação da época, antigo Código Florestal (1965), apontava efetivamente APP's preservadas.

O novo arranjo protetivo fundado pela legislação atual promoveu a ampliação de trabalhos ligados às APP's visando a compreensão da nova dinâmica e suas implicações práticas. Outro exemplo é o trabalho de Silva, Rocha e Marques Neto (2015), em estudo sobre os conflitos de uso da terra em APP's na bacia hidrográfica do ribeirão Ubá, na Zona da Mata mineira, foi demonstrado que apenas 13% de 353,11 km² de área total da bacia correspondem a áreas de proteção vinculadas a Lei 12. 651, mesmo considerando as APP's de topo de morro, margens de cursos d'água e nascente.

CAPÍTULO 3

Aspectos metodológicos: banco de datos, técnicas de campo e cartografía temática

3.1 ORGANIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS

O banco de dados utilizado para a produção do referencial teórico foi acessado através dos portais de periódicos CAPES, SciELO, Google Acadêmico e livros físicos.

Os arquivos que compuseram o referencial teórico foram organizados em pastas de acordo com as temáticas empregadas como base teórico-metodológica da pesquisa: ecologia da paisagem, geossistema, conectividade florestal, fragmentação florestal, área de preservação permanente, entre outras. A organização confere maior otimização do tempo de estudo, facilitando a busca dos textos de acordo com a demanda de trabalho, principalmente no primeiro ano em que a dedicação ao estudo não representou integralidade.

3.2 TRABALHO DE CAMPO PARA COLETA DE DADOS

Para a produção de dados em campo foram planejadas inicialmente um total de três campanhas nos meses de abril e dezembro de 2025 e janeiro de 2026.

A primeira campanha de campo realizada nos dias 25 e 26 de abril de 2025 objetivou o reconhecimento ambiental da área na extensão das margens do ribeirão Jacutinga, principal curso d'água da bacia de estudo.

Foram observados aspectos gerais da extensão do ribeirão Jacutinga, como: a configuração florestal das áreas de preservação permanente em toda a extensão do mesmo, registro que identificou vegetação remanescente ocorrente nas margens do ribeirão Jacutinga principalmente na alta bacia em influencia expressiva da Serra da Mantiqueira, compondo relevantes ilhas de habitats em extensões de vegetação conectada, bem como o registro das extensões do canal em controle estrutural e planícies de inundação.

As campanhas de dezembro de 2025 e janeiro de 2026 foram fundamentadas na coleta de dados para a elaboração dos quadros de vegetação, a escolha dos fragmentos levou em consideração sua localização na área de estudo a partir da baixa, média e alta bacia, compondo fragmentos em áreas de continuidade florestal e fragmentos em áreas fragmentadas.

Os deslocamentos em campo foram auxiliados pelo aplicativo Avenza Maps com uso de geopdf, viabilizando a localização das áreas da bacia e registro dos pontos de maior interesse, como os fragmentos florestais escolhidos para a amostragem e produção dos quadros de vegetação.

A delimitação da área de estudo ocorreu a partir da folha topográfica de Santa Rita de Jacutinga (SF-23-Z-A-II-2), através do banco de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em escala 1:50.000. A opção pela escala 1:50.000 levou em consideração dois critérios, especificamente: a utilização padronizada desta escala em trabalhos de cunho ambiental e a dimensão da área de estudo que se insere no âmbito das médias bacias, conferindo, dessa maneira, um maior conjunto de detalhes das características naturais e sociais da BHRJ.

A delimitação levou em consideração os limites naturais da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga. Entretanto, o trabalho com conectividades requer interpretações para além dos limites físicos da bacia apoiadas na continuidade florestal, habitats fragmentados e corredores formados pelo modelo de biogeografia de ilhas.

O mapa de localização foi elaborado com o objetivo de posicionar espacialmente a área de estudo. O mapa conta com limites estaduais e municipais de bases cartográficas disponibilizadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2023, maneira de garantir dados atuais e confiáveis. A simbologia foi inserida visando o destaque da bacia no contexto regional e nacional, forma de melhor localizar a área e sua influência local.

3.3 DRENAGEM E HIDROGRAFIA

A produção do mapa de hidrografia ocorreu em ambiente QGIS a partir de dados obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA) em escala 1:25.000 e a nomeação dos cursos d'água da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga.

3.4 DECLIVIDADE E ALTITUDE

A geração do mapa de declividade alinhado às classes da EMBRAPA (Plano: 0-3%; Suave Ondulado: 3-8%; Ondulado: 8-20%; Forte Ondulado: 20-45%; Montanhoso: 45-75%; Escarpado: >75%) foi realizada no QGIS mediante um fluxo metodológico estruturado. Inicialmente, um Modelo Digital de Elevação (MDE), SRTM (*Shtttule Radar Topography Mission*) com resolução de 30 m foi adquirido na *OpenTopography* e recortado para a área de estudo. A declividade em percentual foi calculada utilizando a ferramenta Declive.

Este resultado foi reclassificado em seis classes EMBRAPA por meio de operações condicionais no *Raster Calculator*, atribuindo valores inteiros (1 a 6) a cada intervalo de inclinação. Para visualização, adotou-se uma paleta cromática progressiva do verde ao

vermelho.

O mapa hipsométrico foi elaborado no software QGIS, a partir de dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 30 metros. Inicialmente, o MDE foi recortado conforme os limites da área de estudo. Posteriormente, os valores altimétricos foram classificados em intervalos de altitude definidos de acordo com a amplitude altimétrica e as características do relevo local.

Por fim, aplicou-se uma representação cartográfica com gradação de cores, permitindo visualizar a distribuição espacial das diferentes faixas de altitude e identificar as principais variações altimétricas da área de estudo.

3.5 GEOLOGIA E MORFOPEDOLOGIA

O mapa geológico e estrutural da área de estudo foi elaborado a partir dos arquivos vetoriais (*shapefile*) da Carta Geológica da Folha SF.23-Z-A-II – Santa Rita de Jacutinga, produzida no âmbito do Contrato CPRM–UERJ, conforme sistematizado por Heilbron *et al.* (2007). Os dados correspondem à escala 1:100.000 e encontram-se originalmente referenciados no Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum WGS-84 (EPSG:4326). Inicialmente, os arquivos foram importados para o ambiente do QGIS, onde passaram por verificação de consistência geométrica e semântica, assegurando a integridade das feições litológicas e estruturais representadas.

Posteriormente, as camadas geológicas e de estruturas tectônicas (como falhas, zonas de cisalhamento e lineamentos) foram reprojetadas para o sistema de coordenadas adotado no restante das avaliações espaciais, garantindo compatibilidade cartográfica com os demais produtos temáticos. A partir desse conjunto de dados, procedeu-se à organização e simbolização das unidades litológicas e estruturas geológicas, permitindo a leitura integrada do arcabouço geológico regional. O mapa resultante serviu de base para análises interpretativas relacionadas ao controle estrutural do relevo, à compartimentação morfoestrutural e à associação entre geologia, declividade e processos ambientais, conferindo suporte geocientífico às discussões desenvolvidas na dissertação.

O mapeamento do relevo seguiu as proposições metodológicas de Ross (1992), discernindo as morfologias a partir dos padrões de formas semelhantes, por sua vez definidos por análise textural de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) associada ao trato morfométrico e pautado na mensuração da profundidade de dissecação e dimensão

interfluvial. Os padrões de formas foram agrupados segundo os tipos genéticos agradacionais e denudacionais vigentes na área.

As morfologias foram conjugadas aos solos, discernidos segundo seu grau de evolução (Espíndola, 2013), que propõe uma classificação geral em solos imaturos, mesomaduros e maduros. Em associação ao relevo, foi então gerado um mapa morfopedológico integrando as duas variáveis em apreço.

3.6 USO DA TERRA

O mapa de uso e ocupação da terra, elaborado no software supracitado, contou com o subsídio dos dados de uso e ocupação da coleção de *rasters* classificada, número (9) do MapBiomias (2023) e imagem do satélite CBERS4A com comparações e correções por máxima verossimilhança. A imagem do satélite CBERS4A e o mapa de uso e ocupação da terra foram estimados na produção dos mapas vinculados às métricas da paisagem possibilitando comparações e correções.

3.7 GEOSSISTEMAS

A cartografia dos geossistemas da BHRJ foi subsidiada pelos trabalhos de Marque Neto, Oliveira e Dias (2016) e Brites (2023), ambos alicerçados pela Teoria dos Geossistemas de Sochava (1977; 1978).

A sua natureza multiescalar, variação de extensão e as divisões hierárquicas exigem a identificação e delimitação com base em dados existentes, nesse caso os mapas-base preteritamente produzidos serviram de aporte principal juntamente com as interpretações em campo. Dessa forma, as unidades geossistêmicas derivaram da interpretação integrada dos dados morfopedológicos, climáticos, vegetacionais e humanos.

Os geossistemas apresentam uma variação hierárquica e escalar, conformado três grandes níveis escalares, designados como topológicos, regionais e planetários (Marques Neto, Oliveira e Dias, 2016), integralizando-se o mapeamento nos níveis topológicos dos grupos de fácies, unidade bastante aderente aos mosaicos.

Os procedimentos metodológicos ocorreram no *software* QGIS, contemplando a interpretação e sobreposição de camadas específicas, a saber: informações geomorfológicas, geológicas, morfopedológica, fitofisionomia da vegetação — conforme o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE) — e uso e ocupação da terra.

Cada uma dessas camadas foi previamente padronizada quanto ao sistema de coordenadas, escala de avaliação e consistência topológica, de modo a garantir compatibilidade espacial e coerência interpretativa no processo de integração.

A BHRJ exibe uma variedade de paisagens produzidas a partir das variações altimétricas e uso da terra, engendrando distinções naturais marcantes que representam as espacialidades geossistêmicas, conjugando áreas de vegetação nativa preservada no conjunto de relevo nas mais elevadas altitudes, compondo, ainda, as margens do ribeirão Jacutinga na passagem da alta para a média bacia e, pastagens, sobremaneira, ocorrentes na média e baixa bacia com solos maduros em aderência ao uso da terra.

Conforme o trabalho de Brites (2013), os níveis hierárquicos foram interpretados com base em atributos estruturais e dinâmicos, avaliando a forma do relevo, fitofisionomia da vegetação, uso da terra e grau de evolução do solo. Para a área de estudo, o mapeamento foi integralizado no nível hierárquico dos grupos de fácies, unidade topológica posicionada na fileira dos geômeros.

3.8 MÉTRICAS DA PAISAGEM: FORMA, TAMANHO E DISTÂNCIA ENTRE OS FRAGMENTOS FLORESTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA

O índice de circularidade, um valor que se altera de 0 a 1, indica a propensão de um fragmento florestal em adotar um formato circular quanto mais próximo de 1.

É obtido pela equação apresenta na proposta de Etto *et al.* (2013):
$$C = \frac{4 \pi A}{P}$$

Para a classificação da forma, foi empregado o critério de divisão do índice de circularidade em quatro classes baseadas também na proposta de Etto *et al.* (2013) e a adaptação da mesma no trabalho de Barreto (2023): fragmentos *alongados* com índices menores que 0,25, fragmentos *moderadamente alongados* com índices entre 0,26 e 0,50, fragmentos moderadamente arredondados com valores entre 0,51 e 0,75 e fragmentos *arredondados* apresentando índices superiores a 0,76.

Para a classificação do tamanho dos fragmentos florestais, foi adotado o método de Ribeiro *et al.* (2009), apontando três classes de tamanho: fragmentos com área superior a 100 ha foram agrupados na classe 'Grandes', fragmentos com área entre 50 e 100 ha na classe 'Médios', e aqueles menores que 50 ha foram denominados como 'Pequenos'.

Utilizando o *raster* que apresenta as dimensões dos fragmentos agrupados como

pequenos, médios e grandes, foi calculada a distância entre os fragmentos. Para obtenção dos resultados foi usada a ferramenta do QGIS nomeada como *r.grow.distance*, em resolução espacial de 8 metros.

3.9 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) associadas aos cursos d'água foi realizada a partir dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, conforme o Código Florestal brasileiro (Lei n.º 12.651/2012). Todas as etapas foram desenvolvidas no ambiente SIG QGIS.

APP DE MARGENS - Utilizou-se a rede hidrográfica disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), na escala 1:25.000, como referência primária para identificação dos cursos d'água. Considerando que essa base apresenta variações locais decorrentes da generalização cartográfica, procedeu-se à revisão e correção dos trechos utilizando imagens de satélite de alta resolução disponíveis no *Google Satélite*. Essa revisão consistiu na verificação do traçado, da posição da calha e da coerência geométrica com feições visíveis em nível de detalhe compatível.

Após a validação geométrica, cada trecho de drenagem foi classificado quanto à largura da calha fluvial, adotando-se duas categorias definidas pelo Código Florestal: (a) cursos d'água com largura de até 10 metros e (b) cursos d'água com largura superior a 10 metros. Essa identificação foi realizada por inspeção visual, com base na interpretação das imagens e na integração com a hidrografia corrigida.

A partir dos eixos dos cursos d'água classificados, foram gerados *buffers* variáveis, correspondentes às larguras mínimas de APP previstas em lei. Para os trechos com calha de até 10 metros, aplicou-se um *buffer* de 30 metros. Para trechos com calha superior a 10 metros, utilizou-se um *buffer* de 50 metros. O procedimento foi realizado apenas para os cursos d'água considerados principais, isto é, aqueles nomeados na base da ANA na escala de 1:25.000, garantindo coerência com o nível de detalhamento da cartografia oficial.

APP DE TOPO - Para a produção dos mapas de APP's de topo de morro, este estudo reproduziu a metodologia aplicada por Guimarães e Moreira (2018) em um contexto geomorfológico congênere, sequenciando sete procedimentos em software QGIS.

Remoção de depressões espúrias com o uso da ferramenta *fill sinks x1* que elimina falhas do MDE evitando erros na drenagem; inversão do MDE usando a *calculadora raster* para multiplicação do MDE original por -1, resultando no DEM invertido e necessário para a

aquisição das bases dos morros. 2- Delimitação das bases dos morros com a aplicação da ferramenta *terra flow – bacias hidrográficas*, as bacias geradas representam as bases dos morros e foram transformadas em bacias *raster* com polígonos vetoriais. 3- Estabelecimento de valores estatísticos aos polígonos utilizando a ferramenta *estatísticas zonais* para altimetria e declividade, calculando, respectivamente, o intervalo (valor máximo – valor mínimo) → “_range” e calculando o valor médio → “_mean”. 4- Critérios de delimitação com base nas respectivas legislações anteriormente mencionadas: declividade > 25° e amplitude altimétrica > 100 m para a lei 12.651; Declividade > 17° e Amplitude altimétrica > 50 m e ≤ 300 m para a Resolução CONAMA (303). 5- Cálculo do terço superior com a criação de um novo campo e a aplicação da expressão “_max” - (“_range” / 3). 6- Conversão vetor *raster* com a Ferramenta *V.to.rast*, campo de referência a coluna do terço superior em resolução de 30 m. 7- Delimitação do topo de morro a partir da *calculadora raster* utilizando a seguinte expressão: “MDEHC@1” >= “TOPO_DE_MORRO_ATUAL@1”.

APP DE ENCOSTA -A delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) de encosta foi realizada no ambiente do software QGIS, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM com resolução espacial de 30 metros, amplamente empregado em avaliações ambientais de escala regional. Inicialmente, o MDE foi reprojetoado para um sistema de coordenadas projetadas compatível com a área de estudo, assegurando a coerência métrica dos cálculos. Em seguida, foi gerado o raster de declividade por meio da ferramenta Slope, com valores expressos em graus e porcentagem. A partir desse produto, procedeu-se à identificação das áreas com declividade igual ou superior a 45° (100%), parâmetro historicamente adotado pela legislação ambiental brasileira para a caracterização de APP de encosta.

Do ponto de vista normativo, a metodologia distinguiu explicitamente os critérios da legislação anterior e da legislação atual do Código Florestal. Na legislação anterior, as encostas com declividade superior a 45° (100%) eram automaticamente reconhecidas como APP, independentemente do uso e cobertura da terra, o que permitiu a extração direta dessas áreas a partir do raster de declividade. Já na legislação atual, tais encostas deixam de ser consideradas APP de forma automática, sendo incluídas apenas quando associadas a situações específicas, como áreas de risco, processos erosivos acentuados ou quando há sobreposição com outras categorias de APP, remanescentes de vegetação nativa ou assentamentos consolidados após 2008. Dessa forma, além do critério morfométrico, a delimitação das APPs de encosta segundo a legislação vigente demandou a integração espacial do raster de

declividade com camadas temáticas adicionais, garantindo uma abordagem metodológica comparativa e aderente às mudanças legais.

3.9.1 PRODUÇÃO DOS QUADROS DE VEGETAÇÃO

Os dois últimos trabalhos de campo no final do mês de dezembro de 2025 e início de janeiro de 2026 foram realizados para a coleta de informações referentes à produção dos quadros de vegetação, observando aspectos como a metragem quadrada (m²) de cobertura de serapilheira, vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, além da conformação do dossel florestal, solo exposto e afloramento rochoso.

Todas as mensurações foram realizadas em campo, registradas e consolidadas por meio de cálculos pertinentes, como aquele que envolve o diâmetro dos indivíduos arbóreos. Em fragmentos integralmente ocupados por vegetação arbustiva apenas a mensuração em campo foi necessária.

A escolha dos fragmentos levou em consideração os setores da bacia (alta, média e baixa), além do tamanho, contato com a matriz, relevo, declividade e a rodovia que perpassa os setores da bacia, dividindo a mesma, inclusive, na alta bacia com a presença de fragmentos de grande extensão, alcançando 2.983 ha e representando a maior ilha de dispersão de organismos bióticos pela paisagem.

A identificação das espécies de destaque quantitativo em cada quadrante foi feita com uso do aplicativo PlantNet e a produção dos quadros foi realizada com uso de inteligência artificial (IA) Google Gemini.

CAPÍTULO 4

*Ordenamento territorial da
bacia hidrográfica do ribeirão
Jacutinga: aspectos naturais e
econômicos no entendimento da
fragmentação florestal*

4.1 USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA

O uso da terra na BHRJ é resultado de ciclos econômicos iniciados com a eliminação de povos indígenas na região, como os *Pitás* em Santa Rita de Jacutinga (Magalhães, 2017), período do café e o ciclo atual ligado a pecuária leiteira.

A importância da geração ou manutenção de condições salubres posteriores às atividades socioeconômicas fundamentais para a reprodução social, repercutiu em diversificadas legislações ambientais no Brasil, entre elas, o Código Florestal (2012) aderente sobremaneira ao uso e ocupação da terra no espaço rural em suas determinações considerando as áreas de relevante interesse ambiental.

Na Zona da Mata mineira prevalece propriedades com menos de 50 ha, em média 35 ha, fato que determina singularidades no uso e ocupação da terra nessa região. As principais atividades da região são a pecuária leiteira, a cafeicultura, criação de suínos, aves, entre outros segmentos agrícolas (Toledo, 2012).

O espaço rural contemporâneo apresenta uma modificação na estrutura familiar produtiva tradicional, a chamada família pluriativa, em que integrantes possuem ocupações vinculadas ao trabalho em áreas urbanizadas, a indústria de laticínios e o comércio são exemplos (Faria *et al.*, 2023). A falta de recursos e, conseqüentemente, a baixa competitividade causa o deslocamento de pessoas em busca de ocupações em áreas urbanizadas, outra mudança é a residência no espaço urbanizado e o trabalho rural com deslocamentos diários (Fiúza *et al.*, 2020).

A BHRJ apresenta exatamente a configuração destacada anteriormente, um conjunto de pequenas propriedades com práticas agrícolas tradicionais voltadas para o consumo interno e comercialização, além da pecuária leiteira de maior inserção no âmbito econômico.

A (**figura 4**) registra o quadro de uso e ocupação da terra na área de estudo.

