



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

DIOGO PARREIRA LAPA

**GEODIVERSIDADE E HETEROGENEIDADE DE HABITATS EM SISTEMAS
GEOMORFOLÓGICOS MONTANHOSOS**



JUIZ DE FORA

2026

DIOGO PARREIRA LAPA

**GEODIVERSIDADE E HETEROGENEIDADE DE HABITATS EM SISTEMAS
GEOMORFOLÓGICOS MONTANHOSOS**

Dissertação apresentada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Geografia, na área de concentração Dinâmicas Socioambientais, sob os termos do artigo 51 do regimento interno do PPGeo/UFJF (Resolução nº 1/2017).

Orientador: Prof. Dr. Roberto Marques Neto

Coorientador: Prof. Dr. César Henrique Barra Rocha

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)

Lapa, Diogo Parreira.

GEODIVERSIDADE E HETEROGENEIDADE DE HABITATS EM SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS MONTANHOSOS / Diogo Parreira Lapa. -- 2026.

105 p. : il.

Orientador: Roberto Marques Neto

Coorientador: César Henrique Barra Rocha

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2026.

1. Biogeografia. 2. Serranias de Descoberto. 3. Escalaridade. 4. Montanhas Tropicais. 5. Zonação Altitudinal. I. Marques Neto, Roberto, orient. II. Rocha, César Henrique Barra, coorient. III. Título.

DIOGO PARREIRA LAPA

**GEODIVERSIDADE E HETEROGENEIDADE DE HABITATS EM SISTEMAS
GEOMORFOLÓGICOS MONTANHOSOS**

Dissertação apresentada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Geografia, na área de concentração Dinâmicas Socioambientais, sob os termos do artigo 51 do regimento interno do PPGeo/UFJF (Resolução nº 1/2017).

Aprovado em 02 de junho de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Marques Neto – Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. César Henrique Barra Rocha – Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. Dr^a. Camila Neves Silva
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. Dr^a. Sarah Lawall
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha família: minha mãe, Micheli; minha madrinha, Rita; e minha irmã, Clara, por toda a assistência e apoio ao longo da jornada que envolveu a escrita e a vivência desta dissertação. Agradeço pelos conselhos, pela escuta e pela constante lembrança de onde deveria estar meu foco, mesmo nos momentos em que eu me encontrava completamente perdido em meu próprio “mundinho”. Vocês foram fundamentais para a concretização deste trabalho; sem vocês, ele sequer teria sido possível. Obrigado por tanto. Amo vocês.

Agradeço também ao meu orientador, professor Roberto Marques Neto, por todas as orientações ao longo desse percurso, por ter acreditado tanto quanto eu na proposta desta pesquisa e por confiar que seria possível levá-la até o fim, alcançando resultados dignos de todo o esforço e investimento dedicados, apesar dos inúmeros percalços encontrados no caminho. Seu incentivo e apoio tornaram essa jornada de 27 meses muito mais viável e significativa.

Ao meu coorientador, professor César Henrique Barra Rocha, agradeço o incentivo constante desde a graduação para que eu seguisse na trajetória acadêmica, ingressasse no mestrado e continuasse pesquisando, questionando e buscando respostas. Sua orientação tornou essa caminhada mais leve e o percurso muito mais agradável de ser trilhado.

Estendo os agradecimentos aos membros da banca, em primeiro lugar pelo aceite, e em segundo lugar pelos comentários e, no caso da professora Camila, pelo acompanhamento desde o primeiro seminário de pesquisa.

Nessa mesma direção, gostaria de agradecer a todos os colegas e amigos do grupo NAGEA, pela companhia, pelas trocas e pelos desafios compartilhados em nossas respectivas linhas de pesquisa. Foram experiências que contribuíram profundamente para o amadurecimento intelectual e para o desenvolvimento desta pesquisa, e sou grato por cada uma delas.

Um agradecimento mais que especial aos meus amigos Guilherme, Lídia, Marina, Isabela, Pedro, Luiz Otávio e Carlos, que viveram comigo cada etapa desse processo. Obrigado por ouvirem e suportarem meus lamentos, minhas ansiedades e minhas epifanias quase sempre fora de hora, além de dividirem comigo as pequenas vitórias que esta trajetória, e a própria vida, proporcionaram ao longo desses meses. Em especial, agradeço ao meu amigo Chico, por toda a ajuda técnica que me ofereceu, indo além da escuta e dos incentivos, desde o início de minha graduação na UFJF, até hoje, na finalização desse belo ciclo.

À minha amiga Mariana Braga, *in memoriam*, agradeço por ter me proporcionado, ainda que talvez sem saber, uma nova perspectiva sobre a vida e sobre a forma de encarar certos dilemas. Sua positividade atravessou nossas trocas e me marcou profundamente, e foi uma ótima companhia nos momentos de dificuldade em que ficávamos no laboratório tomando café e “fritando” a cabeça atrás de respostas e referências.

Agradeço também à melhor equipe de campo que eu poderia ter desejado, que me acompanhou durante cinco intensos dias de trilhas, estradas de chão e belas paisagens: os senhores Antônio Augusto, Zé Oscar e, em especial, a senhora Maria Aparecida, que mais do que me acompanhar em todo o trajeto e no processo de campo, ela também foi, juntamente com seu esposo, o senhor Frederico, uma das maiores incentivadoras e apoiadoras desta pesquisa desde sua concepção.

Aproveito para expressar minha gratidão ao senhor Helvécio, proprietário da RPPN Alto da Boa Vista, por permitir a visita em sua propriedade e, inclusive, acompanhar pessoalmente todo o processo como guia. Posteriormente, ainda disponibilizou um valioso acervo de materiais sobre a área, fundamentais para ampliar a compreensão do espaço estudado.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora por todo o apoio oferecido, por cada disciplina cursada, por cada aprendizado construído e por todos os incentivos proporcionados ao longo dessa formação, especialmente por meio dos eventos e oportunidades de inserção acadêmica. Estendo também meus agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo fomento e apoio financeiro concedidos durante a pesquisa, possibilitando maior dedicação e atenção a cada uma de suas etapas.

Por fim, agradeço a mim mesmo, por não ter desistido, mesmo nos momentos em que o cenário parecia desfavorável e o caos tomava conta da mente. Como sempre, não me abandonei — e pretendo seguir assim.

Também não poderia deixar de agradecer aos meus cachorros, Atlas e Lilac, que, mesmo sem compreenderem exatamente o que estava acontecendo, foram essenciais para a manutenção da minha sanidade. Nas noites em que, durante o jantar, acabavam “revisando” comigo todo o meu trabalho conceitual do dia, trouxeram leveza e companhia quando eu mais precisava.

Todos aqui mencionados foram essenciais para que este trabalho pudesse ser concluído. A todos, meu mais sincero obrigado!

Dedico esta pesquisa às minhas maiores inspirações e incentivadoras, minha madrinha Rita de Lourdes e minha mãe Micheli. Em cada passo desta conquista, carreguei o amor, a força e os sonhos que sempre foram nossos. Foi por nós!

Monólogo

*Estar acento diante do ignorado,
Reconhecer-se no desconhecido,
Olhar o mundo, o espaço iluminado,
E compreender o que não tem sentido.
Guardar o que não pode ser guardado,
Perder o que não pode ser perdido.
- É preciso ser puro, mas cuidado!
É preciso ser livre, mas sentido!
É preciso paciência, e que impaciência!
É preciso pensar, ou esquecer,
E conter a violência, com prudência,
Qual desarmada vítima ao querer
Vingar-se, sim, vingar-se da existência,
E, misteriosamente, não poder.*

— **Dante Milano, Poesias (p. 126, 1948)**

RESUMO

A geodiversidade, enquanto conceito científico, consolidou-se a partir da década de 1990, ampliando a compreensão da paisagem ao integrar elementos abióticos e suas interações com os sistemas biológicos. Inicialmente centrada na variabilidade do meio físico, essa abordagem evoluiu para reconhecer o papel ativo da geodiversidade na organização ecológica e na distribuição da biodiversidade. Nesse contexto, esta pesquisa analisa as Serranias de Descoberto, na Zona da Mata mineira, caracterizadas por elevada heterogeneidade geomorfológica e ambiental. O estudo parte da hipótese de que áreas com maior diversidade abiótica tendem a concentrar maior diversidade de habitats, buscando compreender como a variabilidade do meio físico influencia a organização espacial desses ambientes, tendo como objetivo compreender as relações entre esses fatores se relacionam. A investigação adotou abordagem integrada, combinando revisão bibliográfica, análise geoespacial e validação em campo. Foram utilizados dados de relevo, litologia, hidrografia, lineamentos estruturais, clima (temperatura e precipitação) e uso e cobertura da terra. Esses dados foram processados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (QGIS), organizados em quadriculas regulares para cálculo de um índice de geodiversidade, baseado na soma de variáveis abióticas. Os valores foram normalizados e interpolados por método IDW. Paralelamente, os habitats foram identificados a partir do cruzamento de variáveis ambientais e classificados conforme estrutura fisionômica, estratos de vegetação e faixas altitudinais, permitindo uma análise espacial integrada entre geodiversidade e habitats. Os resultados evidenciam que as maiores concentrações de geodiversidade ocorrem na porção centro-sul da área, associadas a relevo mais dissecado, maior densidade de drenagem, maior concentração de lineamentos e maior variabilidade litológica. Foram identificados 32 tipos de habitats, cuja distribuição apresenta forte relação com gradientes altimétricos, climáticos e geomorfológicos. Áreas de alta geodiversidade mostraram maior diversidade e fragmentação de habitats, com coexistência de múltiplas formações vegetais em pequena escala. Em contraste, áreas de baixa geodiversidade apresentaram maior homogeneidade ambiental e menor diversidade de habitats, com padrões espaciais mais contínuos. Conclui-se que a geodiversidade atua como elemento estruturante da organização dos habitats, condicionando sua diversidade e distribuição espacial, por meio das relações dinâmicas e não lineares as quais ocorrem. A pesquisa confirma a interdependência entre fatores abióticos e bióticos e reforça a relevância de abordagens integradas na análise da paisagem. Esses resultados destacam a importância das áreas serranas como espaços prioritários para conservação, devido à sua elevada heterogeneidade ambiental e papel na manutenção da biodiversidade.

Palavras-chave: Biogeografia; Serranias de Descoberto; escalaridade; montanhas tropicais; zonação altitudinal; relevo.

RESUMEN

La geodiversidad, como concepto científico, se ha consolidado desde la década de 1990, ampliando la comprensión del paisaje mediante la integración de elementos abióticos y sus interacciones con los sistemas biológicos. Inicialmente centrada en la variabilidad del entorno físico, esta metodología ha evolucionado para reconocer el papel activo de la geodiversidad en la organización ecológica y la distribución de la biodiversidad. En este contexto, esta investigación analiza la sierra de Descoberto en la región de Zona da Mata de Minas Gerais, caracterizada por una alta heterogeneidad geomorfológica y ambiental. El estudio se basa en la hipótesis de que las áreas con mayor diversidad abiótica tienden a concentrar una mayor diversidad de hábitats, buscando comprender cómo la variabilidad del entorno físico influye en la organización espacial de estos entornos, con el objetivo de entender las relaciones entre estos factores. La investigación adoptó un enfoque integrado, combinando la revisión bibliográfica, el análisis geoespacial y la validación de campo. Se utilizaron datos sobre relieve, litología, hidrografía, lineamientos estructurales, clima (temperatura y precipitación) y uso y cobertura del suelo. Estos datos se procesaron en un entorno de Sistema de Información Geográfica (QGIS), organizados en cuadrículas regulares para calcular un índice de geodiversidad basado en la suma de variables abióticas. Los valores se normalizaron e interpolaron utilizando el método IDW. Paralelamente, se identificaron hábitats mediante la referencia cruzada de variables ambientales y se clasificaron según la estructura fisonómica, los estratos de vegetación y los rangos altitudinales, lo que permitió un análisis espacial integrado entre geodiversidad y hábitats. Los resultados muestran que las mayores concentraciones de geodiversidad se dan en la porción centro-sur del área, asociadas con un relieve más diseccionado, mayor densidad de drenaje, mayor concentración de lineamientos y mayor variabilidad litológica. Se identificaron treinta y dos tipos de hábitat, cuya distribución muestra una fuerte relación con los gradientes altimétricos, climáticos y geomorfológicos. Las áreas de alta geodiversidad mostraron mayor diversidad y fragmentación de hábitats, con la coexistencia de múltiples formaciones de vegetación a pequeña escala. Por el contrario, las áreas de baja geodiversidad mostraron mayor homogeneidad ambiental y menor diversidad de hábitats, con patrones espaciales más continuos. Se concluye que la geodiversidad actúa como elemento estructurante en la organización de los hábitats, condicionando su diversidad y distribución espacial mediante relaciones dinámicas y no lineales. La investigación confirma la interdependencia entre factores abióticos y bióticos y refuerza la relevancia de los enfoques integrados en el análisis del paisaje. Estos resultados resaltan la importancia de las zonas montañosas como espacios prioritarios para la conservación, debido a su elevada heterogeneidad ambiental y su papel en el mantenimiento de la biodiversidad.

Palabras clave: Biogeografía; Serranias de Descoberto; escalaridad; montañas tropicales; zonificación altitudinal; relieve.

ABSTRACT

Geodiversity, as a scientific concept, has been consolidated since the 1990s, broadening the understanding of the landscape by integrating abiotic elements and their interactions with biological systems. Initially focused on the variability of the physical environment, this approach has evolved to recognize the active role of geodiversity in ecological organization and biodiversity distribution. In this context, this research analyzes the Descoberto mountain ranges in the Zona da Mata region of Minas Gerais, characterized by high geomorphological and environmental heterogeneity. The study is based on the hypothesis that areas with greater abiotic diversity tend to concentrate greater habitat diversity, seeking to understand how the variability of the physical environment influences the spatial organization of these environments, aiming to understand the relationships between these factors. The investigation adopted an integrated approach, combining literature review, geospatial analysis, and field validation. Data on relief, lithology, hydrography, structural lineaments, climate (temperature and precipitation), and land use and land cover were used. These data were processed in a Geographic Information System (QGIS) environment, organized into regular grids to calculate a geodiversity index based on the sum of abiotic variables. The values were normalized and interpolated using the IDW method. In parallel, habitats were identified by cross-referencing environmental variables and classified according to physiognomic structure, vegetation strata, and altitudinal ranges, allowing for an integrated spatial analysis between geodiversity and habitats. The results show that the highest concentrations of geodiversity occur in the south-central portion of the area, associated with more dissected relief, higher drainage density, higher concentration of lineaments, and greater lithological variability. Thirty-two habitat types were identified, whose distribution shows a strong relationship with altimetric, climatic, and geomorphological gradients. Areas of high geodiversity showed greater diversity and fragmentation of habitats, with the coexistence of multiple small-scale vegetation formations. In contrast, areas of low geodiversity showed greater environmental homogeneity and lower habitat diversity, with more continuous spatial patterns. It is concluded that geodiversity acts as a structuring element in the organization of habitats, conditioning their diversity and spatial distribution through dynamic and non-linear relationships. The research confirms the interdependence between abiotic and biotic factors and reinforces the relevance of integrated approaches in landscape analysis. These results highlight the importance of mountainous areas as priority spaces for conservation, due to their high environmental heterogeneity and role in maintaining biodiversity.