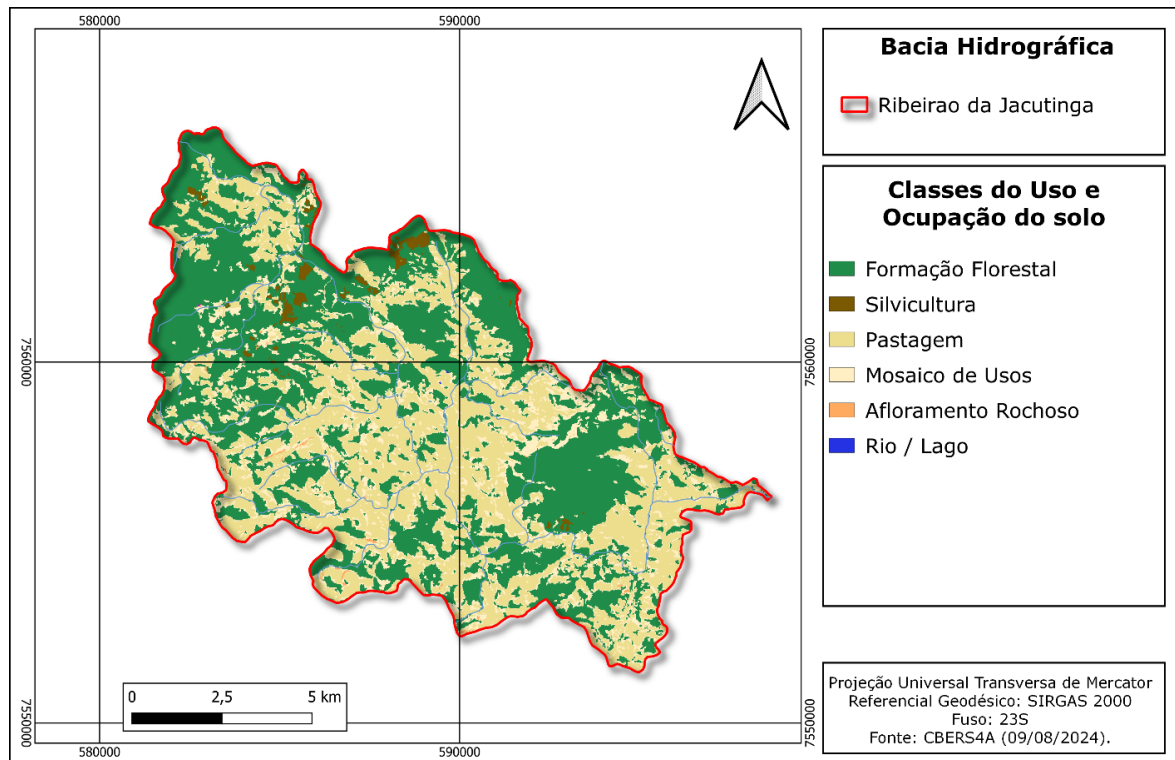


Figura 4. Mapa de uso e ocupação da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

A pastagem utilizada para a criação de gado ocupa, como registrado no mapa, todos os setores da bacia, destacando-se os setores central e sudeste, resultado de processos de usos históricos durante períodos em que o desmatamento era combatido de maneira ainda mais tímida que atualmente. A renovação das pastagens ocorre com a roçada e também queimada, no segundo caso devido a velocidade do resultado e ausência de custos financeiros. A queimada irregular em desacordo com as práticas registradas em legislação representa crime ambiental, ressaltado na Lei de Crimes Ambientais (1998) e coloca em risco os fragmentos florestais remanescentes.

Em inúmeras áreas da BHRJ identificou-se pastagens degradadas devido ao uso intensivo e a ausência de repouso da terra para renovação e recuperação da pastagem, indicando, ainda, a ausência de interação entre o poder público, na figura da EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) e os proprietários, como mostra a (figura 5).



Figura 5. Pastagem degradada no início da média bacia

O mapa de uso e ocupação da terra indica atividades antrópicas em todos os tipos de modelados, tanto na forma da pastagem como de culturas periódicas. Nos dados da Prefeitura Municipal de Santa Rita de Jacutinga (2010) destacam-se as lavouras de cana-de-açúcar, milho e feijão, culturas que não produzem alterações paisagísticas relevantes e de grande importância para a segurança alimentar do município e região. As campanhas de campo indicam que não ocorreu alteração no uso e ocupação da terra na BHRJ.

As florestas comerciais do gênero *Eucalyptus spp* presentes sobretudo em um corredor que se dilata da área central até o setor norte da bacia, representam registro humano significativo, área modificada com a presença de espécie exótica não vinculada aos biomas brasileiros e em contato direto com os remanescentes florestais nativos (**figura 6**).



Figura 6. Fragmento do gênero *Eucalyptus spp* em contato com remanescentes de vegetação nativa

Um problema bastante manifesto dessas florestas comerciais é criação de corredores florestais conectados que deixarão de existir futuramente com o manejo, dificultando o deslocamento de espécies da fauna nessa área da bacia, especialmente espécies de pequenos mamíferos mais frágeis à fragmentação de habitats (Pardini *et al.*, 2005), apresentando baixa taxa de deslocamento entre fragmentos florestais isolados inseridos em matriz de habitat diferente do original (pastagem), indicando comumente o isolamento de espécies em habitat restrito (Pires *et al.*, 2002).

No concernente à fragmentação florestal, a BHRJ, possui conformação pautada na presença de ilhas de habitats (fragmentos florestais) separados por matriz de habitat diferente do original (pastagem). A dificuldade de deslocamento é superada por espécies maiores de mamíferos por meio dos saltos entre as ilhas de habitats. Em áreas de baixa conectividade, como é o caso da área de estudo principalmente a partir de seu setor central, os deslocamentos mais longos em áreas de pastagem podem gerar conflitos entre a fauna, animais domésticos e

seres humanos.

4.2 CLIMA

A área de estudo possui dois climas distintos devido a ação das diferenças altimétricas com base na classificação de Koppen, ocorrendo na alta bacia em que a média altimétrica está acima de 1.000 metros o clima tropical de altitude (Cwb) e temperatura média anual inferior a 18° C. O clima tropical típico ocorre na baixa bacia em menores altitudes dos terrenos rebaixados e com temperatura média anual acima de 18° C (Martins *et al.*, 2014). Em Santa Rita de Jacutinga, de acordo com *Climate Date* (2025), a precipitação média anual é de 1.779 mm, ocorrendo os menores índices no inverno.

Quadro 2. Tabela Climática de Santa Rita de Jacutinga.
Fonte: Climate Data, 2025

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média °C	22.3	22.5	21.5	20.1	17.6	16.9	16.3	17.4	18.9	20.2	20.3	21.6
Temp. mín. °C	18.7	18.6	18.1	16.5	13.8	12.7	11.9	12.5	14.4	16.2	17	18.2
Temperatura máx. °C	26.9	27.4	26.1	24.7	22.5	22.2	21.9	23.4	24.7	25.5	24.9	26.1
Precipitação / Chuva mm	300	227	232	106	57	29	31	34	80	144	246	293
Umidade(%)	79%	77%	81%	80%	78%	76%	74%	70%	70%	74%	80%	80%
Dias chuvosos (d)	16	13	15	10	7	4	5	6	9	12	15	17
Média de horas de sol (horas)	8.7	9.0	7.4	6.4	6.1	6.5	6.6	7.0	6.8	6.7	6.4	7.7

A precipitação ocorre acentuadamente entre os meses de outubro e março, apresentando um total de 1. 442 mm, estando acima da média nacional, 1.760 mm (Agencia Nacional de Águas e Saneamento Básico) o somatório dos doze meses em Santa Rita de Jacutinga.

As marcantes precipitações entre os meses citados determinam o período de culturas

periódicas comumente praticadas na região, cana-de-açúcar (novembro), milho (outubro), feijão (outubro) e arroz (outubro), mostrando a interação entre a sociedade rural e esse componente atmosférico. Também, a sua pronunciada influência na pedogênese e desenvolvimento de solos potencialmente cultiváveis.

4.3 HIDROGRAFIA

O profuso volume precipitado anualmente em Santa Rita de Jacutinga condiciona a manutenção das águas superficiais em um conjunto de cursos d'água drenado pelo rio Preto afluente integrado a grande bacia do rio Paraíba do Sul. A **(figura 7)** registra o sistema hídrico inserido no âmbito da BHRJ.

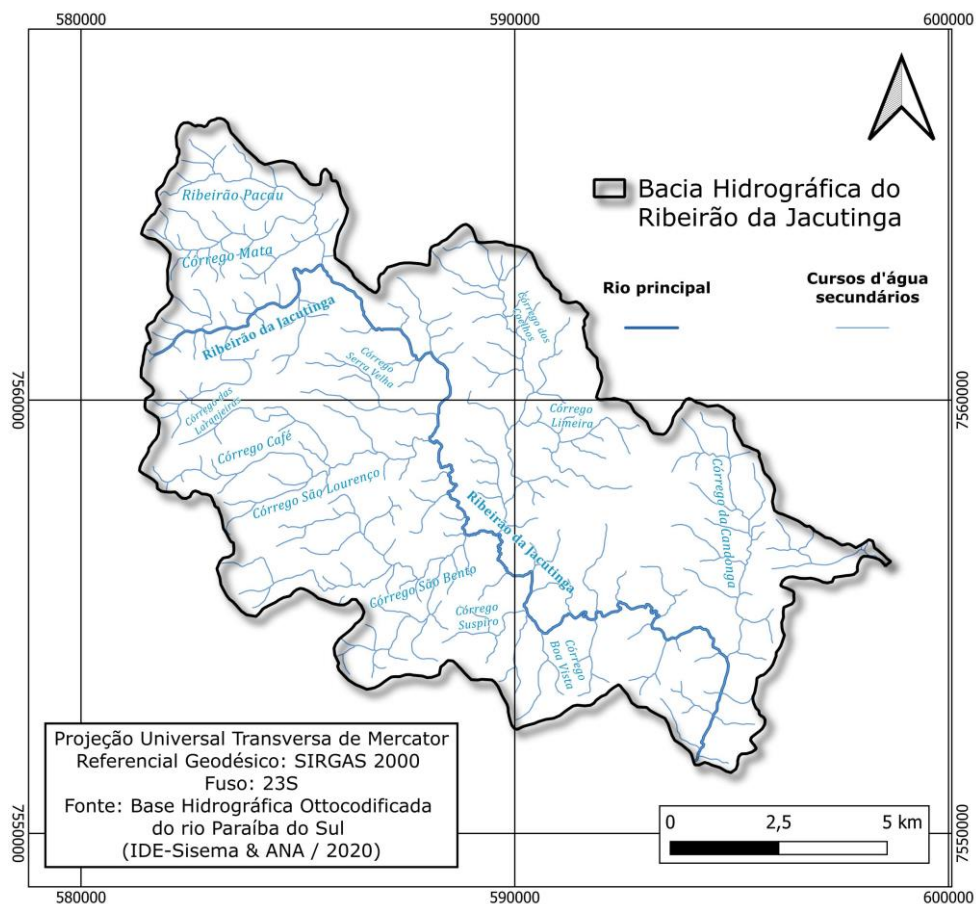


Figura 7. Hidrografia: bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

O ribeirão Jacutinga inicia seu curso no setor noroeste da bacia, coletando nesse trajeto uma série de canais de primeira ordem formados pela exfiltração de nascentes. A mesma configuração se apresenta em todo o limite inferior sul, não sendo mantido o padrão apenas na

área nordeste devido à baixa altitude no entorno de uma geoforma que alcança 1.400 metros de altitude, trata-se de uma área receptora de fluxos hídricos superficiais.

Na alta bacia esses corpos hídricos apresentam ampla vegetação nas margens, uma consorciação do tipo arbóreo com algumas espécies ultrapassando os 10 metros e arbustiva com dossel baixo e compactado. Aspectos parcialmente destacados na **(figura 8)**.



Figura 8. Calha em leito rochoso do ribeirão Jacutinga na alta bacia

O sistema hídrico em apreço apresenta 72 cachoeiras, segundo dados do município. Conhecida como a cidade das cachoeiras, o potencial de turismo ecológico pode ser melhor explorado, havendo a necessidade de conscientização da população sobre a importância ecológica e cênica das paisagens, com atenção especial para o fogo usado nas áreas de banho no preparo de alimentos e os resíduos gerados.

Não apenas o potencial turístico se manifesta na alta bacia. A força hidráulica do ribeirão Jacutinga viabiliza empreendimentos vinculados a produção de energia elétrica, como

as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs). No início de 2022 alguns projetos foram idealizados para construção de CGHs na BHRJ, tais projetos não foram autorizados devido ao forte movimento popular formado para a defesa desses atributos naturais, argumentando que os empreendimentos não trariam benefícios, além de prejudicar o turismo ecológico nos municípios de Santa Rita de Jacutinga, Bom Jardim de Minas e demais municípios do entorno.

4.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS E MORFOPEDOLÓGICOS

As rochas da Megassequência Andrelândia ocorrem no setor nordeste, resultando em uma geoforma com altitude de 1.400 metros, inserida no grupo das rochas metamórficas, composta por quartzo, anfíbolitos e rochas calcissilicáticas (agrupamento litológico mais sensível aos processos químicos), compõem uma área amplamente resistente, vinculando a pedogênese ao agrupamento calcissilicático na formação de solos maduros e de textura argilosa e cascalhenta, com setores distintos de retenção e drenagem da água.

Na alta bacia no sentido norte-sul e com extensões passando a média-alta bacia, ocorre um conjunto geológico de composição mineralógica copiosamente variada formada por biotita gnaiss bandado com intercalações de silimanita-granadabiotita gnaiss, anfíbolitos e rochas calcissilicáticas. A formação se insere no processo de intemperismo diferencial com velocidades distintas conforme a composição mineral, diferenciando a intensidade do intemperismo entre as várias camadas. Fato que confere maior resistência química ao conjunto geológico e lento processo de intemperismo, resguardando essas estruturas na paisagem.

A variação biotita gnaiss bandado com intercalações de anfíbolitos e rochas calcissilicáticas presentes também no complexo Paraíba do Sul, confere ao solo da área uma variedade de nutrientes essenciais para a prática agrícola, a saber: potássio, cálcio, magnésio, ferro, além de micronutrientes (Duarte *et al.*, 2012). Essa composição associada a morfologia confere a área relevante potencial agrícola, não aproveitado com presença predominante de pastagem.

Ainda referente à Megassequência Andrelândia, em área composta por silimanita granada-biotita gnaiss bandado com intercalações de xisto, quartzitos, granada-cianita-k-feldspato gnaiss e anfíbolitos, devido à variedade mineralógica, de maneira similar ao conjunto descrito anteriormente, ocorre a gênese de solos férteis, atentando para a decomposição dos anfíbolitos que podem apresentar solos eutróficos ricos em bases (Nunes *et*

al., 2001).

A BHRJ apresenta ainda ocorrência significativa do Complexo Mantiqueira, formado por biotita gnaisse bandado com intercalações de anfibolitos e rochas calcissilicáticas, formando rochas bastante usadas na construção civil devido à resistência e beleza.

Os sedimentos aluviais holocênicos formam os depósitos vinculados às morfologias hídricas, como as planícies de inundação. O uso agrícola dessas áreas pode alterar ou eliminar esses registros da história geológica da Terra.

A base geológica da área de estudo pode ser vista na **(figura 9)**, a seguir.

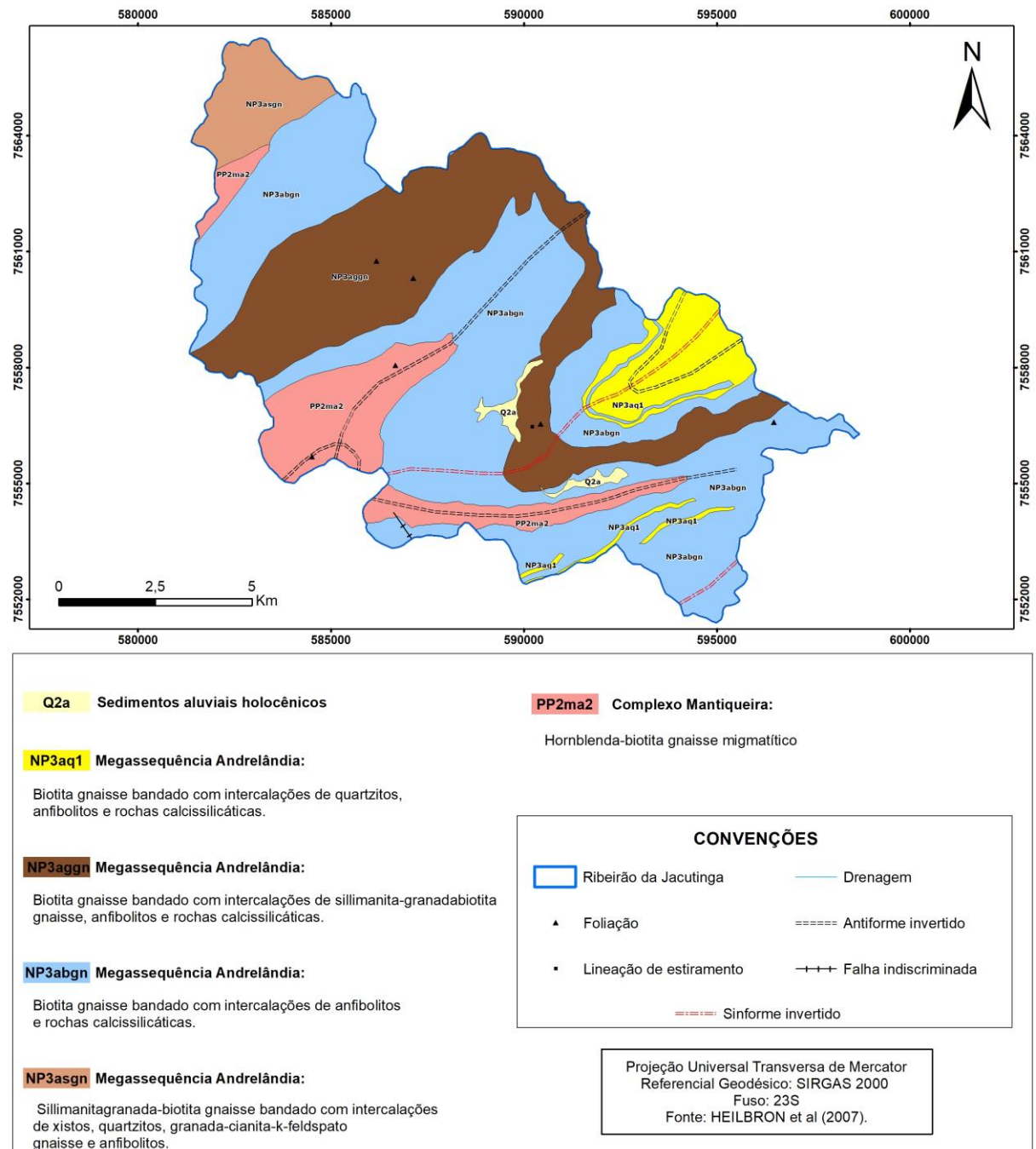


Figura 9. Mapa geológico da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

De acordo com Guerra (2018) a Geomorfologia é um ramo das ciências da Terra responsável pelos estudos envolvendo as variadas formas de relevo, abarcando os processos genéticos causadores das formas da superfície terrestre, exprimindo um conhecimento basilar na proposição de medidas conservacionistas que devem alicerçar a relação sociedade e natureza.

A geomorfologia da BHRJ apresenta diversidade de formas, tanto em terrenos de menores altitudes como em áreas de elevação significativa. A variação morfométrica

engendra concomitantemente aptidão e obstaculização ao uso da terra.

As paisagens montanhosas forjam especificidades próprias que reverberam na necessidade de um planejamento particular para seu uso e ocupação (Marques Neto, 2018), aspecto não levando em consideração na BHRJ, favorecendo a ocorrência de expressivas alterações na dinâmica da paisagem em questão.

Conforme Marques Neto (2018) os sistemas montanhosos são reconhecidamente áreas de elevada energia, decorrendo em intensificação dos processos de superfície em significativa junção com as atividades antrópicas, modificando os fluxos de matéria, energia e informação vinculados às funções geoecológicas desses modelados essenciais na proteção dos recursos naturais, a exemplo dos recursos hídricos a partir da dispersão superficial e recarga subterrânea.

A associação do relevo com os solos, considerados a partir de seu grau de maturidade, é mostrada na **(figura 10)**.