Keywords: Biogeography; Serranias de Descoberto; scalarity; tropical mountains; altitudinal zonation; relief.

Sumário

LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE QUADROS	16
LISTA DE TABELAS	17
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	18
1. Considerações iniciais.....	18
1.2 – Hipótese	21
1.3 – Objetivos	22
1.3.1 <i>Objetivo Geral</i>	22
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	22
1.4 – Justificativa	22
CAPÍTULO 2 – BASES TEÓRICAS E CONCEITUAIS.....	24
2. Referencial Teórico.....	24
2.1 – Estado da arte das pesquisas em geodiversidade	24
2.2 – Intersecção entre o abiótico e o biótico.....	27
2.3 – Habitats e sua importância biológica/ecológica.....	29
2.4 – Micro e mesohabitats: uma questão escalar	32
2.5 – Relações entre habitats e as unidades geográficas	34
CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
3. Procedimentos metodológicos	36
3.1 – Revisão conceitual-bibliográfica	36
3.2 – Estruturação da base de dados	37
3.3 – Cartografia das formas do relevo	39
3.4 – Cartografia da geodiversidade	40
3.4.1 <i>Normalização escalar</i>	41
3.4.2 <i>Interpolação</i>	42
3.5 – Identificação e classificação de habitats	43
3.6 – Relação entre a geodiversidade e os habitats identificados	45
CAPÍTULO 4 – SOBRE A ÁREA DE ESTUDO	48
4. Caracterização da Área.....	48

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
5. Elementos cartográficos para a discussão da geodiversidade.....	61
5.2 – Geologia.....	61
5.2 – Lineamentos.....	63
5.3 – Hidrografia	66
5.4 – Relevo	67
5.5 – Índice de geodiversidade.....	70
5.6 – Elementos cartográficos para discussão dos habitats	74
5.7 – Temperatura.....	74
5.8 - Precipitação	76
5.9 – Uso e cobertura da terra.....	77
5.10 – Da identificação e classificação dos habitats.....	80
5.11 – Relações entre os habitats e a geodiversidade	84
5.12 – Discussões Finais	88
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES	90
6.1 – Limitações, contribuições e perspectivas futuras	Erro! Indicador não definido.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXO 1 – Tabela relacionando os Níveis de Geodiversidade com os Habitats identificados na área de estudo.	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma ilustrando o processo metodológico de análise conjunta entre a geodiversidade e os habitats.....	47
Figura 2: Carta de localização das Serranias de Descoberto, com indicação das principais serras que compõem o complexo.....	48
Figura 3: Mapa Hipsométrico das Serranias de Descoberto.....	49
Figura 4: Registro da serra da Boa Vista por 'completo', demonstrando suas divisões em seu topo, ocasionadas pela presença de lineamentos estruturais no local.....	50
Figura 5: Registro dos relevos do local, com em um primeiro plano um afloramento lajeado com bromélias da serra da Boa Vista, ao fundo encostas e vertentes destinadas ao pastoreio, vales cercados pelas últimas preservando vegetação em suas margens e topos de morro ao fundo, pertencendo às serras da Grama e do Triunfo.....	51
Figura 6: Registro de uma vertente com blocos rolados e/ou afloramentos exumados da base geológica local.....	52
Figura 7: Registro de um afloramento lajeado ao lado Oeste da serra da Boa Vista, sendo visto do topo.....	53
Figura 8: Registro do Alecrim do Campo que pode ser encontrado no topo da serra	54
Figura 9: Registro do dossel predominante na trilha de subida.....	55
Figura 10: Registro de uma das marquises presentes na trilha	56
Figura 11: Registro de um filhote de Jararaca-da Mata no topo da serra, sobre materiais deixados por turistas anteriores.....	56
Figura 12: Registro de uma plantação de <i>Eucallyptus sp.</i> à beira da estrada sendo cortada e encaminhada para o destino.....	57
Figura 13: Observação da vertente oeste do córrego da Grama, feita in loco, demonstrando a cobertura espessa de vegetação.....	58
Figura 14a: Observação de brejo com vegetação higrófila na porção alta do córrego da Grama.....	58
Figura 14b: Observação de brejo com vegetação higrófila na porção central do córrego da Grama.....	58
Figura 15: Registro da Cachoeira do Ronca, em Descoberto-MG, onde se percebe o quão retificado o canal fluvial do ribeirão da Grama é.....	59

Figura 16: Mapa de Agrupamentos Litológicos que presentes nas Serranias de Descoberto.....	62
Figura 17: Mapa de Lineamentos identificados nas Serranias de Descoberto.....	64
Figura 18: Diagrama de roseta representando a orientação dos lineamentos de Drenagem.....	65
Figura 19: Diagrama de roseta representando a orientação dos lineamentos de Relevo.....	65
Figura 20: Mapa representando a hidrografia na área de estudo.....	66
Figura 21: Mapa representando o relevo mapeado na área de estudo.....	68
Figura 22: Legenda para o mapa geomorfológico.....	69
Figura 23: Mapa de Geodiversidade para a área de estudo, interpolado para todas as 1024 quadriculas analisadas.....	71
Figura 24: Mapa de temperatura para as Serranias de Descoberto.....	75
Figura 25: Mapa contendo o acumulado de precipitação média para as Serranias de Descoberto.....	76
Figura 26: Mapa de Uso e Cobertura da Terra.....	78
Figura 27: Mapa de Habitats para a área de estudo.....	81
Figura 28: Legenda do Mapa de Habitats para a área de estudo.....	82
Figura 29: Gráfico representando a porcentagem de ocupação e distribuição dos habitats (aqui separados por sua morfologia dominante) dentro das zonas de Geodiversidade, onde cada quadricula representa, aproximadamente, 1% da área ocupada.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas na pesquisa.....	37
Quadro 2 – Descrição da divisão realizada nas classes trabalhadas.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela contendo uma simplificação dos tipos de Habitat em função de suas morfologias dominantes, e sua porcentagem de ocupação dentro das classes de geodiversidade encontradas na área.....	78
---	-----------

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1. Considerações iniciais

As pesquisas relacionadas à geodiversidade no Brasil são relativamente recentes, concentrando-se a partir do início do século XXI (Pereira et al., 2013; Araujo; Pereira, 2017). Esse cenário acompanha a própria trajetória do conceito em escala global, originalmente mencionado em meados do século XX, mas efetivamente consolidado apenas na década de 1990 (Gray, 2004; Nieto, 2001). Tal consolidação está diretamente associada ao avanço das geotecnologias, que ampliaram significativamente as possibilidades de análise e integração de dados espaciais, permitindo não apenas uma leitura mais sistemática da variabilidade do meio físico, mas também a comparação entre diferentes contextos ambientais (Longley et al., 2005; Slocum et al., 2013).