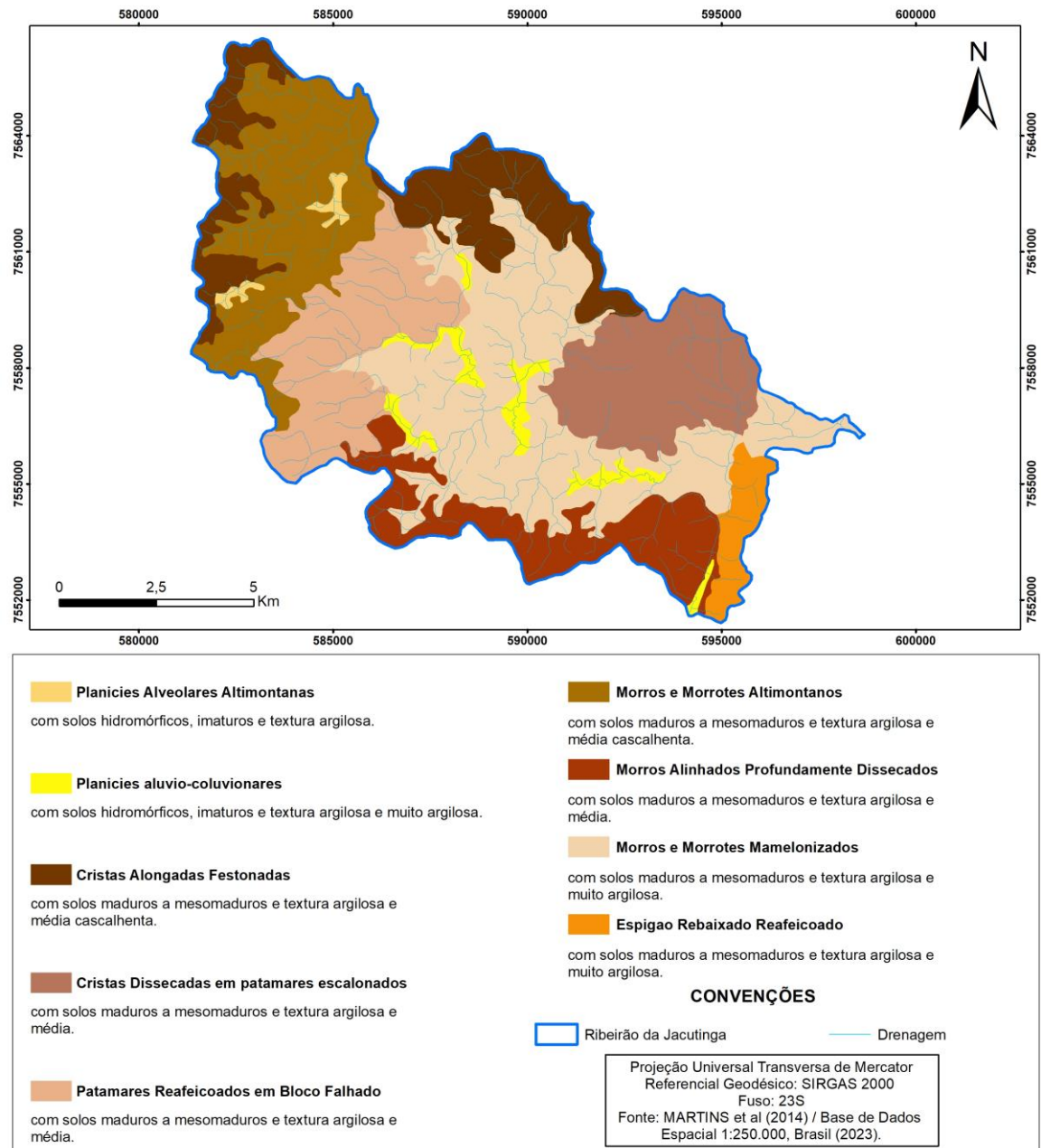


Figura 10. Morfopedologia da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

Os atributos geomorfológicos operam como impeditivos ao uso da terra nas elevações em influência direta da Serra da Mantiqueira, que definem cristas em altitudes significativas com declives acentuados, dificultando ações humanas e protegendo os fragmentos florestais remanescentes na extensão da serra localizada na área de estudo.

A área de estudo apresenta grandes extensões de remanescentes florestais do setor noroeste até os limites da alta bacia, sobrepostos às geoformas montanhosas operam na manutenção das condições ambientais características do relevo de altitude e em contraste com o setor central e sudeste da bacia caracterizados por intensa fragmentação florestal.

Os terrenos de menores altitudes formadores dos modelados de agradação apresentam aspectos morfológicos favoráveis ao uso e ocupação da terra, expondo áreas planas com solos mais desenvolvidos, ideais para culturas periódicas e pastagem para a criação de gado leiteiro. Nas áreas intermontanas em elevações médias compondo geoformas distintas, como morrotes e morros com declives menos acentuados, ocorre principalmente a pastagem como matriz de uso da terra.

A avaliação da declividade e suas reverberações sobre outros atributos naturais, torna-se ação valiosa na integralização dos componentes da paisagem em interações com a sociedade. Essa variável possui aderência intrínseca ao uso da terra, suscitando potencialidades e impedimentos a partir de sua relação com as formas do relevo (**figura 11**).

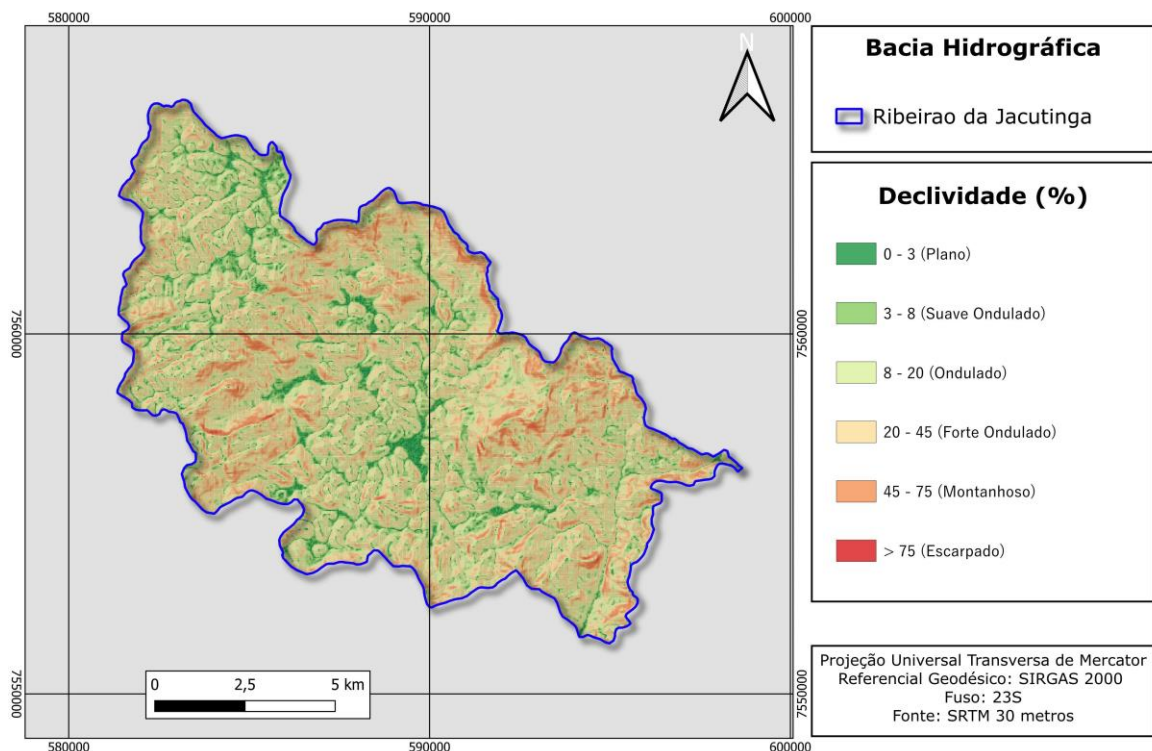


Figura 11. Declividade da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

A altitude da BHRJ alcança quase 1.400 metros na alta bacia e altitudes inferiores a 900 metros a partir da média bacia (**figura 12**). Esse atributo geomorfológico potencializa ou obstrui o uso da terra, e, por conseguinte, deve ser levado em consideração nos estudos sobre fragmentação florestal. Os fragmentos florestais remanescentes localizados nas áreas de menores altitudes, desconectados em tamanho reduzido, necessitam de profunda atenção devido a maior intensidade dos efeitos de borda, além do risco de desmatamento, sendo os

mesmos percebidos pela comunidade rural como impeditivos a ampliação das atividades agrícolas.

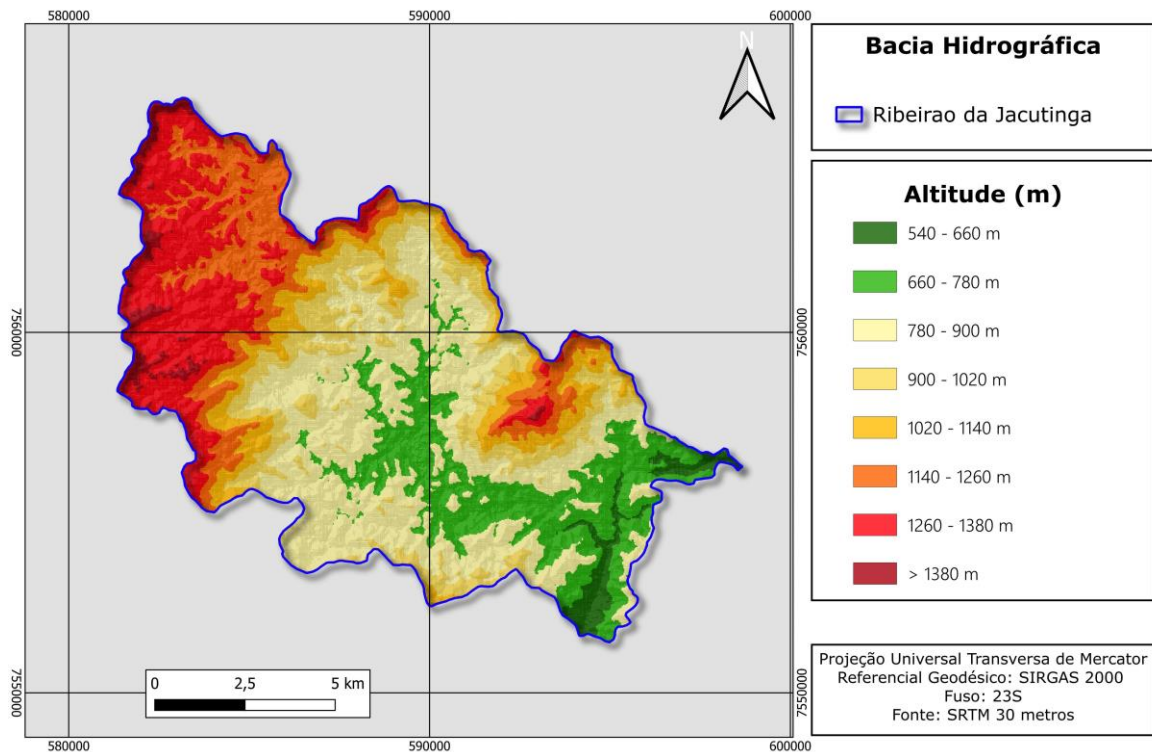


Figura 12. Altitude da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

As áreas de menores altitudes registradas no mapa recebem, em grande medida, os fluxos superficiais oriundos da alta bacia, tais fluxos e as maiores temperaturas condicionam solos mais desenvolvidos e aptos à prática agrícola que se estabeleceu nesse setor da BHRJ.

A insuficiente cobertura florestal nesse segmento intensifica processos erosivos, provocando a perda de solo e assoreamento de cursos d'água e nascentes, comprometendo não apenas a dinâmica natural, mas também as atividades cotidianas e agrícolas que dependem do uso da água.

CAPÍTULO 5

*As métricas da paisagem como
subsídios à ampliação das
conectividades florestais em
áreas compostas
majoritariamente por pequenas
propriedades*

5. 1 A CIRCULARIDADE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS

Os fragmentos florestais de forma circular operam de maneira mais funcional como ilhas de habitats. A circularidade mais pronunciada aumenta a distância entre o interior dos fragmentos e as bordas dos mesmos, mitigando os efeitos de borda no interior dos fragmentos, não modificando seu microclima e mantendo condições ecológicas favoráveis a fauna e flora. A **(figura 13)** apresenta a forma dos fragmentos inseridos na BHRJ.

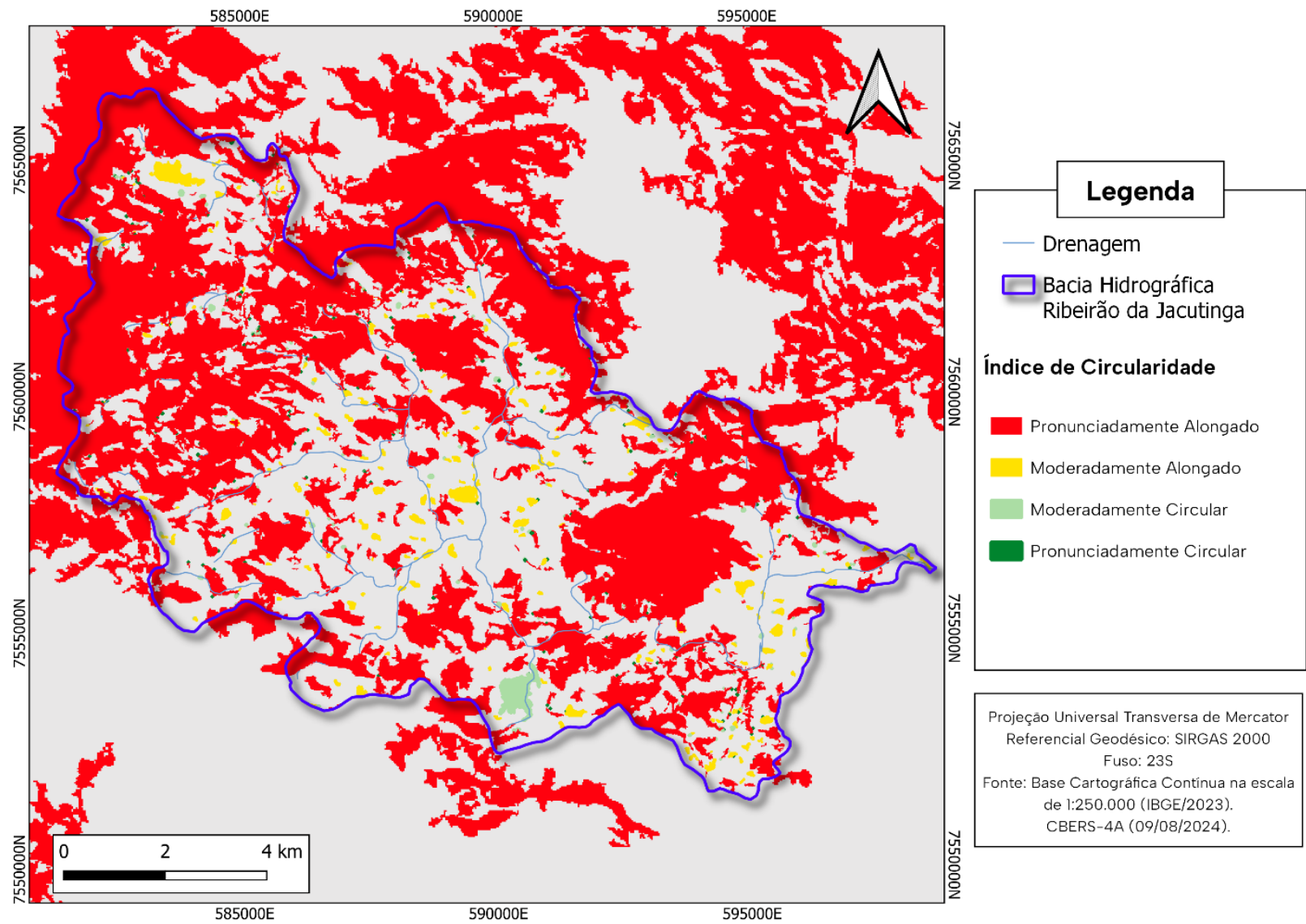


Figura 13. Índice de circularidade dos fragmentos florestais

Percebe-se pelo índice de circularidade registrado no mapa a presença robusta de fragmentos da classe *pronunciadamente alongada* e mais susceptíveis aos efeitos de borda. Contudo, o efeito de borda é mitigado devido às dimensões desses fragmentos, inclusive se dilatando para além dos limites da BHRJ. Tais fragmentos, geralmente, se encontram em escarpas montanhosas, cujo aspecto alongado do relevo acaba sendo aderente à forma alongada dos fragmentos. Em função disso, a dimensão dos mesmos deve ser observada na interpretação de seu papel enquanto ilhas de habitats funcionais.

Os resultados referentes ao índice de circularidade foram análogos aos encontrados por Barreto (2023) em sistema geomorfológico semelhante localizado no mesmo contexto morfoclimático. A autora citada quantificou 116 fragmentos florestais com área acima de 45 ha no município de Juiz de Fora, apresentando um quadro de fragmentação cujas origens estão vinculadas à economia rural e, sobretudo, à urbanização. Deste total, apenas quatro foram classificados como pronunciadamente circular, número que demonstra que as classes pronunciadamente alongado, moderadamente alongado e moderadamente circular são abundantes em fragmentos de tamanho significativo, sugerindo pressão antrópica sobre os mesmos com aumento do efeito de borda. No presente estudo, considerando todos os fragmentos da bacia de tamanhos diversos, foi observado que a circularidade diminui com o aumento do fragmento.

A bacia BHRJ agrega centenas de fragmentos reunidos nas quatro classes apresentadas na legenda do mapa de índice de circularidade, ocorrendo em número superior fragmentos da classe pronunciadamente circular de menos de (1 ha) cada. Ao estimar fragmentos de todos os tamanhos a forma circular desponta como mais abundante e de menor tamanho.

5.2 O TAMANHO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS

A área central da bacia concentra os fragmentos classificados como pequenos, ocorrentes sobremaneira ainda nos setores sul e leste da área de estudo. São áreas de menores altitudes e de condicionantes geomorfológicos favoráveis ao uso econômico da terra, uso que em seu processo histórico engendrou a configuração da atual paisagem da bacia em apreço. Os fragmentos pequenos, não correspondentes a ilhas de habitats e mais expostos aos efeitos de borda, estão localizados precisamente nesses setores de amplo uso da terra e maior influência humana, conforme **(figura 14)**.

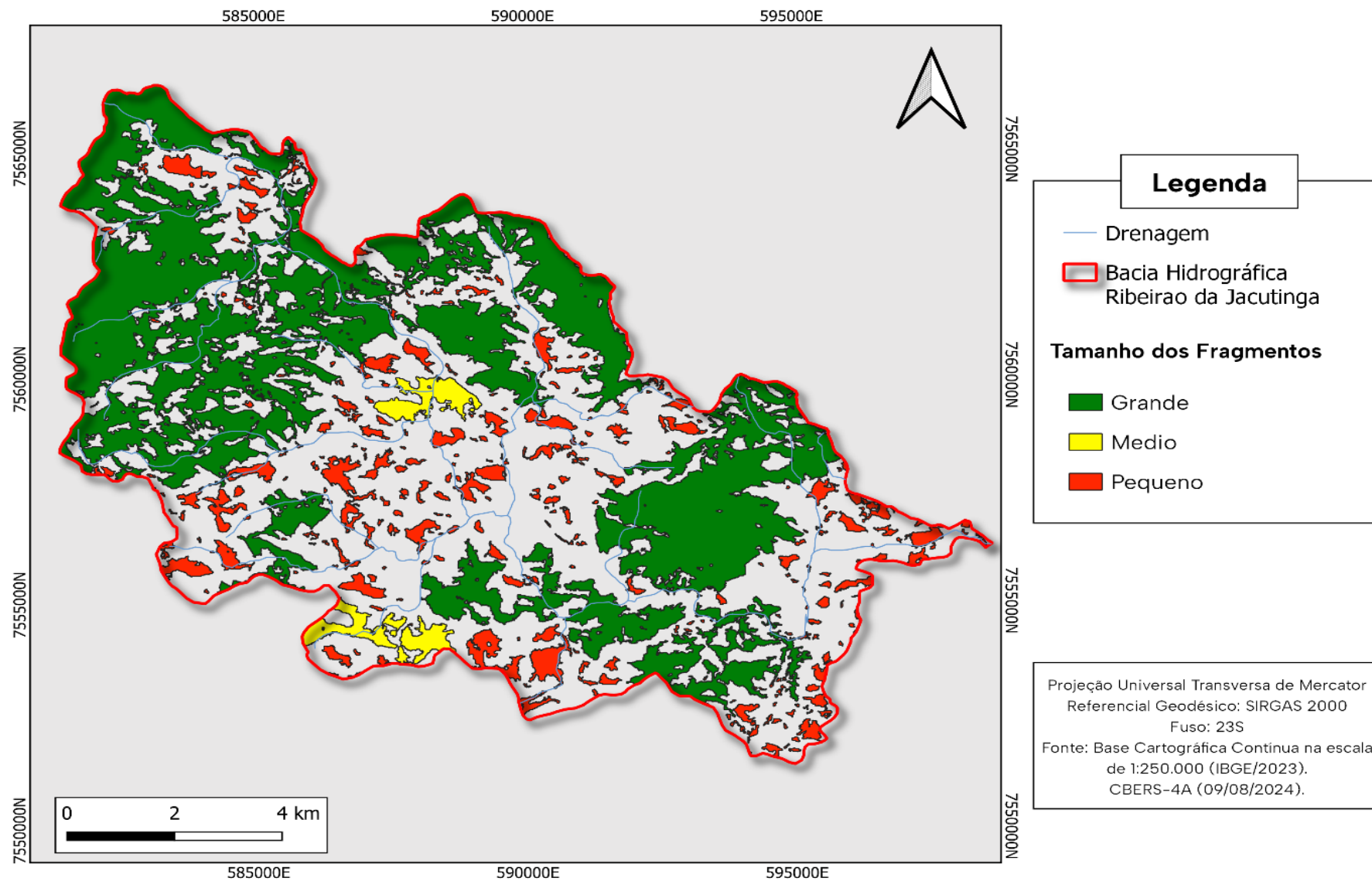


Figura 14. Tamanho dos fragmentos florestais

O mapa exhibe conexão florestal ou continuidade florestal com a ocorrência de fragmentos da classe grande principalmente na alta bacia e em porções significativas da baixa bacia. A classe ocorrente nas áreas de conexão florestal é definida quanto à forma como pronunciadamente alongado, forma esta que pressupõe maior efeito de borda. Entretanto, o alongamento está estreitamente relacionado ao relevo montanhoso igualmente alongado, e a extensão mantida pelo quadro topográfico faz por dirimir, em grande medida, o efeito de borda.