Em sua formulação inicial, a geodiversidade esteve predominantemente associada aos componentes abióticos da paisagem, orientando estudos voltados ao planejamento e ao ordenamento territorial com base na variabilidade geológica, geomorfológica e pedológica (Meira, 2016). Nessa perspectiva, o foco recaía principalmente na identificação e descrição desses elementos. No entanto, ao longo do tempo, essa abordagem foi sendo ampliada, passando a incorporar uma compreensão mais integrada do papel do meio físico na estruturação das paisagens contemporâneas, especialmente no que diz respeito às suas interações com os sistemas biológicos (Gray, 2004; Gordon et al., 2012).

Nesse processo de ampliação conceitual, destacam-se as contribuições de Jorge Xavier da Silva e Jorge Brilha, cujos trabalhos foram fundamentais para a consolidação e problematização do conceito no Brasil (Brilha, 2005; Xavier da Silva et al., 2001). Esse movimento também dialoga com abordagens sistêmicas da paisagem, que compreendem os elementos abióticos como base estruturante dos sistemas ambientais (Rodriguez et al., 2004; Sochava, 1977).

A partir dessa inflexão, a geodiversidade deixa de ser entendida apenas como expressão da variabilidade do meio físico e passa a ser interpretada como elemento ativo na organização ecológica das paisagens (Gray, 2004; Silva et al., 2018). Nesse contexto, os trabalhos de Xavier da Silva assumem papel central ao propor a quantificação da

geodiversidade por meio de índices espaciais, permitindo sua aplicação na análise da biodiversidade e no planejamento ambiental (Xavier da Silva et al., 2001).

Essa aproximação entre geodiversidade e biodiversidade implica reconhecer o meio físico como condicionante das dinâmicas ecológicas, na medida em que estabelece as condições sob as quais os organismos vivem e se desenvolvem (Odum; Barret, 2013; Soberón; Nakamura, 2009). Processos associados à dinâmica fluvial, à formação dos solos e à variabilidade do relevo atuam de forma integrada na definição dessas condições, influenciando a disponibilidade de energia, água e nutrientes e, conseqüentemente, a distribuição das espécies (Christofoletti, 1980; EMBRAPA, 1979). Assim, a organização dos sistemas biológicos passa a ser compreendida em estreita relação com a estrutura e o funcionamento do meio abiótico.

Dessa forma, a variabilidade ambiental assume papel central na sustentação das cadeias tróficas, uma vez que amplia o conjunto de condições ecológicas disponíveis em uma mesma unidade espacial (Whittaker, 1975; Wu, 2004). Ambientes caracterizados por maior heterogeneidade abiótica tendem a apresentar maior diversidade de nichos, favorecendo a coexistência de organismos com diferentes exigências ecológicas (Dueser; Shugart, 1978; Soberón; Nakamura, 2009). Essa heterogeneidade se manifesta na forma como os elementos físicos se articulam espacialmente, configurando mosaicos ambientais complexos (Zonneveld, 1989; Ross, 2009).

A variabilidade do relevo, a diversidade dos solos e a dinâmica hidrológica constituem dimensões interdependentes da geodiversidade (Borba, 2011; Meira, 2016). Gradientes de declividade e orientação de vertentes influenciam a incidência de radiação solar e a retenção de umidade, enquanto as propriedades dos solos condicionam o desenvolvimento da vegetação (EMBRAPA, 1979). Os fluxos de água superficiais e subsuperficiais controlam regimes de drenagem e saturação, criando zonas com diferentes níveis de disponibilidade hídrica (Christofoletti, 1980). A interação entre esses fatores produz variações espaciais responsáveis pela configuração de ambientes ecologicamente distintos.

Como resultado, a geodiversidade não atua apenas como suporte passivo, mas como elemento estruturante da organização espacial dos habitats (Borba et al., 2016; Silva et al., 2018). A combinação entre relevo, solos e hidrologia gera arranjos ambientais nos quais diferentes condições coexistem em áreas adjacentes, favorecendo a diversidade biológica (Borba et al., 2016).

Nesse contexto, a variação altitudinal pode ser compreendida como uma das expressões mais evidentes dessa integração, ao introduzir gradientes contínuos de temperatura, umidade e radiação ao longo do relevo (Cox et al., 2019; Sinha, 2018). Esses gradientes configuram processos de zonação altitudinal, refletindo mudanças nas condições ambientais e influenciando diretamente a distribuição da vegetação (Whittaker, 1975; Odum; Garret; 2013).

Em áreas com maior amplitude altimétrica, essas variações se intensificam, favorecendo a formação de zonas ecológicas mais bem definidas, nas quais comunidades vegetais respondem a combinações específicas de fatores ambientais (Odum; Garret, 2013; Cox; Moore; Ladle, 2019).

Sob a perspectiva da biogeografia, essa organização resulta da interação entre múltiplos fatores do meio físico. A declividade e a orientação das vertentes influenciam padrões de insolação e umidade, enquanto as características dos solos e a dinâmica hidrológica condicionam a disponibilidade de nutrientes e água (Odum; Garret, 2013; Caglioni, et al, 2018; Cox; Moore; Ladle, 2019).

Como resultado, a zonação altitudinal materializa a articulação entre fatores abióticos, gerando mosaicos ambientais e diferentes formações vegetais ao longo do relevo (Caglioni et al, 2018; Dias et al, 2005). Nesse sentido, a altitude atua como elemento integrador da geodiversidade, sintetizando processos que condicionam a organização da biodiversidade.

Nesse contexto, a área de estudo corresponde às Serranias de Descoberto, um conjunto de elevações localizado na Zona da Mata mineira, caracterizado por um compartimento geomorfológico distinto em relação ao seu entorno imediato. Inserida no domínio dos “mares de morros” (Ab’Saber, 1967), a área se destaca por apresentar maior amplitude altimétrica e relevo mais acidentado em comparação às superfícies colinosas predominantes nas áreas adjacentes. Essa configuração resulta em um mosaico de formas de relevo que inclui vertentes íngremes, vales encaixados, topos suavizados e planícies de inundação, evidenciando a atuação integrada de processos geomorfológicos, hidrológicos e estruturais. Do ponto de vista ambiental, a área apresenta variações significativas na cobertura vegetal e no uso da terra, com a coexistência de formações florestais, áreas antrópicas e ambientes higrófilos, refletindo a heterogeneidade das condições físicas locais.

As Serranias de Descoberto, recorte espacial desta pesquisa, configuram um compartimento morfoestrutural de exceção dentro do domínio dos mares de morros, individualizado por um conjunto de serras (Relógio, Boa Vista, Descoberto, Grama, Triunfo e Paulos) cuja paisagem é fortemente condicionada por uma base geológica rica em lineamentos estruturais, responsáveis tanto pela fragmentação dos topos de morro quanto pela retificação de trechos da drenagem local, como o Ribeirão da Grama. Essa estrutura sustenta um relevo de vales encaixados, vertentes íngremes e topos abruptos, sobre o qual se organiza um mosaico vegetal nitidamente estratificado pela altitude, com a presença da pastagem e da floresta semidecídua nas porções inferiores às formações arbustivo-herbáceas e rupícolas associadas a afloramentos rochosos nos pontos mais elevados, intercalado por áreas agrícolas diversificadas conforme o compartimento e por ambientes higrófilos junto ao córrego da Grama. Essa combinação de fatores físicos e bióticos confere à área um caráter ambientalmente heterogêneo, que a torna especialmente propícia à investigação das relações entre geodiversidade e organização dos habitats.