A maior conexão florestal na área de estudo, portanto, está vinculada aos condicionantes geomorfológicos impostos pela influência direta da Serra da Mantiqueira, que impõe restrições ao uso da terra devido a declividade, altitude e forma do relevo. As elevadas altitudes constituem ambiente favorável para a continuidade florestal na forma de robustos corredores ecológicos dispersores de organismos e fundamental para a proteção da biodiversidade.

5.3 A DISTÂNCIA ENTRE OS FRAGMENTOS FLORESTAIS

A bacia apresenta setores de maior proximidade e setores de maior distância entre os fragmentos florestais. Os fragmentos maiores exprimem as menores distâncias entre os remanescentes e correspondem as áreas de maior conexão e conectividade florestal, mesmo não manifestando a forma circular.

Na média-baixa bacia, observam-se as maiores distâncias entre os fragmentos florestais. Essas grandes extensões criam barreiras à dispersão de organismos, um processo dificultado tanto pelo isolamento geográfico quanto pela presença de infraestruturas humanas e de animais domésticos.

A **(figura 15)** destaca a distância entre os fragmentos na área de estudo.

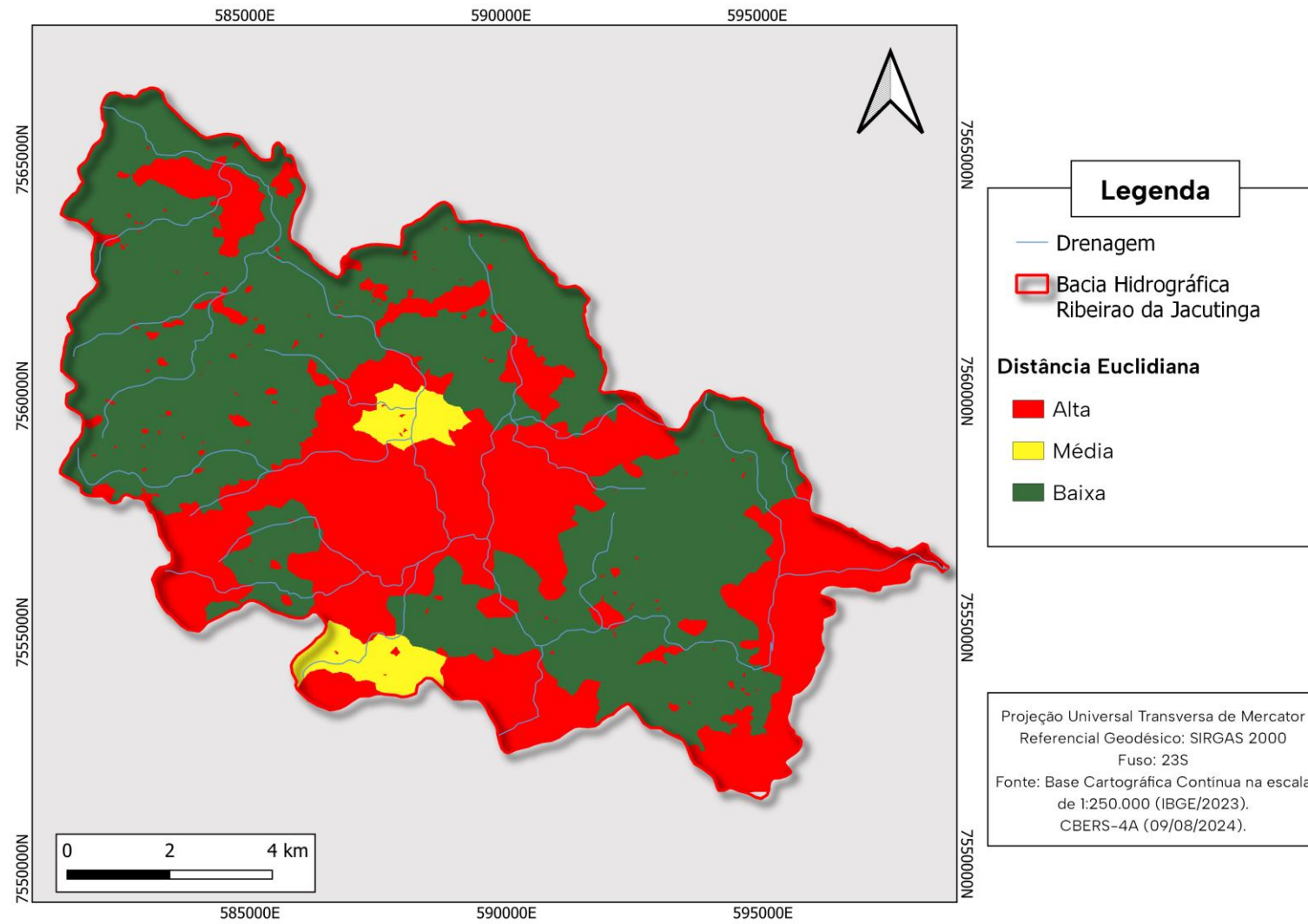


Figura 15. Distância entre os fragmentos florestais

A metodologia empregada se mostrou viável na interpretação de aspectos inerentes à estrutura horizontal da paisagem, permitindo visualizar e interpretar o arranjo dos mosaicos e vislumbrar os padrões e perspectivas de conectividade, podendo servir de aporte na produção de planejamento baseado nas conectividades para a área de estudo.

O uso das métricas na bacia do ribeirão Jacutinga, portanto, permitiu o reconhecimento de áreas de conexão ambiental com a ocorrência de significativos remanescentes florestais, áreas de diversificado uso da terra em consórcio com fragmentos florestais dispersos pela paisagem, bem como ações transformadoras como a fragmentação provocada pela rodovia MG - 457, que trunca a bacia no sentido norte-sul mediante ausência de passagens de fauna na forma de pontes, tuneis e outros modelos de travessia.

Por fim, os resultados obtidos podem subsidiar a proposição de corredores ecológicos contínuos e em mosaico na medida em congrega forma, dimensão e distância, atributos que permitem o reconhecimento das áreas dispersoras e transmissoras de fluxos gênicos pela paisagem.

5.4 CONECTIVIDADES FLORESTAIS PARA ALÉM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA

A interpretação das conectividades florestais relaciona-se com as atividades humanas que provocam modificações em distintos níveis. No caso da paisagem antroponatural, majoritária no espaço rural, tais transformações ainda preservavam componentes da paisagem original, quadro que também se verifica no entorno direto da BHRJ e que define os mosaicos formadores das paisagens montanhosas e amorreadas nas quais está inserida.

A interpretação também se baseia na alteração escalar, os mapeamentos em escala menor e em função do modelo e intensidade de uso da terra, tendem a apresentar um nível de fragmentação inferior em comparação com as interpretações em maior escala. Sendo notória a ampliação da fragmentação e redução das conectividades florestais e a importância de estudos em áreas menores olhando para suas externalidades, como defendido por Metzger (2001), sobretudo para as florestas atlânticas, reduzidas principalmente a pequenas manchas florestadas, sendo possível essa comparação escalar no decorrer deste estudo.

A (**figura 16**) detalha o problema da fragmentação florestal em parte da Zona da Mata mineira, Sul de Minas e região Sul Fluminense com a área de estudo em destaque,

corroborando com a necessidade de estudos em diversas áreas como soma de um todo integral.

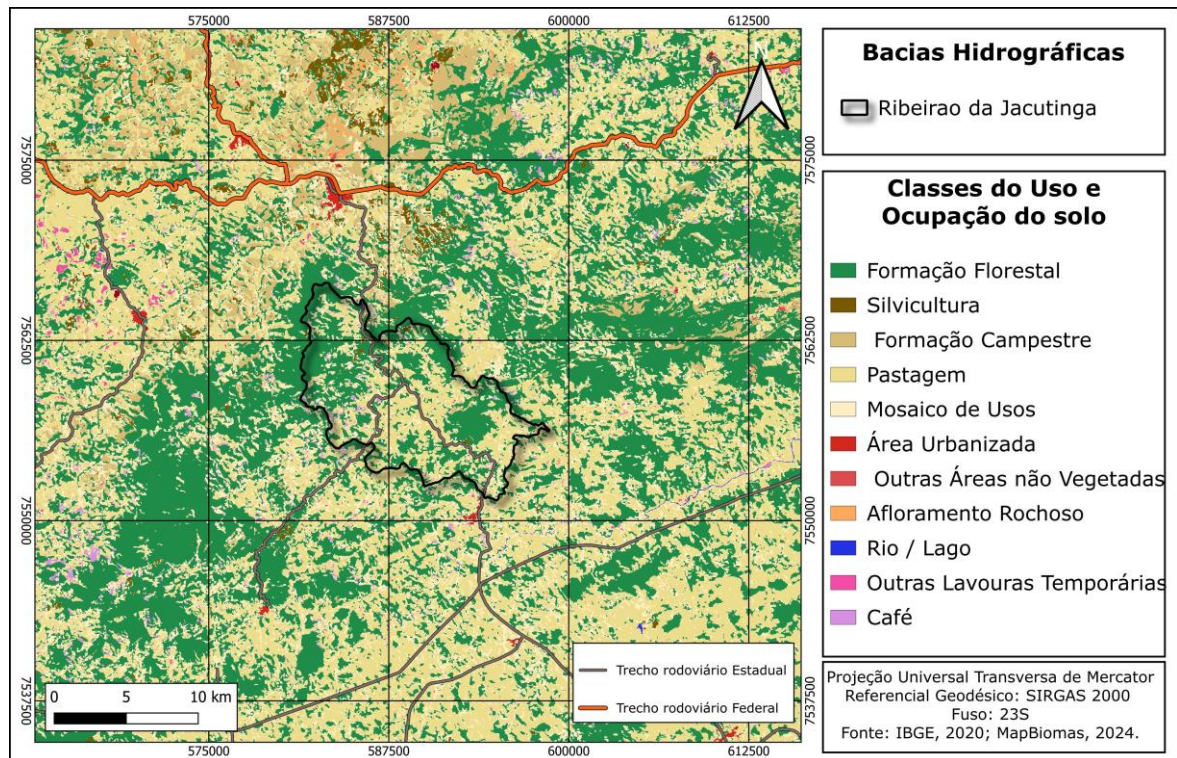


Figura 16. Fragmentação para além da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

Percebe-se as maiores conectividades e conexões na área da alta bacia, setor de relevo montanhoso em áreas de maior dificuldade de uso da terra, como destacado em setores anteriores deste estudo.

A espacialidade representada no mapa, preteritamente foi a região de ocorrência de ciclos econômicos causadores de diversos impactos ambientais, entre eles, o desflorestamento e, conseqüentemente, a fragmentação florestal. Com o encerramento do ciclo do café, atividade de destaque principalmente no Vale do Café na região Sul Fluminense, a pecuária leiteira ascendeu e se consolidou, sendo a principal atividade econômica nas áreas rurais da Zona da Mata, Sul de Minas e região Sul Fluminense.

A consolidação da pecuária leiteira engendrou uma configuração paisagística pautada fortemente no modelo matriz-corredor-fragmento da proposta de Primack e Rodrigues (2001), sendo evidente a pastagem enquanto matriz predominante.

O predomínio de pastagem obstaculiza a regeneração florestal devido a roçada anual, mantendo a condição fragmentária e baixo nível de conectividades florestais, resultando em maior dificuldade e menor dispersão de organismos bióticos pela paisagem. Não apenas a

conectividade florestal restrita dificulta a dispersão, queimadas frequentemente utilizadas de maneira irregular para a limpeza e renovação das pastagens e conflitos com animais domésticos e seres humanos, são obstáculos à dispersão natural.

A fragmentação florestal, correspondente ao nível em que a paisagem obstaculiza a dispersão de organismos bióticos pela paisagem (Taylor, 1993), marca, possivelmente, o maior problema ambiental das florestas atlântica, não se limitando a atividade agrícola, ocasionada também por estradas rurais e rodovias, responsáveis conforme Bager *et al.* (2016) pelo atropelamento anual de aproximadamente 475 milhões de vertebrados nas rodovias brasileiras.

Ainda assim, a presença de organizações geomorfológicas montanhosas (vide mapa geomorfológico) possibilita conectividades mais funcionais ao longo dos relevos escarpados, e que correspondem aos setores mais florestados da figura acima. Dominantes na alta bacia do ribeirão Jacutinga, os relevos montanhosos contrastam regionalmente em relação às morrarias convexas no que se refere às matrizes dominantes de uso da terra, figurando como as únicas áreas onde a matriz é florestal em função das restrições para o uso econômico da terra.

5.5 A RODOVIA MG - 457 ENQUANTO FRAGMENTADORA DA PAISAGEM

A MG - 457 conecta a Zona da Mata Mineira a Região Sul Fluminense, cruzando a BHRJ no sentido norte-sul, iniciando no município mineiro de Bom Jardim de Minas, MG e terminando em Santa Izabel do Rio Preto, distrito de Valença, RJ.

A Serra do Pacau, pertencente ao conjunto Serra da Mantiqueira, intercepta a rodovia na alta bacia, ocorrendo extensões significativas de vegetação em suas margens, principalmente entre os municípios de Bom Jardim de Minas e Santa Rita de Jacutinga, ambos em Minas Gerais, MG.

A **(figura 16)** em segmento anterior mostra a localização da MG - 457 e um quadro de fragmentação florestal amplo em extensões do Sul de Minas, Zona da Mata e região Sul Fluminense. O quadro de fragmentação não é ainda mais amplo devido ao Código Florestal de 1965, conjuntamente com outros fatores, como a dificuldade de manutenção do modo de vida rural e o consequente êxodo provocado, concentrado em centros urbanos médios próximos ao município de Santa Rita de Jacutinga, tais como Juiz de Fora (MG), Barra Mansa, Volta Redonda e Resende no estado do Rio de Janeiro.

De acordo com Forman e Alexander (1998) a maior ameaça à conservação biológica são as rodovias. Seus impactos não são iniciados nos atropelamentos, apresentando problemas

variados que determinam o maior deslocamento das espécies e resultando nos atropelamentos. Para as espécies, os impactos principais derivados das rodovias são a ruptura e perda de habitats, a mortalidade por atropelamento (Forman *et al.*, 2003) e a restrição do processo migratório quando a espécie não atravessa a rodovia (Nellemann *et al.*, 2001), além de perturbações provocadas pela iluminação noturna, poluição, ruídos e perturbação visual (Forman *et al.*, 2003). A **(figura 17)** mostra uma área de habitats fragmentados pela rodovia MG - 457.



Figura 17. Vegetação arbórea na margem direita da MG - 457 representando um pequeno fragmento remanescente

A imagem anterior testemunha a fragmentação florestal provocada pela rodovia MG - 457 na alta bacia em uma área de remanescentes florestais contínuos diretamente influenciados pela Serra do Pacau e abrigo de um conjunto expressivo de mamíferos. A título de exemplo, os primatas facilmente avistados na copa das árvores figuram como um dos táxons mais prejudicados pela interceptação rodoviária.

A fragmentação florestal na BHRJ produz inúmeros obstáculos de origem humana, entre eles a rodovia, e capazes de desfavorecer sobremaneira o deslocamento de mamíferos realizado demasiadamente pelo salto entre os fragmentos a partir da perspectiva matriz-corredor-fragmento. As populações de mamíferos em uma paisagem fragmentada podem ocupar seguidos fragmentos favoráveis que apresentam características de habitats e registrar dinâmicas distintas entre as inúmeras populações com base nas particularidades de cada população, no modelo de uso da terra e na estrutura horizontal da paisagem (Cerqueira *et al.* 2003). Ainda segundo Cerqueira *et al.* (2003), as características das espécies determinam a capacidade migratória, um exemplo é a jaguatirica (*Leopardus guttulus*, Hensel, 1872) que possui maior potencial de migração em uma paisagem fragmentada, em contraste ao miquê (gênero *Brachyteles*) que se desloca sobretudo em áreas de continuidade florestal e não costuma transpor hiatos de floresta.

Segundo Sobanski *et al.* (2016) a concepção das rodovias brasileiras leva em consideração prioritariamente os custos e prazos, resultando na ausência de passagens de fauna e atropelamentos frequentes, ocasionando milhões de atropelamentos anuais de vertebrados nas rodovias do Brasil. São um conjunto de fatores que causam atropelamentos de fauna silvestre e doméstica nas rodovias brasileiras, conforme Forman *et al.* (2003): a velocidade e o volume de tráfego estão entre as principais causas de atropelamentos de animais nas rodovias. A rodovia MG - 457 segue o padrão de idealização e execução das rodovias brasileiras, sendo ausentes as passagens de fauna e a sinalização alertando para o cuidado com a fauna, ocorrendo, certamente, a utilização de estruturas rodoviárias como passagens adaptadas, **(figura 18)**.



Figura 18. Ponte sobre o ribeirão Jacutinga

A utilização de estruturas concernentes a dinâmica de uso da rodovia não se restringe a migração sob pontes. Ocorre, ainda, em estruturas de captação de águas pluviais e passagens de gado, conforme a próxima imagem (**figura 19**).



Figura 19. Canal de primeira ordem canalizado abaixo da rodovia e drenado pelo ribeirão Jacutinga

O canal de primeira ordem canalizado abaixo da rodovia e exibido na imagem anterior, opera, certamente, como passagem de fauna usada por mamíferos de pequeno porte para atravessar a rodovia nessa área, uma maneira de adaptação e uso de estruturas não idealizadas para este fim, mas que podem ser repensadas e adaptadas para o uso da fauna.

5.6 OS GEOSISTEMAS E SUAS RELAÇÕES COM AS MÉTRICAS DA PAISAGEM

A Ecologia da paisagem e a Teoria dos Geossistemas possuem uma relação estreita e natureza bastante congênere. Ambas possuem como alicerce a Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1973), desvendando os processos naturais a partir das interações dos componentes da paisagem em estudo. O diálogo entre as duas vertentes oferece a possibilidade de apreensão integral das interações naturais entre os componentes do sistema, contemplando, ainda, as alterações provocadas pelas ações humanas.

O sistema paisagem é formado por componentes interativos e responsáveis pela formação e evolução natural, o solo, o relevo, a vegetação e o clima constituem os meios de maior conjugação de matéria e energia, considerado por Tricart (1977) como processo dinâmico, influenciando o autor a estabelecer a abordagem ecodinâmica na interpretação estabelecida em unidades paisagísticas.

Enquanto uma ciência pautada em várias disciplinas, sua função para o planejamento, uso e conservação da paisagem, tornam a mesma essencial na interpretação de problemas e proposição de soluções. Naveh e Liberman (1994) consideram a ecologia da paisagem o alicerce fundamental da conservação da paisagem, ciência de importância ampliada na contemporaneidade em que a natureza representa apenas uma fonte de recursos e produção de riquezas. Para os autores, a ecologia da paisagem é uma ciência de múltiplas bases e atuante no entendimento da sociedade humana e seu espaço de vida, seja ele natural ou transformado. A natureza geográfica inserida na ecologia da paisagem estabeleceu o aspecto espacial na abordagem, unindo segmentos ecológicos e geográficos na interpretação da paisagem, considerando a paisagem em sua mobilidade dinâmica, dotada de evoluções constantes que reverberam sobre o todo, mesmo ocorrendo em apenas uma única unidade paisagística.

O nível atual de transformação da natureza pela sociedade, torna imprescindível a inclusão da sociedade nos debates de ecologia da paisagem, a desconsideração da sociedade e suas ações se tornou ainda mais impraticável, segundo Siqueira *et al.* (2013). Esse viés humano possui raízes na Geografia Humana e Sociologia, sendo a sociedade o centro de dispersão de degradação, os comportamentos sociais estimulados e o modelo econômico associado a grandes corporações operando, inclusive, na política, a integralidade da abordagem apresenta centralidade na resolução de problemas ambientais.

A paisagem enquanto aderente às particularidades da região de inserção e composta por um sistema físico de elementos interativos e que podem ser alterados pela sociedade (Oliveira-Costa, 2022), fornece obstáculos ou potencialidades de uso, fundamentados em distintas interpretações a depender do relevo, solo, tipo de vegetação, altitude, modelo de uso e ocupação da terra e demais componentes participantes. Características da estrutura, a espacialidade e a dinâmica funcional conectados ao âmbito biológico e geográfico se complementam na interpretação da paisagem (Rodriguez, 2017) pela perspectiva da ecologia da paisagem fundada no estudo de áreas heterogêneas fornadas por ecossistemas em associação (Forman e Godron, 1986).

O padrão sistêmico de abordagem na Geografia, foi fundado na necessidade de compreensão do complexo ambiental, interpretando a relação dos componentes naturais e

humanos (Vicente; Perez Filho, 2003), o complexo ambiental se materializa por meio da paisagem em interpretação.

Para Christofolletti (1999), Sochava ao inserir o conceito de geossistema na Geografia da URSS, procurou integralizar os aspectos naturais em uma abordagem integral pautada na interação entre todos os elementos naturais e humanos.

Neste estudo, a introdução do conceito de geossistema, objetivou alicerçar e integralizar a interpretação paisagística, ampliando a avaliação dos componentes abióticos que formam os alicerces das florestas atlânticas inseridas no âmbito da BHRJ. Segundo Sochava (1977):

O conceito de ecossistema é biológico. Geossistemas abrangem complexos biológicos, possuem uma organização de sistemas mais complicada e, em comparação com os ecossistemas, têm capacidade vertical consideravelmente mais ampla. Geossistemas são policentricos, sendo-lhes peculiares alguns componentes críticos, um dos quais é, geralmente, representado pela biota. De qualquer modo, mesmo nos casos em que este ou aquele ecossistema coincide, espacialmente, com o seu geossistema adequado, as abordagens de um geógrafo e de um ecologista são diferentes: para o geógrafo, é universal; para o ecologista, especializado (Sochava, 1977, p. 17).

Percebe-se a importância da integração entre a Ecologia da Paisagem e a Teoria dos Geossistemas como forma de conjugar as interpretações ecológicas específicas com as enfocadas no âmbito espacial considerando os componentes bióticos, abióticos e humanos.

Os componentes bióticos integrantes da paisagem da BHRJ sobrepõem-se aos geossistemas, auxiliando na interpretação, identificação e mapeamento dos mesmos, ainda, suas alterações naturais ou por práticas humanas reverberam sobre os geossistemas modificando o estado dessas espacialidades. Tais modificações introduzem alterações na paisagem de maneira abrangente, produzindo e/ou alterando seus componentes, enquanto sistemas abertos, sobretudo em uma área de significativas interações de matéria e energia, como é o caso da BHRJ, área de constantes precipitações orogênicas, essas alterações demandam avaliações periódicas e a conservação dos componentes bióticos e abióticos de maneira ampla.

Considerando a dificuldade de controle cíclicos dos componentes paisagísticos da BHRJ, assim como da paisagem brasileira como um todo, modelos de intervenções pautados na melhoria dos sistemas paisagísticos são fundamentais no estabelecimento de proteção de seus atributos bióticos e abióticos. A ampliação das conectividades florestais a partir das métricas da paisagem é um caminho objetivamente viável.

Enquanto sistemas abertos, os geossistemas operam em condições ininterruptas de ingresso de matéria e energia, principalmente energia solar e umidade, necessárias na conservação da ordem geossistêmica a partir da neguentropia, processo de organização funcional que obstaculiza a degradação do sistema (Rodriguez; Silva, 2019). O funcionamento correto dos geossistemas depende, acima de tudo, de práticas preservacionistas em áreas de relevante interesse ambiental, bem como práticas conservacionistas nas áreas de uso humano, associação que pode ser obtida a partir da ampliação das conectividades florestais e seus efeitos positivos sobre a paisagem.

Sochava (1977) considera os geossistemas como formações ou espacialidade naturais em diferentes níveis de atuação, destacando que os fatores econômicos devem ser considerados nos estudos sobre os geossistemas, sem que esses fatores sejam apontados como partes integrantes dos geossistemas, mas responsáveis por modificações em suas estruturas.

Na BHRJ, a pecuária leiteira representa a maior ação humana sobre os geossistemas, compondo uma matriz abrangente na paisagem antroponatural em todos os setores da bacia e em diferentes níveis de atuação geossistêmica de acordo com a topografia, ocorrendo elevadas altitudes na Serra do Pacau e diminuição altimétrica na média - baixa bacia.

A **(figura 20)** demonstra a organização do geossistema na perspectiva de Sochava (1977).

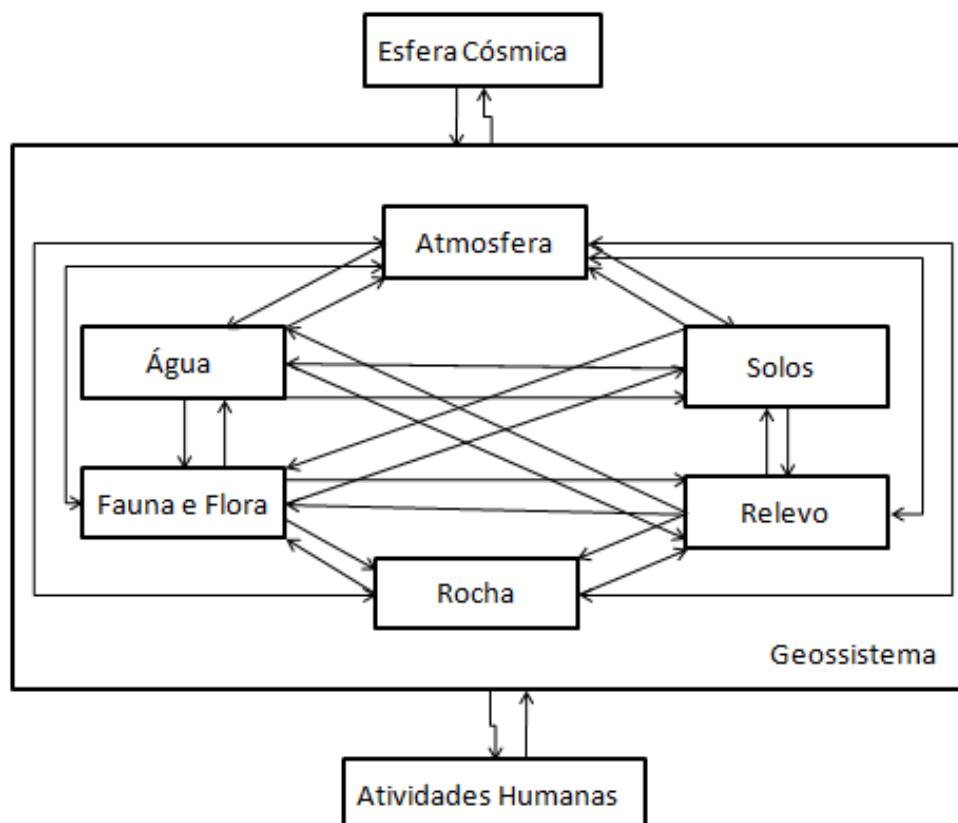


Figura 20. Componentes do geossistema em interação. Fonte: Sochava (1977)

A Teoria dos Geossistemas subsidia a interpretação da paisagem baseada em quatro perspectivas conectadas que em conjunto formam a concepção integral na avaliação paisagística, de acordo com Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2010): a genético-estrutural, dinâmico-funcional, evolutiva e antropogênica.

O enfoque estrutural intenciona o entendimento dos componentes da paisagem na formação integral da mesma e como se processa a organização estrutural do sistema, representada pelos componentes do sistema em interação. A perspectiva funcional objetiva a compreensão das relações funcionais dos componentes do sistema, atuando os componentes em funções específicas e de formas distintas. O estudo evolutivo-dinâmico elucida as regras e organizações do desenvolvimento do território. Essa avaliação observa as variantes que ocorrem no âmbito das invariantes, atributos do sistema que se mantêm inalterados mesmo em um processo de mudança sistêmica, não alterando o sistema qualitativamente. A interpretação pelo viés histórico-antropogênico busca compreender as transformações da paisagem de ordem humana (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2010).

Na interpretação da paisagem da BHRJ a abordagem histórico-antropogênica possibilitou a compreensão da atividade mais lesiva e transformadora da paisagem, marcadamente a pecuária leiteira, ocorrendo intensamente na média - baixa bacia, sobrepondo pastagem em áreas precedentemente compostas pela consorciação de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, resultando no denominado geossistema de controle constante, tipologia geossistêmica que registra marcas humanas na forma de queimadas, movimento de massa e outras formas de transformação e controle.

Este estudo fundamentou-se na abordagem geossistêmica russo-soviética de Sochava (1971, 1977, 1978, 1978a), dada a sua generalização escalar. Além disso, apoia-se em trabalhos precedentes de autores como Marques Neto e Cavalcanti, fundamentais para o avanço das interpretações geossistêmicas no Brasil sob essa mesma perspectiva.

A generalização escalar, conforme Marques Neto (2020) e Cavalcanti (2013) exprime uma grande diferença entre a proposta russo-soviética e a francesa elaborada, evidenciando uma escala definida vinculada a concepção francesa e genérica no âmbito da URSS.

A generalização escalar permite uma abordagem partindo das menores espacialidades até extensas áreas da superfície terrestre. Os tipos de meio natural expressam as maiores grandezas e as fácies, por sua vez (**figura 21**) figuram como a menor unidade do geossistema.



Figura 21. Afloramento rochoso correspondendo a uma fácies físico-geográfica

O afloramento em questão contém vegetação herbácea de caráter rupícola formando a unidade taxonômica elementar entre vegetação arbustiva e pastagem, exibindo significativa diferença de fitofisionomia e adentrando ao grupo de fácies composta por morros e morrotes mamelonizados com floresta estacional decidual montana sobre solos maduros a mesomaduros sob influência de mosaicos de agricultura e pastagem.

Seguindo a natureza deste estudo pautada na proposição de conectividades florestais, o mapeamento dos geossistemas das classes para os grupos de fácies corresponde as maiores espacialidades com vínculo direto ao aumento das conectividades florestais, como destacado na **(figura 22)**. Subsequentemente, a **(figura 23)** representa a legenda do mapa em apreço.

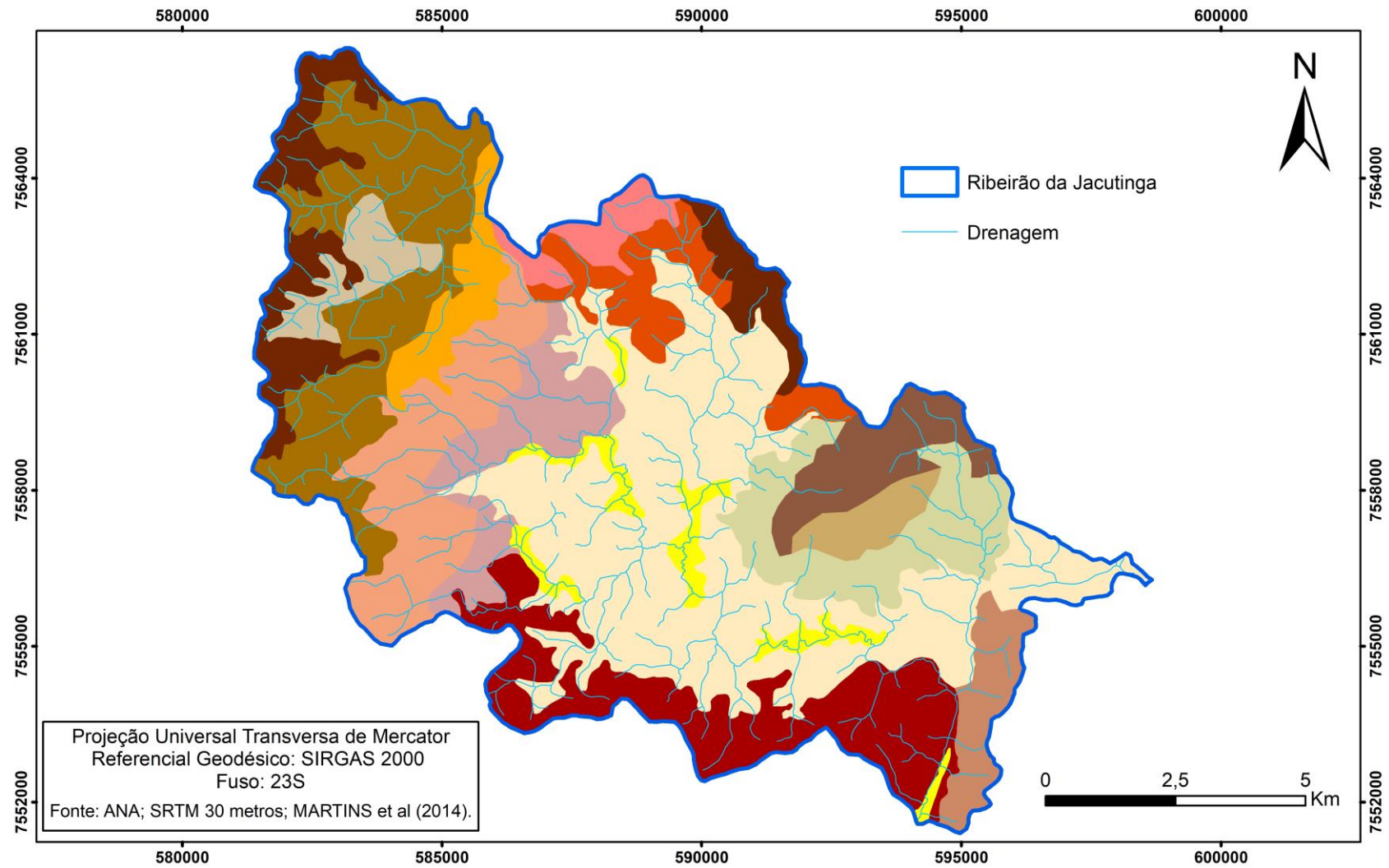


Figura 22. Geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

Classe de Fácies: Cristas alongadas festonadas e dissecadas florestadas

Grupos de Fácies	
	Cristas alongadas festonadas com contato de floresta estacional e floresta ombrófila mista sobre solos imaturos a mesomaduros sob influência de sivilicultura e mosaico de agricultura e pastagem
	Cristas alongadas festonadas com floresta estacional decidual montana sobre solos imaturos a mesomaduros sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem
	Cristas dissecadas em patamares escalonados com floresta estacional decidual montana sobre solos imaturos a mesomaduros sob influência mosaico de agricultura e pastagem
	Cristas dissecadas em patamares escalonados com contato de floresta estacional e floresta ombrófila mista sobre solos imaturos a mesomaduros sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem

Classe de Fácies: Cristas alongadas festonadas e dissecadas, morros e morrotes altimontanos florestados

Grupos de Fácies	
	Cristas alongadas festonadas com contato de floresta estacional e floresta ombrófila mista sobre solos imaturos a mesomaduros
	Cristas dissecadas em patamares escalonados com contato de floresta estacional e floresta ombrófila mista sobre solos imaturos a mesomaduros
	Morros e morrotes altimontanos com contato de floresta estacional e floresta ombrófila mista sobre solos maduros a mesomaduros

Classe de Fácies: Morros e morrotes altimontanos florestados sob influência antrópica

Grupos de Fácies	
	Morros e morrotes altimontanos com contato de floresta estacional e floresta ombrófila mista sobre solos maduros a mesomaduros sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem
	Morros e morrotes altimontanos com contato de floresta estacional e floresta ombrófila mista sobre solos maduros a mesomaduros sob influência de sivilicultura e mosaico de agricultura e pastagem

Classe de Fácies: Espigão rebaixado, patamares reafeiçoados e morros alinhados profundamente dissecados florestados sob influência antrópica

Grupos de Fácies	
	Morros alinhados profundamente dissecados com floresta estacional decidual montana sobre solos maduros a mesomaduros sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem
	Patamares reafeiçoados em bloco falhado com floresta estacional decidual montana sobre solos maduros a mesomaduros sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem
	Patamares reafeiçoados em bloco falhado com floresta ombrófila densa montana sobre solos maduros a mesomaduros sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem
	Espigão rebaixado reafeiçoado com floresta estacional decidual montana sobre solos maduros a mesomaduros sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem

Classe de Fácies: Planícies aluvio-coluvionares, morro e morrotes mamelonizados florestados sob influência antrópica

Grupos de Fácies	
	Morros e morrotes mamelonizados com floresta estacional decidual montana sobre solos maduros a mesomaduros sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem
	Planícies aluvio-coluvionares com floresta estacional decidual montana sobre solos hidromórficos e imaturos sob forte influência de mosaico de agricultura e pastagem

Figura 23. Legenda do mapa de geossistemas da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga

Foram interpretados, classificados e cartografados dezesseis grupos de fácies, por sua vez agrupados em quatro classe de fácies. Trata-se, portanto, de um mapeamento de tipologias geossistêmicas estabelecido na fileira dos geômeros. Considerando as dimensões da bacia, as variações faciológicas são significativas, o que indica uma paisagem mosaicada,

relativamente heterogênea poliestruturalmente organizada, o que favorece a existência de corredores em mosaicos, bem como o estabelecimento de novas perspectivas de conectividade.

Somente uma classe de fácies não está sob influência direta das ações humanas (*cristas alongadas festonadas e dissecadas, morros e morrotes altimontanos florestados*) na forma de estruturas montanhosas e seus remanescentes florestais, exibindo as principais conexões florestais perpassando a bacia, resguardando a principal ilha de habitat da área de estudo podendo compor o arranjo da ampliação das conectividades.

Os grupos de fácies restantes são caracterizados por atributos geomorfológicos organizados na forma de morrarias policonvexas e planícies fluviais em variados graus de antropização. Registrando as pastagens como matriz principal com a ocorrência de inúmeros fragmentos em diversos graus de sucessão ecológica que podem ser utilizados na idealização e aplicação de corredores visando a ampliação das conectividades florestais com auxílio da ecologia da paisagem por meio de suas métricas.

CAPÍTULO 6

*Modalidades de área de
preservação permanente
presentes na bacia hidrográfica
do ribeirão Jacutinga com base
na Lei 12. 651 e resolução
CONAMA (303)*

6.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (LEI 12. 651, o novo Código Florestal)

A BHRJ está inserida em dois tipos genéticos de relevo (denudacionais e agradacionais), congregados em significativas diferenças topográficas e revelando APP's distintas em diálogo estreito com os modelados anteriormente mencionados.

As áreas de APP são definidas, segundo a Lei 12.651 (CF, 2012), como:

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental essencial de preservar recursos hídricos, paisagem, estabilidade geológica, biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar humano (CF, 2012,).

A definição de APP confirma a necessidade da abordagem pelo viés sistêmico, conjugando a Ecologia da Paisagem e a Teoria dos Geossistemas na proposição de ações voltadas para conservação e/ou preservação das paisagens, essencialmente as paisagens de exceção formadas por geoformas de altitude que resguardam endemismos.

Este estudo definiu e mapeou APP's segundo as modalidades presentes na bacia (topo de morro, vertentes e margens de cursos d'água), capazes, se resguardadas, de promover a proteção da paisagem a partir da configuração florestal contínua ou por meio da ampliação das conectividades florestais.

A **(figura 24)** apresenta as APP's de topo de morro da BHRJ.

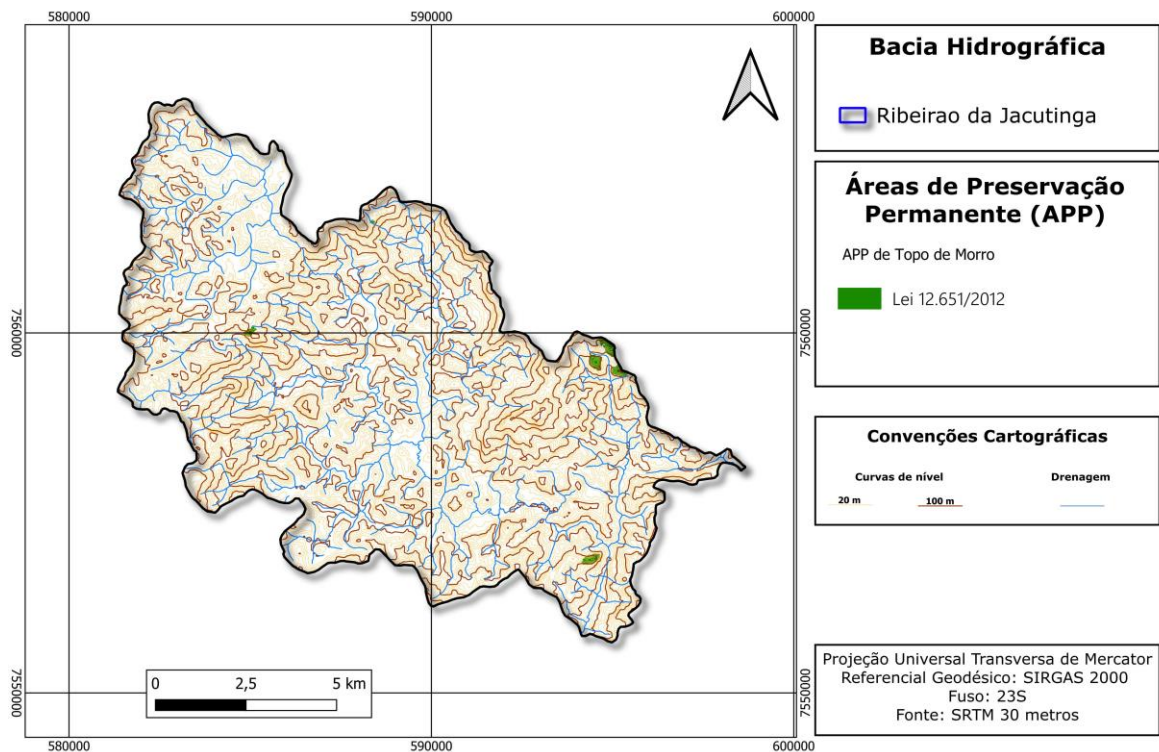


Figura 24. Áreas de preservação permanente de topo com base na Lei 12. 651

As novas dimensões impostas pelo NCF (2012) tornaram a proteção dessas áreas de relevante interesse ambiental um grande desafio, legalizando o uso econômico nos topos de morros, desconsiderando suas dinâmicas estrutural e ecológica, como a recarga de aquíferos e a proteção de flora e fauna.

A BHRJ congrega em seu relevo uma tipicidade variada de geoformas, entre elas, as duas categorias objeto deste estudo vinculadas às APP's de topo de morro, especificamente: *morros e morrotes altimontanos*, *morrotes alinhados profundamente dissecados* e *morros e morrotes mamelonizados* (Martins *et al.*, 2014).