Tais características tornam as Serranias de Descoberto um espaço particularmente adequado para a análise das relações entre variabilidade abiótica e organização dos habitats, uma vez que concentram, em uma mesma unidade espacial, elevada diversidade de formas de relevo, processos geomorfológicos e condições ambientais.

Diante dessa articulação entre variabilidade abiótica e organização dos habitats, coloca-se como questão central compreender de que maneira a geodiversidade atua na configuração espacial dos diferentes tipos de habitat e em que medida a heterogeneidade do meio físico pode explicar variações na diversidade e na distribuição desses ambientes. Assim, este trabalho busca analisar a relação entre geodiversidade e organização dos habitats, investigando se áreas com maior variabilidade do meio físico tendem a concentrar maior diversidade de habitats.

1.2 – Hipótese

Áreas com maior diversidade abiótica (geodiversidade) estão intrinsecamente relacionadas a áreas com maior riqueza/variedade de *habitats* (diversidade biótica), necessitando assim, de ações de conservação efetivas e direcionadas.

1.3 – Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Compreender as relações entre a geodiversidade e a variabilidade de *habitats*, por meio de comparação espacial entre os elementos presentes na área de estudo.

1.3.2 Objetivos Específicos

Enumeram-se, enquanto objetivos específicos do presente trabalho:

- i. Compreender os aspectos físicos fundamentais para a área de estudo;
- ii. Entender e visualizar a distribuição e o papel ecossistêmico dos habitats em um ambiente diverso, com diferentes condições de subsistência;
- iii. Compreender os impactos e os efeitos do meio físico na distribuição dos habitats;
- iv. Apreender a espacialidade dos elementos abióticos na paisagem, diferenciando os diferentes níveis de concentração da geodiversidade observada na área de estudo.

1.4 – Justificativa

Com base no apresentado, retoma-se a questão motivadora desse projeto: a ainda limitada articulação entre os elementos abióticos e os bióticos na literatura, especialmente no que se refere a abordagens que os considerem de forma integrada e complementar. Nesse contexto, observa-se a necessidade de maior aprofundamento e consolidação de bases teóricas que sustentem análises mais articuladas. É nesse ponto que a pesquisa aqui descrita se justifica, ao buscar contribuir para a aproximação entre esses elementos, de forma a possibilitar interpretações mais integradoras acerca da paisagem.

Isso também motiva a escolha da área de estudo, se tratando de uma região com uma amplitude topográfica muito interessante, cenário esse que, de acordo com as leituras preliminares (Schmidlin, 2004; Carvalho; Carvalho, 2012), propicia a variabilidade de habitats na área, devido à sua amplitude local e à zonação que isso engendra.

Dessa forma, essa pesquisa ambiciona para além do já exposto, também reafirmar a importância das serras e das montanhas tropicais no tocante ao seu papel ecossistêmico enquanto corredores ecológicos e potenciais ilhas de habitat que, mesmo com a presença do

efeito da sazonalidade, acaba sendo vital para determinadas espécies e determinadas localidades, sendo inclusive um fator que estimula a variabilidade, visto que, conforme a literatura traz, as faixas de vegetação em áreas elevadas são distintas entre si, apresentando uma alta variabilidade de espécies animais e vegetais, e de fatores abióticos.

CAPÍTULO 2 – BASES TEÓRICAS E CONCEITUAIS

2. Referencial Teórico

2.1 – Estado da arte das pesquisas em geodiversidade

Para compreender o conceito de geodiversidade, é importante que se faça um resgate histórico conceitual que demonstre o contexto que culminou na formação do mesmo. Dessa forma, por mais que em 1940 seja o ano no qual ocorre o primeiro registro do termo “geodiversidade” sendo utilizado em um trabalho científico, a lógica abordada pelo geógrafo argentino Frederico Alberto Daus foi diferente da corrente teórica atual, com o autor empregando o termo como sinônimo de diversidade geográfica (Meira, 2016).

Após isso, na década de 1990, em momento posterior à Conferência da Organização das Nações Unidas de 1992 (Borba, 2011), o termo foi “reprojetado”, recebendo um contexto mais alinhado a um caráter ambientalista, voltado para a proteção e preservação dos aspectos abióticos da paisagem. Isso foi um fator importante para as Ciências da Terra como um todo, pois possibilitou uma nova forma de se compreender a paisagem, focando na vertente abiótica que compõe a mesma (Meira, 2016).

Com isso, diversos autores se debruçaram sobre a geodiversidade na tentativa de delimitar o que seria esse conceito e quais suas aplicações possíveis, originando diferentes abordagens e definições sobre o tema, que vão desde aquelas mais amplas, que entendem esse campo de conhecimento como sendo relacionado ao estudo do patrimônio geológico e cultural de uma região (Meira, 2016; 2020), até aquelas que veem a "geodiversidade" como a análise e a mensuração das interações entre o ambiente físico (Xavier da Silva, 2001; Brilha, 2005; Araújo e Pereira, 2017; Meira, 2020).

Por mais que inicialmente o conceito tenha estado fortemente ligado ao conceito de biodiversidade (Moreira, 2020), não foi necessário muito tempo para que os pesquisadores da temática comessem a entender ambos enquanto coisas distintas que sim, possuem uma relação intrínseca.

Nesse escopo, começaram a ser formuladas definições para a geodiversidade que trouxessem esse caráter emancipador, em um processo de caracterização do conceito que, por mais que ainda não esteja plenamente definido, já traz uma coesão e um alinhamento em suas definições. Por esse esforço se destacam nomes como:

Sharples (1993), que traz uma definição da geodiversidade que se coloca como contraponto à proximidade com a biodiversidade, refletindo seu contexto histórico de criação, no qual, para ele, a geodiversidade pode ser definida como a diversidade de feições e sistemas de caráter abiótico do planeta. Trazendo ainda uma complementação, Sharples (1995) acrescenta que a geodiversidade deve ser compreendida como a diversidade geológica, geomorfológica e de solos, em conjunto com os sistemas e processos que os originaram.

Rodriguez, Silva e Cavalcante (2004), que definem a geodiversidade pela sua associação à variabilidade genética do planeta, sendo a base para as especificidades (climáticas, de vegetação, faunísticas) que ocorrem nas distintas regiões da Terra, sendo uma forma de ressaltar os elementos geográficos que permeiam o globo e uma das proposições mais holísticas acerca da geodiversidade, por considerar as relações entre o biótico e o abiótico em sua concepção.

Gray (2004, p.8, tradução do autor), que trata a geodiversidade como “a variedade natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (formas de relevo, processos) e do solo”.

Nieto (2001, p.7) que diz que “a geodiversidade é formada pelo número e pela variedade de elementos (estruturas e materiais geológicos) que constituem o substrato de uma região a qual está sob influência de atividades orgânicas, naturais e antrópicas”.

Brilha (2005, p.17), que em conjunto com a *Royal Society for Nature Conservation* define a geodiversidade como sendo “a variedade de elementos geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são suporte para a vida na Terra”.