A aplicação dos critérios atuais de identificação e delimitação de APP's de topo de morro definiu a quase integral ausência dessa tipologia na área de estudo, conforme apresentado na figura anterior. O mapa registra apenas cinco ocorrências na parte leste, oeste e sudeste.

O declínio protetivo emanado das novas práticas legais de delimitação das áreas de APP repercutiu principalmente sobre a modalidade topo de morro, abandonando quase que integralmente a proteção legal sobre essa tipologia de APP, desconsiderando sobremaneira a importância dessas áreas de relevante interesse ambiental.

A modalidade APP de vertente, conectada a dinâmica dos topos nos divisores de águas e distribuição do escoamento, influenciando, ainda, nos terrenos de menores altimetrias, compostos pelas planícies de inundação, não sofreram modificações significativas com a idealização e consolidação do NCF (2012), como destaca as **(figuras 25 e 26)**.

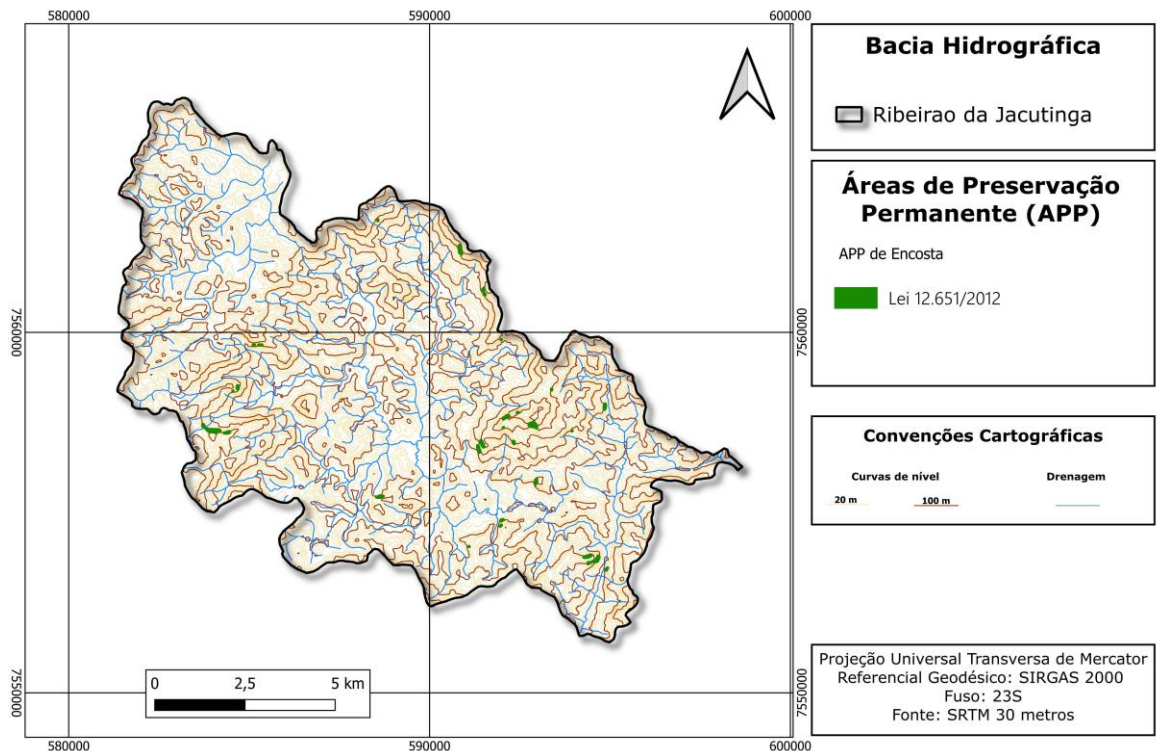


Figura 25. Áreas de preservação permanente de encosta com base na Lei 12. 651

A BHRJ exibe algumas poucas manchas de APP de encosta iniciadas a partir da média bacia e alcançando a baixa bacia em poucas manchas consideravelmente afastadas. As APP's se concentram no setor nordeste em uma área de relevo mamelonizado (Ab`Sáber, 2003) em formato de meia laranja e maior altimetria registrada na bacia, alcançando 1. 500 metros, ocupada demasiadamente por pastagem para a pecuária leiteira e culturas periódicas ocorrendo em pequenos talhões (milho, cana-de-açúcar e capim).

A proteção sobre as áreas de APP de cursos d`água, apesar de não ter sido praticamente eliminada, como ocorreu com as APP's de topo de morro, sofreram relevante retrocesso protetivo ao desconsiderar, a partir do NCF (2012), as planícies de inundação, permitindo o uso legal de extensa área de relevante interesse ambiental, como exposto na **(figura 26)**.

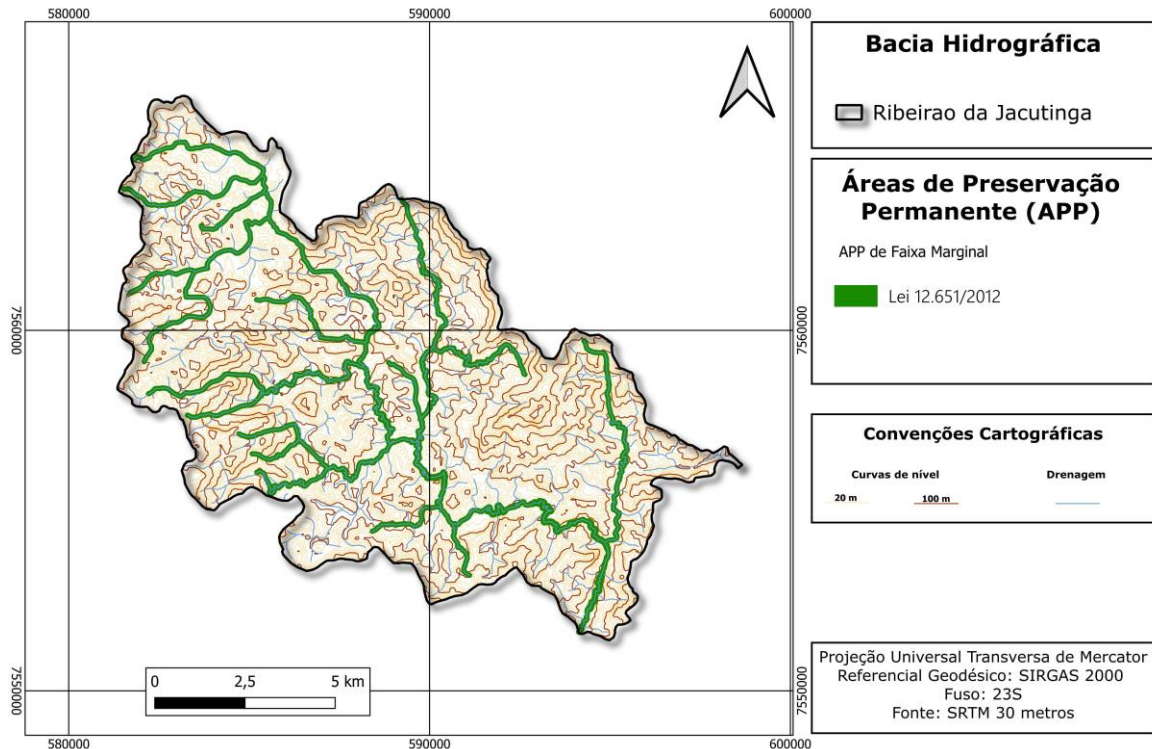


Figura 26. Áreas de preservação permanente de margens com base na Lei 12. 651

As áreas de APP registradas em verde na figura acima, apresentam cobertura florestal apenas na alta bacia em vínculo com as maiores altitudes e formas de relevo potencialmente inapropriadas ao uso da terra. Na baixa-média bacia a composição vegetacional ocorre majoritariamente em grandes extensões constituídas de pastagem.

Metzger (2001) em estudo sobre as áreas de APP de margem do rio Jacaré Pepira, no estado de São Paulo, associando sua largura à diversidade florística, indica que para a maior ocorrência de diversidade, são necessários pelo menos 100 metros de APP de margem, estudo que foi realizado com base nas regras de identificação e delimitação da Resolução CONAMA (303). Apresentando, assim, um valor superior a cem metros ao considerar as planícies de inundação e as áreas submontanas vinculadas as cheias mais volumosas.

Essas áreas de relevante interesse ambiental possuem funções essenciais na formação de corredores de dispersão de fauna, promovendo o fluxo gênico, manutenção e/ou ampliação da diversidade florística, além de protegerem os recursos hídricos obstruindo a matéria resultante dos processos químicos e mecânicos do solo e materiais de origem humana.

6. 2 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (RESOLUÇÃO CONAMA 303)

A resolução CONAMA (303) estabelecia maior restrição ao uso da terra e maior caráter protetivo às APP's de topo, como é observável na **(figura 27)**.

Os topos em associação com as normas anteriores se concentram na alta e baixa bacia, agrupando inúmeras manchas próximas, conformação que se consolidada dilataria corredores desconectados (configurados em mosaicos) no sentido sul-norte nas duas áreas de concentração, promovendo corredores dispersivos para além dos limites da BHRJ.

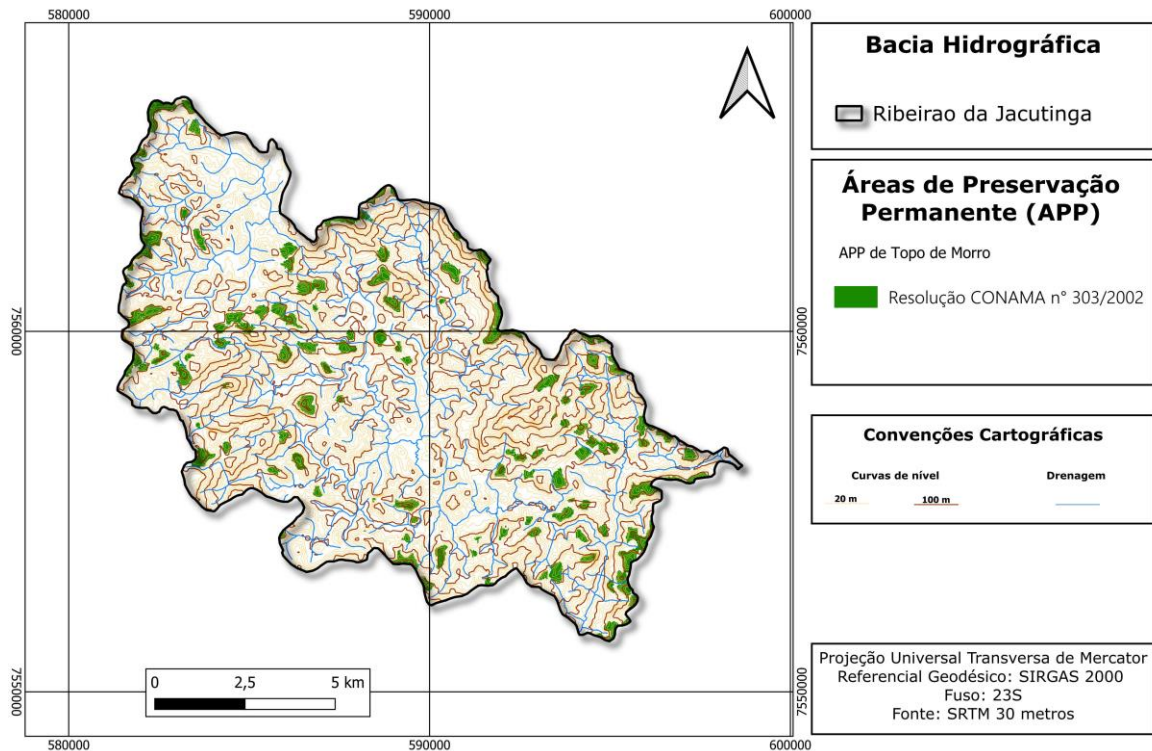


Figura 27. Áreas de preservação permanente com base na Resolução CONAMA (303)

Apesar de haver uma dilatação ampla entre teoria legal e prática das normas, verificando-se o uso dessas áreas em períodos preteridos, antes mesmo da consolidação do Código Florestal (1965), regulador em associação com a Resolução (303) das intervenções humanas na superfície geográfica brasileira, em áreas restritivas, a teoria legal conferia receio na ocupação e uso ilegal dessas extensões, determinando, em alguma medida, maior proteção.

Retrocesso não estendido as APP's de encosta, **(figura 28)**. Os mapeamentos elaborados nas regras dos respectivos documentos reguladores apresentaram uma configuração praticamente idêntica, indicando um quantitativo superior de APP's de encosta devido as poucas manchas presentes no setor sudoeste.

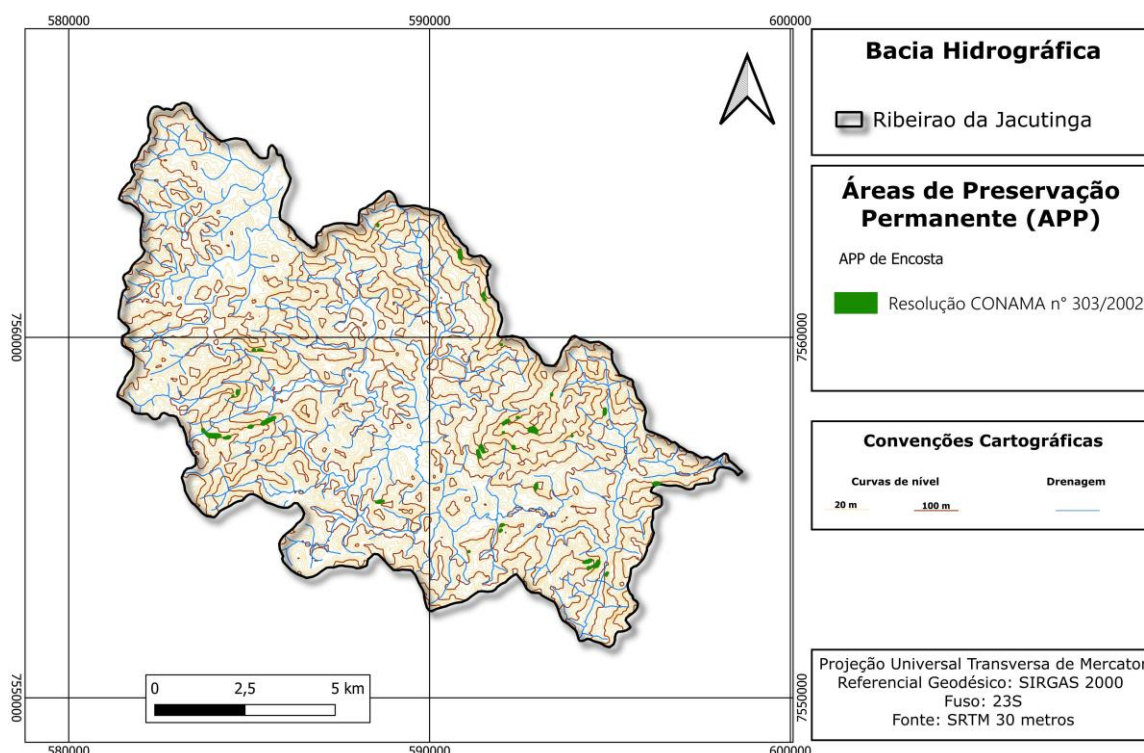


Figura 28. Áreas de preservação permanente de encosta com base na Resolução CONAMA (303)

Na BHRJ, a ínfima diferença entre os dois mapeamentos, mostra que esta modalidade não sofreu grandes modificações em sua identificação e delimitação. Provavelmente, por se tratar de terrenos declivosos compostos por solos imaturos, a dificuldade imposta ao uso econômico dessas áreas, foi o motivo do desinteresse político, mantendo a dinâmica legal anterior.

As APP's de cursos d'água são outra modalidade de vultuosa alteração com o estabelecimento do NCF (2012), perdendo grandes extensões em sua espacialidade, a (**figura 29**) exhibe as áreas de APP de margens de cursos d'água na BHRJ em aderência a Resolução CONAMA (303).

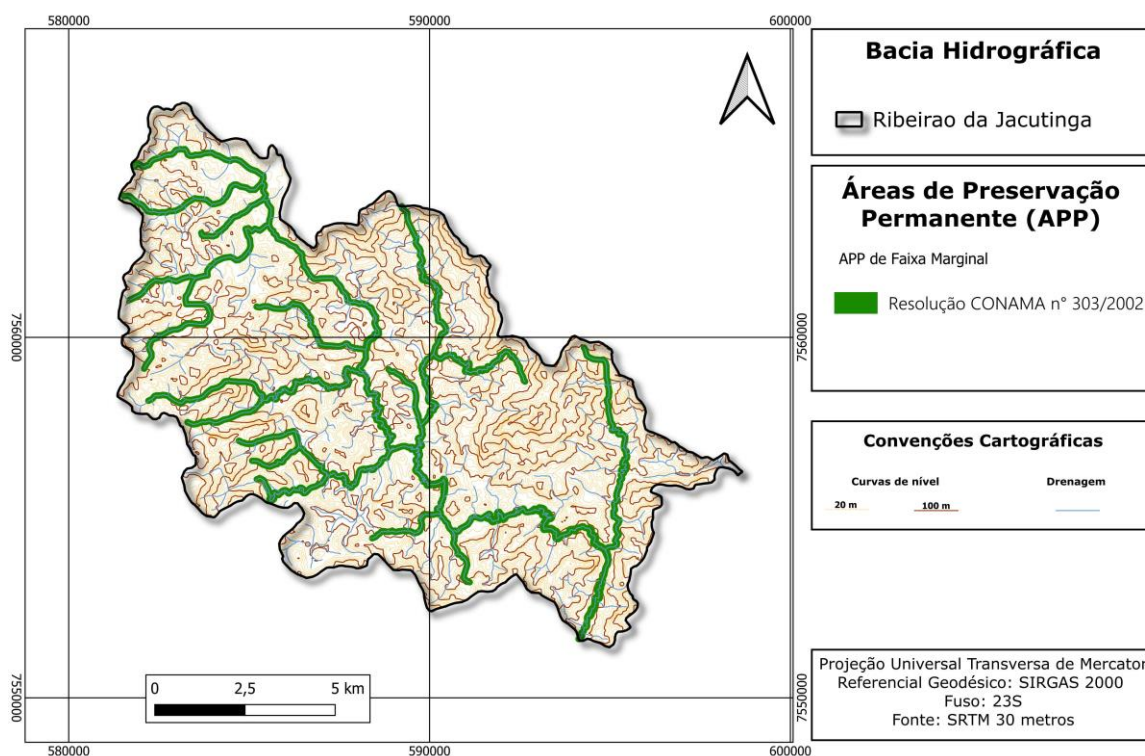


Figura 29. Áreas de preservação permanente de margens com base na Resolução CONAMA (303)

Percebe-se que as APP's de margens fluviais foram idealizadas na Resolução CONAMA (303) levando em consideração as cheias, aumentando a largura desses corredores, apresentados em estimativa no mapa devido a inviabilidade de inúmeros trabalhos de campo e ausência de dados sobre cheias na BHRJ.

A aplicação da configuração exposta no mapa dilataria corredores de mais de cem metros conectados, facilitando o fluxo gênico a partir da maior dispersão de espécies pela paisagem, além de resguardar e aumentar a capacidade dos serviços ecossistêmicos, essenciais, entre outras funções, para a própria agricultura praticada na área.

6.3 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA

Os mapas de uso e ocupação da terra e os mapas de APP's exibidos em seções anteriores revelam uma configuração de uso quase integral das áreas de APP na média-bacia. Nas frações intermontanas a pastagem representa a vegetação matriz em consórcio com as culturas periódicas precedentemente citadas, tal fato relaciona-se com as formas de relevo presentes na área, potenciais no uso da terra devido a forma, suave declividade e altimetria.

As áreas de APP concernentes à alta bacia estão quase inteiramente preservadas devido, justamente, à influência direta da Serra do Pacau, englobando as maiores altimetrias da bacia em terrenos de difícil acesso e inviáveis para o uso econômico, relevando que a própria geomorfologia opera como obstáculo nos modelados de altitude.

As **(figuras 30 e 31)** exibem estados distintos de APP's de cursos d'água sob pressão da pecuária.



Figura 30. Início da média bacia em queda d'água do ribeirão Jacutinga, com presença de APP florestada

Área de APP de margem preservada iniciando a média bacia do ribeirão Jacutinga, exibindo vegetação arbórea nas duas margens com uma pequena área desflorestada, aparentemente vinculada a cicatriz de movimento de massa. Em área plana, a pecuária leiteira ocorre em conexão com o fragmento florestal e uma espacialidade estreita com vegetação destoando da matriz, representando uma das inúmeras áreas unidas localizadas a sudoeste da bacia.

Nessa área da BHRJ, como destacado anteriormente, o quantitativo de áreas úmidas marca a paisagem e vínculo, provável, com a topografia, exprimindo uma área de recebimento de escoamento proveniente das áreas mais elevadas correspondentes a Serra do Pacau.

O efeito de borda sobre o fragmento florestal mostrado na figura 30 não se limita a pecuária, destaca-se, ainda, a rodovia MG - 457 dividindo o fragmento com movimento significativo de veículos em segmento que conecta a Zona da Mata mineira ao Sul do estado do Rio de Janeiro.



Figura 31. Área de APP quase totalmente desflorestada

O desmatamento representa a configuração predominante na média-baixa bacia, situação provocada pela ausência de efetividade do NCF (2012) em associação ao potencial de uso econômico da área, consorciando pastagem, culturas periódicas e copiosos fragmentos degradados devido a diminuta área, com efeitos de borda vinculados sobremaneira ao uso da terra.

6.4 PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DAS CONECTIVIDADES FLORESTAIS

A proposta de ampliação das conectividades florestais é alicerçada na configuração dos mosaicos existentes, apresentados e discutidos pela abordagem geossistêmica e pelas relações estruturais entre matriz e fragmento concernentes à ecologia da paisagem. Acessoriamente, a

proposta também se pautou nas modalidades de APP de topo de morro e margens de cursos d'água, levando em consideração a manutenção da configuração que envolve as APP's de encosta.

Intencionando a idealização de uma ação prática e objetiva, esta proposta, se pauta na resolução CONAMA (303), em situação de desuso legal, mas ainda existente e sendo possível, inclusive, legalmente, sua evocação em casos particulares em comum acordo com as partes envolvidas.

A identificação e mapeamento das APP's de topo com base nas regras vinculadas a resolução CONAMA (303) exhibe um quantitativo de áreas de APP, sobremaneira, superior às determinações da legislação atual. Os setores da alta e baixa bacia apresentam os maiores quantitativos de APP's de topo devido sua configuração altimétrica, declividade e forma do relevo.

O processo de regeneração natural das manchas de APP's exibidas no mapeamento associado a resolução CONAMA (303) conferiria a ampliação das conectividades florestais nas duas áreas de concentração no sentido sul-norte, aumentando os deslocamentos de fauna, principalmente de grandes mamíferos, além do aumento do banco de sementes e disseminação de pólen.

A percepção da paisagem de cada espécie e as características das mesmas inserem-se no processo de maior deslocamento pela paisagem no âmbito da conectividade estrutural, permitindo a afirmação de que grupos da fauna aérea, como insetos, aves e morcegos seriam beneficiados pelo aumento da vegetação e, por conseguinte, habitats.

Percolação da paisagem: mancha atravessado a paisagem de ponta a ponta, conformação não ocorrente na área de estudo e que pode ser obtida com a aplicação desta proposta. Considerando que cada espécie possui uma média de deslocamento, quanto maior a proximidade entre os fragmentos, maior a possibilidade de resultados favoráveis.

A área central da BHRJ em conformação intensa de pastagem e influência de ações humanas e ausência de significativas áreas de APP de topo, consequência de sua morfologia, exhibe significativas extensões de APP's de margens de cursos d'água ocupadas em grande medida por pastagem.

O estabelecimento de extensões florestadas nas margens formando corredores de ligação com as áreas de concentração de APP's de topo, aumentaria as conectividades florestais na BHRJ sem comprometer amplamente as atividades já instaladas, inclusive, salvaguardadas por legislação estadual, Lei (13. 309), inserindo o princípio de uso pretérito e anistiando as ocupações e usos consolidados até julho de 2002.

A aplicação desta proposta beneficiaria com a formação de corredores florestados na média-baixa bacia sobre as margens correspondentes as áreas de APP's hídricas associadas a classe de geossistemas (*Planícies aluvio-coluvionares, morros e morrotes mamelonizados florestados sob influência antrópica*). De acordo com a abordagem de Chorley (1971), classe em controle constante, sob influência humana na forma de pastagem, práticas de revolvimento do solo para replantio de braquiário (*Brachiaria brizantha*) e formação de talhões para culturas periódicas.

A **(figura 32)** representa as propostas de conectividade, estabelecida a partir dos mosaicos existentes.

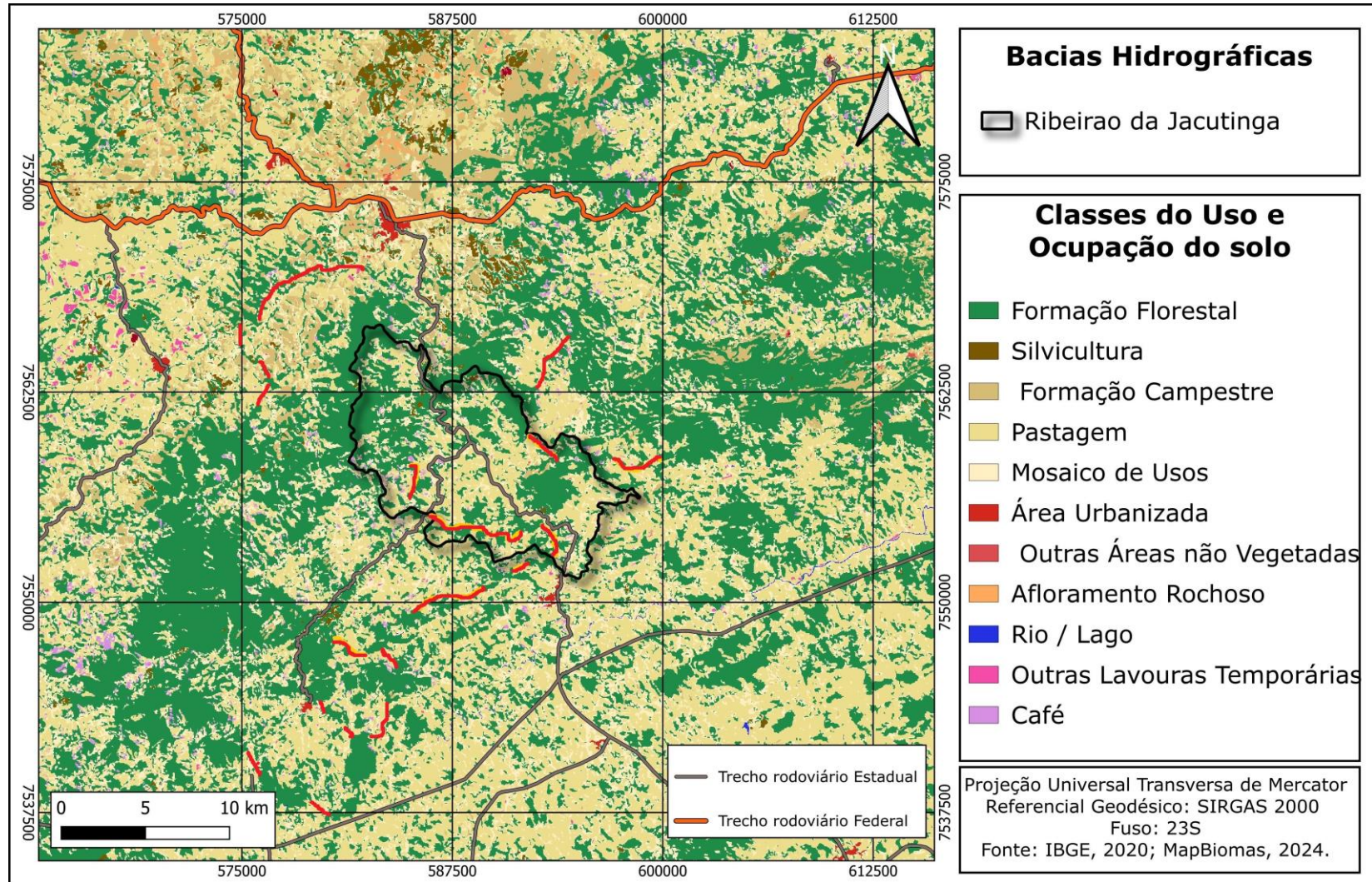


Figura 32. Proposta de ampliação das conectividades na bacia do ribeirão Jacutinga (traçado em vermelho)

Procurou-se estabelecer um circuito parcialmente conectado pelas porções internas e externas da bacia, considerando a configuração geral dos mosaicos, o tamanho e a distância dos fragmentos entre si, bem como as áreas de preservação permanente.

Indubitavelmente, os maiores desafios residem na parte média e baixa da bacia, onde a matriz é dada por pastagens, da maneira que fica latente pela análise do uso da terra. A configuração geossistêmica mostra que a matriz em questão é dominante nos terrenos intermontanos de relevo emoldurado predominantemente em morros. Os solos mais bem desenvolvidos e os declives menos pronunciados sugerem um potencial ecológico adequado para a implantação de corredores, seja por plantio ou por regeneração natural.

Na alta bacia, setor de relevo montanhoso, a matriz é predominantemente florestal e os corredores se apresentam em maior continuidade, sendo as perspectivas de conectividade mais contundentes. Por outro lado, dominam solos imaturos, como Neossolo Litólico e Cambissolos, associados a relevo mais declivoso e provido de maior energia para a deflagração de processos gravitacionais, figurando como geossistemas potencialmente mais reativos em casos de supressão da cobertura florestal.

Em ambos os setores, destaca-se novamente o papel da rodovia como principal elemento obstaculizador, que distintamente impede o fechamento do circuito proposto. Para tanto, é imprescindível o estímulo da conexão por pontes subterrâneas e suspensas, prática que poderia ser mais universalizada nos domínios florestais tropicais atlânticos, dado seu quadro avançado de fragmentação florestal.

CAPÍTULO 7

Análise amostral dos fragmentos

São diversas as pressões voltadas aos remanescentes florestais na bacia do ribeirão Jacutinga, entre as quais a queimada é bastante recorrente (**figura 33**).



Figura. 33 Área de queimada na alta bacia do ribeirão Jacutinga

A área em questão provavelmente foi queimada em período de seca, propício à limpeza de pastagem, registrando cicatrizes na vegetação após, aproximadamente, seis meses. A limpeza com fogo coloca em risco fragmentos florestais de vegetação nativa, estando a área da imagem próxima a fragmentos quilométricos na alta bacia e protegidos pelos atributos naturais, como a forma, altitude e declividade.

A exposição do solo ocasiona o surgimento de processos erosivos, como observável na imagem, em uma área de sistema hídrico composto por dezenas de cursos d'água e nascentes ainda não mapeadas, a erosão pode representar um expressivo risco a disponibilidade e qualidade da água.

Os processos erosivos são flagrantes na paisagem da BHRJ, associados profundamente com a matriz dominante que ocupa as maiores extensões a partir da média bacia, indicando

que mesmo a cobertura herbácea (pastagem) em áreas de declives acentuados e precipitação volumosa, não obstaculiza totalmente a formação de ambientes de erosão (**figura 34**).



Figura 34. Processos erosivos em encosta na média bacia

Nesse caso, verifica-se uma encosta declivosa com cobertura vegetal de pastagem e processos erosivos vinculados ao escoamento em lençol com registros amplos na encosta, apresentando no centro uma ravina mais profunda caracterizando concentração de escoamento tendendo ao voçorocamento e maior dificuldade de recuperação do estado anterior.

As ações humanas sem o devido planejamento colocam em risco a vegetação e a água, em áreas rurais práticas sem o auxílio de profissionais são frequentes, como mostra a (**figura 35**).



Figura 35. Corte em talude na média bacia

As intervenções de engenharia nas estradas também expõem taludes rochosos, criando fácies físico-geográficas, correspondentes a unidade elementar do geossistema da perspectiva russo-soviética, na forma de redutos antropogênicos em meio à floresta que foi afetada (figura 36).



Figura 36. Afloramento rochoso com vegetação rupícola na alta bacia

O afloramento exposto pela abertura de uma estrada rural forma um patamar sobre o tunelão, evidenciando um tipo de geossistema comumente encontrado nas altitudes das serras, sobre as escarpas e cristas, tipificados como campos rupestres essencialmente compostos por vegetação herbácea. Esse tipo de vegetação da figura anterior, apresentado caule, possui maior associação a vegetação arbustiva em estágio inicial, sendo a ação humana, a responsável, em grande medida, pela ocorrência em destaque com a abertura de fraturas significativas no afloramento rochoso capazes de ampliar a pedogênese e engendrar vegetação mais desenvolvida.

A área da BHRJ em seu setor central, referente a média bacia sob influência expressiva de ações humanas com destaque para a pastagem utilizada para a pecuária leiteira, exhibe as extensões mais fragmentadas da área.

Composta por fragmentos classificados como pequenos, ocorrendo apenas dois fragmentos da classe “médio”, fragmentos de menos de um ha e de formato moderadamente alongados são quantitativamente o maior grupo da BHRJ, sobretudo, como mencionado anteriormente, localizados na média-baixa bacia.

Essas informações corroboram com a afirmação de que a média bacia simboliza a área de maiores impactos ambientais, a saber: processos erosivos, assoreamento de cursos d'água, vegetação em risco devido as ações humanas e impactos relacionados a fragmentação florestal, principalmente na média bacia que apresenta fragmentos pequenos sob forte influência humana e, por conseguinte, mais sujeitos aos efeitos de borda.

Portanto, a média bacia representa a área de maior emergência de aumento das conectividades florestais, promovendo a sua ligação com a alta bacia e suas enormes ilhas de habitats dispersoras de organismos bióticos pela paisagem, dispersão que pode ser direcionada para área central a partir da aplicação desta proposta.

Considerando tais pressões transformadoras, é crível que os fragmentos apresentam diferentes efeitos de borda e diferentes graus de sucessão ecológica, o que motivou uma observação mais verticalizada nos maiores fragmentos a partir de quadrantes.

O maior fragmento localiza-se no compartimento da Serra da Mantiqueira, denominado Serra do Pacau. A dificuldade de acesso à área, seus atributos geomorfológicos obstaculizadores do uso da terra, produziram naturalmente uma proteção e estabelecimento de riqueza natural, cultural rural e turística nesses terrenos pouco acessíveis. Representando um valioso patrimônio natural e cultural e de amplo apreço por parte das populações das cidades próximas, fato comprovado pelos protestos contra a construção de centrais hidrelétricas na área, situação destacada em segmento anterior deste estudo.

Como forma de comparar, em pequena medida, aspectos naturais da BHRJ foram produzidos quadros de vegetação com informações de sete fragmentos florestais em áreas distintas da bacia, como precedentemente exposto em seção anterior deste estudo. Os sete quadros a seguir agrupam as informações.

Quadro 3. Fragmento 1.

Camada	Segmentos naturais	Características
10	Diâmetro das árvores	62 árvores = média diametral 30 cm 5 árvores = média diametral 25 cm
9	Tamponamento provocado pelo dossel	A energia solar atravessa o dossel intensamente em alguns pontos do quadrante.
8	Dossel florestal único	Espaçado em algumas áreas do quadrante.
7	Principal espécie identificada	Fruta de sabiá (<i>Lochroma</i>).
6	Vegetação arbórea m ²	5, 36
5	Vegetação arbustiva m ²	94,64
4	Vegetação herbácea m ²	Ausente
3	Serapilheira m ²	100%
2	Afloramentos rochosos m ²	0,438
1	Solo (% de cobertura)	100

FRAGMENTO – 1 localizado na alta bacia sobre o túnel da Ferrovia do Aço, área de vegetação florestal predominante, indivíduos de aproximadamente 10 metros altura em área de difícil acesso, contendo apenas uma estrada rural. A serapilheira ocorre na maior parte da

área avaliada, situação similar a dos demais fragmentos, possivelmente dificultando o desenvolvimento de vegetação herbácea, praticamente ausente em todos os fragmentos avaliados.

A vegetação arbustiva baixa e ocorrente em algumas manchas desconectadas aparenta processo de regeneração natural, galhos sobre a serapilheira indica ação de corte.

Apesar da significativa declividade, a composição vegetacional presente nas áreas dificulta o estabelecimento de processos erosivos, não apresentado, portanto, afloramentos expressivos de rochas exumadas.

O dossel florestal possui formato assimétrico possibilitando o atravessamento de energia solar em alguns pontos, não havendo dossel formado pela vegetação arbustiva devido ao espaçamento entre as manchas.

Quadro 4. Fragmento 2

Camada	Segmentos naturais	Características
10	Diâmetro das árvores	33 árvores = média diametral 1,5 m
9	Tamponamento provocado pelo dossel	A energia solar é quase integralmente obstruída pelo dossel secundário do quadrante
8	Dossel florestal	Espaçado na maior parte do quadrante (arbóreo) Dossel secundário compacto (arbustivo)
7	Principal espécie identificada	Arnica (<i>Chromolaena</i>)
6	Vegetação arbórea m²	58
5	Vegetação arbustiva m²	42
4	Vegetação herbácea m²	Ausente
3	Serapilheira m²	Quase imperceptível
2	Afloramentos rochosos m²	0,414
1	Solo (% de cobertura)	100

FRAGMENTO – 2 localizado na alta bacia em vertente conectada com a calha do ribeirão Jacutinga, certamente em vale encaixado com ausência de planícies próximo ao início da queda d'água da cachoeira véu de noiva.

Vertente de elevada declividade, difícil deslocamento e composta predominantemente por vegetação arbórea de diâmetro expressivo, solo totalmente exposto com ausência de serapilheira devido, presumivelmente, a declividade e intensidade do fluxo superficial que transporta materiais da camada superior inibindo a produção de serapilheira.

Mesmo em elevada declividade os afloramentos rochosos não são expressivos,

ocorrendo alguns apenas na média vertente, indicando a não concentração do fluxo hídrico superficial que ocasionaria uma maior perda de solo e exumação de rochas.

Quadro 5. Fragmento 3

Camada	Segmentos naturais	Características
10	Diâmetro das árvores	4 árvores = média diametral 0,79
9	Tamponamento provocado pelo dossel	A luz solar é obstruída apenas pelo dossel inferior não ocorrendo integralidade (arbustivo)
8	Dossel florestal	Dossel secundário compacto (arbustivo)
7	Principal espécie identificada	Urtigão (<i>Ureba bacífera</i>).
6	Vegetação arbórea m ²	0,49
5	Vegetação arbustiva m ²	99,51%
4	Vegetação herbácea m ²	Ausente
3	Serapilheira m ²	Aproximadamente 50
2	Afloramentos rochosos m ²	Não apresenta.
1	Solo (% de cobertura)	100

FRAGMENTO – 3 próximos à rodovia MG - 457 na alta bacia com predominância de vegetação arbustiva compacta formando dossel baixo que obstrui a energia solar. A vegetação arbórea apresenta apenas 4 indivíduos de diâmetro indicado no quadro. A proximidade com a rodovia e uma propriedade facilita o acesso de pessoas e animais obstruindo a regeneração natural da vegetação.

A serapilheira e solo exposto apresentam marcas de revolvimento que confirmam o acesso de pessoas e animais ao fragmento, além do efeito de borda da pastagem e rodovia próximas.

Quadro 6. Fragmento 4

Camada	Segmentos naturais	Características
10	Diâmetro das árvores	62 árvores = média diametral 30 cm
9	Tamponamento provocado pelo dossel	A energia solar é quase integralmente obstruída pelo dossel principal
8	Dossel florestal	Relativamente compacto (Arbóreo) Dossel secundário compacto (arbustivo)
7	Principal espécie identificada	Jacarandá de Minas (<i>Jacaranda mimosifolia</i>)
6	Vegetação arbórea m ²	32,97
5	Vegetação arbustiva m ²	67,3
4	Vegetação herbácea m ²	Ausente
3	Serapilheira m ²	100%
2	Afloramentos rochosos m ²	Ausente
1	Solo (% de cobertura)	100%

FRAGMENTO – 4 localizado na média bacia no topo de um morrote no sentido sudoeste composto por dezenas de árvores do grupo arbóreo e vegetação arbustiva ocupando de forma compacta todo o quadrante.

A serapilheira apresenta uma camada esפה de aproximadamente 5 cm cobrindo todo o solo de coloração preta, indicando presença relevante de matéria orgânica em seu horizonte mais superficial.

Quadro 7. Fragmento 5

Camada	Segmentos naturais	Características
10	Diâmetro das árvores	32 árvores = média diametral 30 cm
9	Tamponamento provocado pelo dossel	A energia solar é quase integralmente obstruída pelo dossel secundário do quadrante (arbustivo)
8	Dossel florestal	Espaçado na maior parte do fragmento (Arbóreo) Dossel secundário compacto (arbustivo)
7	Principal espécie identificada	Jacarandá de Minas (<i>Jacaranda mimosifolia</i>)
6	Vegetação arbórea m ²	2, 26
5	Vegetação arbustiva m ²	100%
4	Vegetação herbácea m ²	Ausente
3	Serapilheira m ²	100%
2	Afloramentos rochosos ²	Ausente
1	Solo (% de cobertura)	100

FRAGMENTO – 5 Margem da Rodovia que liga os municípios de Bom Jardim de Minas e Passa Vinte, área com tráfego leve indicando menor efeito de borda vinculado a rodovia. A vegetação arbórea ocorre com indivíduos de medidas variadas, o que provoca a

assimetria do dossel principal e entrada significativa de energia solar, bloqueada principalmente pela configuração arbustiva que cobre todo o quadrante de forma compacta.

O quadrante não apresenta solo exposto, ocorrendo cobertura integral de serapilheira de aproximadamente 5 cm, indicando o não acesso de pessoas e animais mesmo próximo à rodovia e em contato com a matriz na borda norte do fragmento.