E pensando na geodiversidade a partir de uma lógica geográfica, Lopéz (2005), que a define como sendo:

“A distribuição espacial de complexos territoriais diferenciados em distintas escalas geográficas, onde seu estudo comporta dois desafios metodológicos centrais: a) a elaboração de modelos de multiescalaridade e; b) o desenho de métodos de leitura e interpretação dos lugares no espaço global” (Lopéz 2005, p.144, tradução do autor).

A nível de Brasil, também foi conduzido um esforço da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) para se chegar a uma definição sobre o conceito. Logo, eles chegaram a uma definição

que vem guiando os trabalhos da agência desde o ano de 2006, quando foi realizado o mapeamento da geodiversidade do Brasil na escala 1:2.500.000:

“[...] a natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, águas, solos, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico [...]” (CPRM, 2006, p.4).

Alguns autores ainda consideram a influência antrópica como fator que deve ser levado em conta na definição da geodiversidade, já que seria “[...] inegável que a sociedade tem modificado a paisagem, ao criar elementos e dinâmicas geomorfológicas, por meio da canalização de rios, aumento dos processos erosivos ou acúmulo de rejeitos de mineração [...]” (Meira, 2020). Sendo citados por Meira (2020) exemplos para isso, como sendo as terras pretas brasileiras, que tem sua origem ligada a determinados povos indígenas brasileiros, e o descongelamento do *permafrost* em regiões de alta latitude.

De igual forma, alguns autores como Pereira e Ruchkys (2016) incluem os solos como variável no cálculo do índice de geodiversidade aplicado à APA Sul da RMBH, mas os associa diretamente à fitoecologia e à dinâmica da biodiversidade na interpretação final. A inclusão dos solos junto a elementos bióticos, mesmo em análises voltadas ao meio físico, revela um reconhecimento tácito de sua função ecológica, que vai além da mera composição geológica. Pizani e Ruchkys (2020) abordam os solos como sendo um suplemento às camadas de geologia, relevo e hidrografia, tirando dele o mesmo peso das demais; devido ao fato de os solos também abrigarem intensa atividade biológica (microfauna, raízes e matéria orgânica) o que explica no caso dos autores citados acima, sua preferência por inserirem em seus modelos elementos mais “estáveis” do ponto de vista geológico.

Autores como Lapa e Rocha (2026), já abordam os solos como uma classe abiótica, mesmo sinalizando sua interseção com os elementos bióticos, tal qual tratado por Pereira e Ruchkys (2016) e Pizani e Ruchkys (2020), porém afirmam a importância do mesmo enquanto agente “físico” presente na paisagem, assim atuando como um intermediário ativo entre as classes totalmente bióticas, que no caso do artigo deles atende somente ao Uso e Cobertura, mas que poderia ser voltado para fauna no geral.

Dessa forma, pode-se concluir que, por mais que o conceito ainda esteja sendo delimitado e definido, carecendo de uma definição “oficial”, os diferentes pesquisadores que se debruçam sobre essa temática acabam por caminhar em uma mesma direção, considerando (de forma genérica) a geodiversidade como sendo a relação entre os elementos abióticos da paisagem, que possui relações com os elementos bióticos da mesma por servir como “base” para toda a fauna, flora e sociedade existentes.

2.2 – Intersecção entre o abiótico e o biótico

É notório que nas primeiras discussões a respeito da geodiversidade, ainda havia uma união entre a mesma e a biodiversidade, quase como se uma apenas existisse em função da outra, seja a geodiversidade propiciando/suportando a biodiversidade, ou a geodiversidade enquanto semelhante à biodiversidade, porém com outro foco. Essa segunda forma de se pensar foi a que vigorou nas discussões, sendo uma linha de pensamento que segue viva nas discussões, visto que houve uma dissociação entre os conceitos, garantindo a “individualidade” de ambos.

Essa cisão, historicamente construída, tem sido objeto de revisões em diferentes campos do saber. Autores como Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) e Sochava (1978) evidenciam o esforço de superação dessa dicotomia por meio de abordagens integradoras, capazes de pensar o planeta como totalidade funcional.

Afinal, “a natureza é constituída de elementos de cunho biótico e abiótico. A paisagem é fruto da relação indissociável desses dois aspectos [...]” (Meira, 2016, p.20), tratar desses dois conceitos de forma separada é algo que pode ser feito, desde que se considere a intrínseca relação entre eles.

Assim, muitos foram os pensadores que se dedicaram a compreender e estudar a geodiversidade de forma individualizada, porém existem alguns que em seus esforços se dedicaram a compreender as relações que a geodiversidade desempenha na paisagem, realizando, de forma indireta, a reaproximação dos conceitos de abiótico (geodiversidade) e biótico (biodiversidade). Dentre esses se destacam Rodriguez, Silva e Cavalcante (2004), que em sua definição de geodiversidade levam em conta a vegetação e as demais especificidades que ocorrem na natureza.

Também se junta a essa discussão Xavier da Silva et al (2001), que traz uma proposta metodológica para a classificação da geodiversidade em função da biodiversidade, onde a geodiversidade entraria enquanto subsídio para auxiliar estratégias de conservação da paisagem, assumindo que existe a “premissa de consenso entre a variabilidade de características físicas e socioeconômicas de uma área e fator preponderante para que haja variabilidade das características bióticas (fauna e flora) desta mesma área” (Dias et al, 2005, p. 152).

Nesse contexto, os serviços ecossistêmicos representam uma ponte teórico-metodológica entre os domínios físico e biológico da paisagem, conforme discutido por Gray (2013) e sistematizado por Silva, Mansur e Nascimento (2018). Essa abordagem reforça a utilidade da geodiversidade não apenas como estrutura de base, mas também como agente funcional na manutenção e suporte da biodiversidade.

Assim, se constata a proximidade entre esses conceitos, desde sua origem até suas recentes aplicações. A dissociação entre o biótico e o abiótico é parte de um processo histórico analítico que priorizava a compreensão das partes de forma isolada em função do todo, indo contra o pensamento dialético proposto por Engels (2020), que preza pelas relações entre as partes para então compreender a completude dos fatos.

Gordon et al (2012) representa muito bem esse pensamento quando traz a geodiversidade enquanto elemento fundamental aos serviços de suporte às atividades humanas e biológicas, contribuindo para a regulação ambiental, na provisão e nos serviços culturais. Essa perspectiva também está presente na definição institucional da CPRM (2006), que associa a geodiversidade não apenas à base física da vida, mas também ao seu valor científico, cultural e turístico, conforme aprofundado por Borba e Sell (2018).

Dessa forma, para uma compreensão que permita discutir e dialogar acerca da paisagem que permeia a superfície do globo, é necessário compreender os fatores que compõem essa paisagem de forma integral, observando onde os mesmos confluem e onde eles se afastam – se, efetivamente, se afastam. Nesse escopo, Vernadsky (2019) foi um dos pioneiros ao propor essa aproximação dialética entre os domínios biótico e abiótico. Sendo um químico de formação, mas com trajetória voltada à ecologia, o autor formulou uma visão em que matéria e energia operam em interação constante. Como também ressaltam Trubetskova (2004) e o próprio Vernadsky (2019), a vida atua como força geológica ativa,

reorganizando a matéria e a energia na superfície terrestre, o que reforça sua inseparabilidade em relação aos processos abióticos.