Quadro 8. Fragmento 6

Camada	Segmentos naturais	Características
10	Diâmetro das árvores	30 árvores = média diametral 30 cm
9	Tamponamento provocado pelo dossel	A energia solar atravessa o dossel intensamente em alguns pontos do quadrante
8	Dossel florestal	Espaçado (arbóreo)
7	Principal espécie identificada	
6	Vegetação arbórea m ²	0, 942
5	Vegetação arbustiva m ²	14
4	Vegetação herbácea m ²	Ausente
3	Serapilheira m ²	40
2	Afloramentos rochosos m ²	Ausente
1	Solo (% de cobertura)	100

FRAGMENTO – 6 Localizado na baixa bacia próximo ao início da área urbanizada de Santa Rita de Jacutinga, em área de transito significativo de veículos e em contato com a matriz. Apresenta aproximadamente 35% de solo exposto e um caminho de passagem,

indicando o acesso de pessoas, devido ao transito de pessoas e a ausência de cercamento, o proprietário isola o gado em pastagem não conectada ao fragmento. A energia solar atravessa o dossel em vários pontos, percebe-se uma ligeira sensação de calor maior em comparação com os outros fragmentos.

Quadro 9. Fragmento 7

Camada	Segmentos naturais	Características
10	Diâmetro das árvores	11 árvores = média diametral 20 cm 1 árvore de 1,5 m 1 árvore 2,5 m
9	Tamponamento provocado pelo dossel	A energia solar é quase integralmente obstruída pelo dossel secundário do quadrante (arbustivo)
8	Dossel florestal	Espaçado (arbóreo) Compactado (arbustivo)
7	Principal espécie identificada	
6	Vegetação arbórea m ²	2,75
5	Vegetação arbustiva m ²	100%
4	Vegetação herbácea m ²	Ausente
3	Serapilheira m ²	65
2	Afloramentos rochosos m ²	Ausente
1	Solo (% de cobertura)	100

FRAGMENTO – 7 Sobreposto ao topo de um morrote na baixa bacia ocupando parcialmente a encosta do mesmo. Apesar de poucos indivíduos arbóreos, o diâmetro de dois deles divergiu do padrão encontrado nos demais fragmento. A vegetação arbustiva ocupa o fragmento integralmente em configuração compacta. A porcentagem de serapilheira pode se relacionar com o gado próximo em matriz de contato e sem cercamento, seguramente acessando o fragmento.

CAPÍTULO 8

Considerações finais

A fragmentação florestal impera nos biomas que compõe o domínio tropical atlântico, suas implicações manifestam-se integralmente sobre o sistema natural, impactando seus componentes e demandando proposições direcionadas para a eliminação de tais impactos em áreas de relevante interesse ambiental, bem como a diminuição dos mesmos em áreas de intenso uso da terra.

A alta bacia do ribeirão Jacutinga exhibi conformação florestal contínua, setor em que foi verificado ampla conexão florestal aderente a forma, declividade e altitude do relevo obstaculizado o uso da terra. A média-baixa bacia expõe configuração fragmentária sobre os modelados de agradação e relevo mamelonizado de menor altitude, manifestando maior aptidão ao uso da terra e, por conseguinte, amplos impactos ambientais.

Na BHRJ a influência da Serra da Mantiqueira nas maiores elevações protege o sistema natural, enquanto nas áreas de menores altitudes o uso da terra se manifesta sobremaneira em diversificadas atividades, deste modo, requerendo medidas de diminuição dos impactos sobre o sistema natural.

O estabelecimento de conectividades florestais possibilitaria, mesmo que em pequena medida, o retorno de características naturais originais, diminuindo os impactos das atividades e ampliando os serviços ecossistêmicos da BHRJ.

A área de estudo é composta majoritariamente por pequenas propriedades requerendo maior sensibilidade nas medidas de diminuição dos impactos ambientais, devido a isso a proposição de conectividades florestais desponta como uma ação capaz de ampliar a qualidade dos sistemas naturais não comprometendo o uso da terra nas pequenas propriedades.

A vegetação florestal do setor central da BHRJ não possui conexão com as demais áreas, representando internamente a maior demanda de conectividade. A instituição de corredores florestais sobrepostos às APP's de margens dos rios que compõe o sistema hídrico proporcionaria a maior interação entre os setores da área de estudo, ocasionado a ampliação da dispersão de fauna no interior da bacia.

Os corredores externos destacados anteriormente na proposta de conectividade, permitiriam a ampliação dos deslocamentos de fauna partindo do interior para a área externa, bem como no sentido contrário, encontrando maior obstáculo na rodovia MG - 457 que intercepta integralmente a BHRJ desde a alta bacia no município de Bom Jardim de Minas até a região Sul Fluminense nos limites de Santa Izabel do Rio Preto, distrito de Valença, RJ.

O estabelecimento de corredores conectando a BHRJ e a região Sul Fluminense adquire relevância devido a configuração amplamente fragmentária a partir de Valença RJ, retratando

sobremaneira fragmentos afastados e de tamanho pequeno, além de impactos ambientais diversos, como distintos processos erosivos.

A abordagem conjunta entre os pressupostos teóricos dos geossistemas e da ecologia da paisagem apresentaram uma destacada complementaridade, permitindo interpretar a vegetação, a partir de suas métricas, com o conjunto da paisagem, fundamentalmente a partir de sua estrutura horizontal, dimensão que a cartografia dos geossistemas da maneira que foi aplicada desvela. É latente que os aspectos dos fragmentos que foram mensurados (tamanho, forma e distância entre si) se relacionam às organizações geomorfológicas existentes e ao conjunto da paisagem de forma geral, o que ressalta a convergência entre as duas abordagens metodológicas que foram aplicadas.

Apesar da existência de duas matrizes dominantes, a configuração em mosaicos da paisagem define dois tipos de corredores, contínuos e descontínuos (em mosaicos), sendo os contínuos inerentes ao relevo montanhoso da alta bacia e a configuração em mosaico apta aos morros convexos da média-baixa bacia. Diante disso, ressalta-se o quão fundamental é o papel das matas ciliares para a regulação da cascata de matéria, energia e informação trocada entre os relevos montanhosos e seus corredores contínuos e os relevos amorreados e seus corredores em mosaicos.

Proposições de conectividade demandam que o uso e cobertura da terra seja visto de forma mais funcional. Como as funções geoecológicas se processam sobre uma determinada estrutura, o diálogo com a abordagem geossistêmica se mostrou de grande valia, permitindo uma observação multicamadas da espacialidade que dá aporte aos fluxos gênicos potenciais. Nessa linha, o tamanho e a distância entre os fragmentos se mostraram como métricas mais auspiciosas para as conectividades potenciais e para a proposta de ampliação da conexão.

As tipologias de corredores encontradas na bacia do ribeirão Jacutinga e suas conectividades funcionais e potenciais reflete o quadro regional, que contrasta domínios altimontanos com vegetação distintamente conservada e setores intermontanos onde predomina o uso econômico da terra. Dessa forma, a área de estudo se mostrou bastante representativa desse quadro, fazendo com que a abordagem metodológica adotada, além de dilatar seus resultados para compreender organizações estruturais em espacialidades além da bacia, se mostrou replicável em outros estudos de caso no contexto do domínio tropical atlântico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil. Potencialidades paisagísticas**. São Paulo, Ateliê Editora, 2003, 159 p.
- BACAR, F. F.; SITO, A. A. Mapeamento e avaliação de ecossistemas e seus serviços no Corredor do Limpopo. In: **XII CONFERÊNCIA CIENTÍFICA DA UEM 2023: Investigação, Extensão e Inovação no Contexto das Mudanças Climáticas**. 2023.
- BAGER, A.; LUCAS, P.S.; BOURSCHAIT, A.; KUCZACH, A.; MAIA, B. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 75-86, 2016.
- BARRETO, J. C. B. **Geossistemas e corredores ecológicos em Juiz de Fora (MG): o papel das conectividades no planejamento ambiental**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2023.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico. *Revista IGEOG/USP. Caderno de Ciências da Terra*. São Paulo, USP, n. 13, p. 1-27, 1972.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria general de los sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. 1973, 308p.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 303**, de 20 de março de 2002, dispõe sobre as áreas de preservação permanente.
- BRASIL. **Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.
- BRASIL. **Lei Federal Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.
- BRAZ, A. M.; OLIVEIRA, I. J.; CAVALCANTI, L. C. S. A paisagem na escola russo-soviética de geografia e os princípios ao surgimento do geossistema: uma breve revisão. In: **XII Jornada de Geografia**, Jataí, 2019.
- CAMPOS, J. O.; SANTOS, J. S.; SALVADOR, M. S. S.; LIMA, V. R. P. Análise e propagação dos efeitos de borda no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia –PB. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.12, n.2, p. 21-36, 2018.
- CAPRA, Fritjof. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996, 256p.
- CARTA **Santa Rita de Jacutinga** (Folha SF-23-Z-A-II 2) do IBGE, 1973.
- CERQUEIRA, R., BRANT, A., NASCIMENTO, M. T., PARDINI, R. **Fragmentação: alguns conceitos**. In: **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2003, 510p.
- CHORLEY, R. J. A geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. **Notícia Geomorfológica**, v. 11, n. 21, p. 3-22, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª. Ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1999, 236p.

CLAVAL, P. **História da Geografia**. Lisboa: Edições 70, 2006, 140p.

CAVALCANTI, L. S. **Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

CONTI, J. B. Geografia e paisagem. **Ciência e Natura**, v. 36, p. 239-245, 2014.

COUTINHO, L. M. **Biomias brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016, 128p.

COSTA, I. C. N. P. Abordagem metodológica ecologia da paisagem: origem, enfoque e técnicas de análise. **Boletim de Geografia**, v. 38, n. 1, p. 91-105, 2020.

DA SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, n. 6773, p. 72-74, 2000.

DA SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. Geoecologia da paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subúmidos. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-12, 2011.

DE SAMPAIO DAGNINO, R. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico**. Campinas: Ed. da Unicamp, 2008, 180p.

DE SAMPAIO DAGNINO, R. A geografia de Alexander Von Humboldt: diálogos entre arte e complexidade. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 26, p. 65–83, 2008.

DESCARTES, Rene. **Discurso do método**. Editora Pallotti, Porto Alegre, 2013, 110p.

DIAS, E. F. MAZETTO, F. A importância da paisagem na Geografia. **Sociedade e Território**, v. 26, n. 1, p. 92-106, 2014.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em Geografia. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 3, p. 413-425, 2017.

DO VALE, C. C. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**, v. 3, n. 6, p. 85-108, 2012.

DUARTE, I.N.; SOUSA, R.T.X.; KORDORFER, G.H.; FONTOURA, P.R.; SOARES, R.A.B. Biotita: fonte de potássio para agricultura. **Bioscience Journal**, v. 28, Supplement 1, p. 98-103, 2012.

ENGELMANN, A. A psicologia da gestalt e a ciência empírica contemporânea. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 18, p. 1-16, 2002.

ESPÍNDOLA, C. R. **Gênese e evolução das formações superficiais nos trópicos**. São Paulo: Beca, 2013. 364p.

ETTO, T. L.; LONGO, R. M.; ARRUDA, D. R.; INVENIONI, R. Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do ribeirão das Pedras-Campinas-SP. **Revista Árvore**, v. 37, p. 1063-1071, 2013.

FAHRIG, L.; PALOHEIMO, J. Determinants of local population size in patchy habitats. **Theoretical Population Biology**, v. 34, nº 2, p.194-213, 1988.

FIGUEIRÓ, A.S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 384p.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York, NY: John Wiley & Sons, 1986, 619p.

FORMAN, R.T.T.; SPERLING, D.; BISSONETTE J.A.; CLEVINGER A.P.; CUTSHALL C.D.; DALE V.H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C.R.; HEANUE, K.; JONES, J.A.; SWANSON, F.J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T.C. **Road ecology: science and solutions**. Washington D.C: Island Press, 2002, 504p.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo paisagem. **O ecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

GERALDS M.C., HEILBRON M., PASCUTTI A.H.F.G., DA SILVA T.M., MENESES P.T., VALADARES C.S., ALMEDA J.C.H., DUARTE B.P., TUPINAMBÁ M., NOGUEIRA J.R., VALERIANO C., SILVA L.G.E., SCHMITT R., RAGATKY C.D., NUMMER A.R., VALENTE S.C., DIOS F.B., PAMPLONA M.D., SILVA M., Saliba F., MELLO F.M., PALERNO N., MELLO R.P., GUIMARÃES P.V., SILVA F.L, 2012. **Geologia e recursos minerais da folha Casimiro de Abreu SF.23-Z-B-I**, estado do Rio de Janeiro escala 1:100.000 / Mauro Cesar Geraldês ... [et al.]; organizador Luiz Carlos da Silva. Belo Horizonte: CPRM, 136p.

GONÇALVES, D. DOS PASSOS, M. M. Da sistematização do conhecimento geográfico às diversas análises teóricas da paisagem e do geossistema. **Espaço em Revista**, v. 22, n. 2, p. 29-55, 2020.

GOMES, L. B., BOLZE S. D. A., BUENO, R. K., & CREPALDI, M. A. As origens do pensamento sistêmico: das partes para o todo. **Pensando Famílias**, n.18, v2, p. 3-16, 2014.

GOMES, P.C.C.; BERDOULAY, V. Imagens na geografia: importância da dimensão visual no pensamento geográfico. **Cuadernos de Geografía**, vol.27, nº2, p. 356-371, 2018.

GOODWIN, B.J. Is landscape connectivity a dependent or independent variable? **Landscape Ecology**, v.18, p. 687-699, 2003.

GUERRA, A.J.T. Geomorfologia e Planejamento ambiental – conceitos e aplicações. **Revista de Geografia (Recife)**, Recife, v. 35, n. 4 (especial XII SINAGEO), p.269-287, 2018.

GUIMARÃES, F. S.; MOREIRA, A. A. M. As áreas de preservação permanente de topo de morro e a lei nº 12.651/2012: um estudo de caso na região da Zona da Mata–MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 19, n. 67, p. 175–187, 2018.

HEILBRON, M; ALMEIDA, J.C.H.; EIRADO SILVA, L.G.; PALERMO, N.; DUARTE, B.P.; VALLADARES, C.S.; RAMOS, R.; SANSON, M.; GUEDES, E.; GONTIOPASCUTTI, A.H.; NOGUEIRA, J.R.; VALERIANO, C.; RIBEIRO, A.; RAGATKY, C.D.; MIRANDA, A.; MELLO, C.L.; SANCHES, L.; ROIG, H.L.; DIOS, F.B.; FERNANDEZ, G.; NEVES, A.; GUIMARÃES, P.; DOURADO, F.; LACERDA; V.G. 2007. **Nota Explicativa Integrada das Folhas Santa Rita do Jacutinga, Barra do Pirai, Volta Redonda e Angra dos Reis - escala 1:100.000**. Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais - CPRM / Serviço Geológico do Brasil. Brasília, 2007,173p.

HENSEL, R. **Beiträge zur Kenntniss der Säugethiere Süd-Brasiliens**. Berlin, Abhandlungen K. Akademie der Wissenschaften, 1872, 130p.

HERRMANN, G. **Manejo de paisagem em grande escala: estudo de caso no Corredor Ecológico da Mantiqueira, MG**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-graduação em Ecologia,

Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008, Belo Horizonte – MG.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992, 92p.

LEITE, M. A. F. P. **Destruição ou desconstrução?** São Paulo: Hucitec, 2006. 179p.

MARQUES NETO, R. Geomorfologia e geossistemas: influências do relevo na definição de unidades de paisagem no Maciço Alcalino do Itatiaia (MG/RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 4, 2016.

MARQUES NETO, R; DE OLIVEIRA, G. C; DIAS, J. S. Geossistemas em ambientes montanhosos: A revelação da paisagem na Serra do Caparaó (MG/ES). **Ra'e Ga**, v. 38, p. 269-290, 2016.

MARQUES NETO, R. As regiões montanhosas e o planejamento de suas paisagens: proposta de zoneamento ambiental para a Mantiqueira meridional mineira. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 35, 2018.

MARQUES NETO, R. Regionalização físico-geográfica em domínio de relevos montanhosos tropicais: geossistemas na região da mantiqueira meridional, sudeste do Brasil. **Ra'e Ga**, v. 50, p. 23-44, 2021.

MARTINS, C. A. H., RODRIGUES, E. L. N, OLIVEIRA, G. C., DIAS, J. S., MARQUES NETO, R. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga, Zona da Mata mineira. **Anais...** do III Seminário da Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Ra'e Ga**, v. 8, p. 83-91, 2004.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas/SP, v.1, n.1, p. 2-9, 2001.

MORAES, A. C. R. **Geografia: Pequena História Crítica**. São Paulo: Annablume, 2005, 150p.

MOURA, D. V; SIMÕES, C. S. A evolução histórica do conceito de paisagem. Ambiente & Educação: **Revista De Educação Ambiental**, v.15, n.1, p. 179–186, 2010.

NANUNCIO, V. M.; RITTER, L. M. O.; SPIES, D. S.; MORO, R. S. A concepção da Ecologia da Paisagem na produção científica da Pós-Graduação no Brasil. **Anais...** do II Simpósio Paranaense de Pós-Graduação em Geografia, Londrina: UEL, p. 1- 9, 2007.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape Ecology: Theory and Application**. Springer-Verlag, Nova Iorque, 1994, 482p.

NELLEMANN C.; VISTNES I.; JORDHOY P.; STRAND O. Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. **Biological Conservation**, 101, p. 351–360, 2001.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2006, 632p.

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE), SRTM com resolução de 30 m, 2024.

OLIVEIRA, C. S; MARQUES NETO, R. Gênese da teoria dos geossistemas: uma discussão comparativa das escolas Russo-Soviética e Francesa. **R. Ra'e Ga**, v. 47, n.1, p. 6-20, 2020.

PARDINI, R. e UMETSU, F. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande: distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 6, 2006.

PASSOS, M. M. A raia divisória: geossistema, paisagem e eco-história. Maringá: **Eduem**, 2008, 132p.

PIRES, A.S., FERNANDEZ, F.A.Z. & BARROS, C.S. 2006. **Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais**. In *Biologia da Conservação: essências* (C.F.D. Rocha, H.G. Bergallo, M.V. Sluys & M.A.S. Alves, eds.). Rima Editora, São Carlos, p.231-260.

PEET, R. **Modern Geographical Thought**. Malden: Blackwell, 1998, 355p.

PIVELLO, V. R.; METZGER, J. P. Diagnóstico da pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005). In: **Biota Neotropica**, v.7, n. 3, 2007

PIETRO, M. B. **Zonação altitudinal e dinâmica da paisagem no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ: subsídios para o planejamento ambiental em montanhas tropicais**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora 2023.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Rodrigues, 2001. 327p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA DE JACUTINGA. [2010].

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção (9) da série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**.

PORTO, M. L.; MENEGAT, R. Ecologia de Paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da terra e do homem. In: MENEGAT, R., ALMEIDA, G. (Orgs.) **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004, 422p.

RAMBALDI, D. M., & D. A. S. OLIVEIRA. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2003, 510p.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010. 222p.

RODRIGUES, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 4. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2013, 332p.

SALGUEIRO, T. B. Paisagem e geografia. **Finisterra**, v. 36, n. 72, p. 37-53, 2001.

SANTOS, S. B. dos; ALMEIDA, R. A. de; DUPAS, F. A. Conflito de uso do solo nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do ribeirão São Lourenço, São Lourenço/MG-uma contribuição para a preservação dos mananciais de água mineral. **Anais... do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 13, p. 4217-4224, 2007.

SILVA, A.L.; LONGO, R.M.; BRESSANE, A.; CARVALHO, M.F.H. Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1254-1269,

2019.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 3, p. 557-566, 2013.

SOBANSKY M.B. **Avaliação do uso de controladores eletrônicos de velocidade como medida de mitigação de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262, trecho de Anastácio à Corumbá, Mato Grosso do Sul**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial em parceria com o SENAI-PR e a Universität Stuttgart, Alemanha, 2016.

SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet Geography: review and translation**. New York, v. 2, n. 5, p. 277-293, 1971.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. 1977.

SOCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação dos geossistemas da vida terrestre. **Biogeografia**. São Paulo. Nº 14, 1978.

SOCHAVA, V. B. **Introducción a la doctrina sobre los geossistemas**. Novosibirsk: Nauka, filial de Sibéria, 1978^a. 318p. (em russo) Tradução de José Manuel Mateo Rodriguez. 41p.

SOUZA, C. G.; ZANELLA, L.; BORÉM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral-MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 631-644, 2001.

SOARES, D. R., Nahssen, M. H. C., da Silva Soares, F., Morales, M. V., Rigonato, M. B., Germano, A. D., Valente, R. Conectividade estrutural da vegetação nativa para o planejamento da conservação florestal. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, 1-14, 2022.

TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K. & MERRIAM, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, 571-573.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977, 92p.

TROLL, C. A paisagem geográfica e sua investigação. **Espaço e cultura**, nº 4, 1-7, 1997.

VEADO, R. W. A. **O geossistema: embasamento teórico e metodológico**. 1995. 70f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo-Rio Claro, 1995.

VITTE, A. C. (2007). O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v.6, nº 11, 71-78.