Se tratando de sua obra *Biosfera* (1926), Vernadsky define o conceito que nomeia o livro como “a superfície do nosso planeta, sua biosfera, sua área exterior, delimitando-a do ambiente cósmico” (Vernadsky, 2019, p.13), propondo que os processos e fenômenos naturais operam em consonância, como partes de um único "corpo". Nas palavras do autor: “O organismo vivo da biosfera deve agora ser estudado de forma empírica, como um corpo particular, integral, não reduzível aos sistemas físico-químicos conhecidos [...]” (Vernadsky, 2019, p.31).

Como destacam Vicente e Perez Filho (2003) e reforçam Silva, Mansur e Nascimento (2018), a superação da visão fragmentada da paisagem exige uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, capaz de articular o biótico e o abiótico sob um mesmo campo de análise.

Assim, pode-se vislumbrar que o esforço para estabelecer uma conexão entre o biótico e o abiótico vem sendo um tema historicamente caro, sendo um campo do conhecimento explorado desde o século XX. O resultado desse esforço possibilita uma melhor compreensão acerca dos elementos que compõem a paisagem e como eles se relacionam, propiciando avanços interpretativos e metodológicos, como aqueles presentes nas contribuições de Xavier da Silva et al. (2001) e Dias et al. (2005), voltadas ao mapeamento da geodiversidade em função da biodiversidade.

2.3 – Habitats e sua importância biológica/ecológica

O conceito de habitat pode ser definido conforme o dito por Odum e Garret (2013, p.312) como sendo sinônimo de “moradia” para os organismos (fauna e flora), possuindo assim papel determinante na dinâmica dos ecossistemas de pequeno, médio e grande porte. Essa definição vai de encontro com outra, dita por Rodrigues, Malafaia e Castro (2010, p.27), que dizem que habitat significa o “lugar onde o organismo vive, incluindo todas as suas dimensões: física, química e biológica; e num sentido mais restrito, refere-se a estrutura física de um ambiente”. Uma outra definição muito utilizada é a de Cox, Moore e Ladle (2019, p.329), que retratam o habitat como sendo o “tipo geral de ambiente dentro do qual um organismo vive”.

Segundo Freitas (1998), o habitat apresenta uma caracterização mais específica e bem definida, sendo compreendido como o conjunto de fatores independentes da densidade (como cobertura vegetal, espaço, água e clima) que oferecem as condições necessárias para a manutenção viável de uma população da espécie.

No âmbito da Biogeografia, a noção de habitat adquire maior complexidade ao ser articulada à distribuição espacial das espécies e à organização da paisagem. Nessa perspectiva, o habitat não se resume a um simples local de ocorrência, mas configura-se como uma unidade espacial derivada das interações entre fatores ecológicos e geográficos. Tal concepção está fundamentada em uma tradição teórica que relaciona o habitat a outras categorias analíticas, como nicho ecológico, território e paisagem (Odum; Barret, 2013; Cox; Moore; Ladle, 2019).

Do ponto de vista ecológico, o habitat é o fator que determina a distribuição de espécies, com diferentes habitats possibilitando diferentes espécies (Whittaker, 1975). De igual forma, a deterioração de um habitat desempenha um grande efeito nas espécies, onde a biodiversidade diminui alinhada a “saúde” do habitat, logo, habitats que estão sendo pressionados resultam em espécies que estão pressionadas (Cox, Morre e Ladle, 2019). E por consequência, habitats em melhor estado de conservação e preservação, tendem a apresentar uma biodiversidade mais estável e melhor consolidada.

Avançando um pouco, se faz necessário discutir brevemente o conceito de nicho ecológico junto ao habitat, sendo conceitos que por muitos anos eram tratados como correlatos pelos pesquisadores (Freitas, 1998), com o intuito de explicitar essa proximidade e demonstrar as diferenças entre eles. O nicho ecológico de uma espécie é, de acordo com Odum e Garret (2013, p.312) a junção entre o espaço físico habitado por aquela espécie e seu papel funcional na comunidade, sendo associado a como ele vive e interage com o “mundo a sua volta”. Soberón e Nakamura (2009) diferenciam o habitat como parte do nicho realizado, isto é, o espaço físico efetivamente ocupado por uma espécie dentro do conjunto mais amplo de possibilidades ecológicas.

Enquanto o habitat dita exclusivamente a localização de uma determinada espécie, o nicho pode ser utilizado enquanto indicador para, desde a distribuição da mesma, até elementos relacionados a reprodução (Odum e Garret, 2013), passando pela competição entre os indivíduos que ocupam aquele espaço. Dessa forma, por mais que sejam conceitos

semelhantes em sua origem, e que exista uma breve sobreposição do nicho frente ao habitat, os conceitos são diferentes e demandam tratamentos e interpretações distintas.

A partir dessa distinção, compreende-se que a distribuição dos organismos na paisagem não depende apenas da presença de um espaço físico adequado, mas também das condições ambientais que possibilitam a realização de determinadas funções ecológicas. Nesse sentido, os habitats representam a expressão espacial das possibilidades de nicho disponíveis, uma vez que suas características físicas, químicas e biológicas atuam como filtros ambientais para a ocorrência das espécies. Assim, paisagens com maior heterogeneidade ambiental tendem a apresentar diferentes condições ecológicas, favorecendo a coexistência de organismos com diferentes requerimentos e ampliando a diversidade de nichos disponíveis (Soberón; Nakamura, 2009).

Essa compreensão aproxima-se da perspectiva de Levin (2000), que destaca que a distribuição dos organismos resulta da interação entre diferentes escalas espaciais e temporais, nas quais as condições ambientais estabelecem filtros que favorecem ou restringem a ocorrência das espécies. Nessa abordagem, o nicho ecológico pode ser entendido como resultado das relações entre os organismos e os múltiplos fatores ambientais que condicionam sua persistência. Assim, a heterogeneidade do meio físico contribui para a formação de diferentes condições ecológicas, influenciando diretamente a organização dos habitats e a distribuição da biodiversidade.

Carvalho e Carvalho (2010) enfatizam o caráter integrador do habitat, destacando a interdependência existente entre os padrões funcionais e territoriais que o compõem em contextos específicos. De modo complementar, Cox, Moore e Ladle (2019) observam que os habitats fornecem os recursos físicos essenciais à manutenção das espécies, sendo delimitados por um conjunto de condicionantes ecológicos, evolutivos e socioambientais. Essa concepção tem orientado o desenvolvimento de modelos preditivos e a construção de bases de dados georreferenciadas, amplamente empregadas na delimitação de habitats e na definição de áreas prioritárias para conservação (Soberón; Nakamura, 2009; Miranda; Matos; Orge, 2024).

Sob a ótica da Geografia, o habitat deve ser compreendido não apenas como uma categoria da Ecologia, mas como uma unidade que se articula à lógica da espacialidade e da escalaridade dos sistemas geográficos. Nesse sentido, o estudo de Lapa, Marques Neto e Rocha (2024) contribui ao propor o habitat como entidade multiescalar, cuja expressão pode ser observada desde micro-habitats localizados até grandes compartimentos regionais.

2.4 – Micro e mesohabitats: uma questão escalar

A questão escalar é algo que se faz intrínseco à discussão do habitat (Freitas, 1998), sendo um debate que vem contando com a participação de diversos pesquisadores, e que não apresentou ainda um consenso quantitativo para as medidas e dimensões dos habitats.

A escalaridade constitui um aspecto central na análise de padrões e processos ecológicos, especialmente no contexto da estruturação dos habitats. Wu (2004, p. 125) destaca que a heterogeneidade espacial é inerente às paisagens e está intrinsecamente condicionada à escala de observação, o que implica que diferentes padrões emergem em distintas resoluções espaciais e extensões geográficas. Essa dependência de escala reflete-se diretamente na configuração dos habitats, cuja delimitação e funcionalidade variam conforme o nível de análise adotado.

Como o autor observa, “a paisagem revela seus padrões característicos apenas quando o nível de análise se aproxima da escala operacional do fenômeno em estudo” (Wu, 2004, p. 127), ressaltando que métricas espaciais, como número de manchas, densidade de bordas e índice de forma, apresentam comportamentos previsíveis e passíveis de modelagem em escalas específicas. Ademais, argumenta que a escalaridade não deve ser encarada como um problema analítico, mas como uma oportunidade para compreender as múltiplas hierarquias e a complexidade estrutural dos sistemas paisagísticos (Wu, 2004, p. 134). Nesse sentido, o reconhecimento da escalaridade dos habitats é fundamental não apenas para sua caracterização precisa, mas também para o aprimoramento das estratégias de conservação e planejamento ambiental.

Porém, do ponto de vista qualitativo, o habitat forma um gradiente que pode ser dividido em três escalas de observação: o Microhabitat, o Mesohabitat e o Macrohabitat. Assim, para cada um deles existe uma definição e uma aproximação escalar também qualitativa já consolidada pela literatura, sendo elas:

- Macrohabitat: “é o habitat na escala geográfica” (Freitas, 1998, p.28), sendo constituído por uma combinação de fatores climáticos e geológicos próprios. Sua aproximação escalar está alinhada aos biomas, assim como aos domínios morfoclimáticos de Ab’Saber (1971). Os estudos de macrohabitat são geralmente estudos biogeográficos (Cerqueira, 1995).

- Mesohabitat: “é o habitat estudado numa escala regional” (Freitas, 1998, p.30), sendo constituído por um conjunto de fatores climáticos, topográficos, edáficos e hidrológicos próprios. Sua aproximação escalar está alinhada a classes de uso e cobertura da terra, tais quais Mata de Restinga, Brejo e Campina Suja (Cerqueira; Fernandez; Quintela, 1990).
- Microhabitat: “é o habitat imediato ao animal” (Freitas, 1998, p.30; Dueser; Shugart, 1978), tendo sua estrutura determinada por microclimas, solos e hidrologia próprios, dentre outros fatores microambientais específicos (Cloudsley-Thompson, 1967). Sua aproximação escalar está alinhada ao dossel e a serrapilheira (Cox, Morre e Ladle, 2019, p.27).

Tendo sido feitas essas apresentações, se introduz agora um novo fator. Com o avanço das pesquisas biogeográficas, diversos autores se propuseram a apresentar tentativas quantitativas para o enquadramento dessas classes qualitativas do habitat, sendo Sinha (2018) um deles.

O autor trata as escalas em sua obra utilizando quatro escalas qualitativas, apresentando também seus exemplos e suas considerações quantitativas. Assim, as classes apresentadas por Sinha (2018) foram:

- Microhabitat: com uma amplitude escalar que se compreende entre cm^2 e m^2 , essa classe pode ser caracterizada como sendo folhas, solos, fundos de lago, praias, vertentes, margens e patamares.
- Mesohabitat: com uma amplitude escalar que se compreende entre o m^2 até 10.000km^2 , essa classe está relacionada a influência do clima e geomorfologia regionais, solos, pequenas florestas, cavernas e rios.
- Macrohabitat: possui uma amplitude indo de 10.000km^2 até $1.000.000\text{km}^2$, possuindo o tamanho de países, biomas e ilhas como um todo.
- Megahabitat: possui uma amplitude que não teve seus limites delimitados, sendo todas as áreas maiores que $1.000.000\text{km}^2$, o que compreende continentes em sua escala.

Caminhando segundo o proposto por Sinha (2018), se abre um novo caminho interpretativo, que possibilita o enquadramento de unidades da paisagem dentro dos tipos de habitat. Importante ressaltar que, por associação a suas definições qualitativas, podemos concluir que temos um padrão, com a única diferença sendo o esforço realizado na quantificação dessas definições.

Como a presente pesquisa almeja seguir em uma escala de 1:50.000 em sua abordagem, já se observa que algumas classes não se enquadram nessa abordagem, sendo assim, os macrohabitats e os megahabitats ficam de fora da discussão mais aprofundada, visto que não seriam possíveis de observar na escala selecionada.

Essa quantificação dos habitats abre muitas portas para a compreensão e identificação dos mesmos na paisagem, sendo isso um ponto de encontro entre os habitats e a geodiversidade, visto a riqueza de detalhes sobre o meio abiótico que serão levantados e poderão ser “re-observados” frente a escala do habitat, modificando e, em alguns casos, refinando a sua interpretação.

2.5 – Relações entre habitats e as unidades geográficas

Considerando a geodiversidade como uma leitura sistêmica da paisagem, a abordagem do habitat adotada neste trabalho está diretamente associada à articulação entre os elementos abióticos e bióticos da área de estudo. Para dar conta dessa complexidade, optou-se pela adoção da abordagem geossistêmica russo-soviética (Sochava, 1971; 1977; 1978; Ross, 2009; Cavalcanti, 2013), que historicamente concebe o espaço geográfico como resultado da interação entre fatores físicos e biológicos. Essa tradição fornece um arcabouço conceitual que permite associar escalas espaciais a tipos de habitat, favorecendo uma leitura integrada.

Antes de avançar na correspondência entre geossistemas e habitats, é importante reconhecer que o conceito de habitat já foi mobilizado na Geografia, embora com sentidos distintos. Destro (2016) observa que, historicamente, o habitat esteve relacionado à ideia de ecúmeno, com forte carga social e subjetiva — diferentemente da concepção ecológica de lugar físico concreto.

Neste trabalho, assume-se a interpretação do habitat em perspectiva biogeográfica, aproximando-o das unidades geográficas que guardam maior afinidade com a lógica ecológica. Para isso, foram selecionadas categorias do modelo escalar proposto por Sochava (1978), organizadas conforme sua equivalência aproximada com os níveis de habitat propostos por Sinha (2018):

- Microhabitats: incluem unidades como o **Geômero Elementar**, caracterizado pela homogeneidade ecológica local (Sochava, 1978; Cavalcanti, 2013), e a **Fácies**,

definida por uniformidade em fatores como rocha-mãe, microclima e posição topográfica (Cavalcanti, 2013).

- Mesohabitats: correspondem a unidades mais amplas e integradas, como o **Trato** (associação funcional de fácies interligadas) (Isachenko, 1973; Cavalcanti, 2013), a **Espécie** (áreas morfogeneticamente similares) (Isachenko, 1991 apud Cavalcanti, 2013), o **Gênero** (tipos de relevo e complexidade ecológica) (Beruschashvili, 1989 apud Cavalcanti, 2013), **Lugar/Site** (são partes de uma feição única de terras; representando tanto partes específicas do relevo, como outras formas) (Ross, 2009) e o **Sítio** (unidade morfopedológica com variações internas) (Cavalcanti, 2013). Essas categorias expressam compartimentos ambientais que operam como habitats funcionais em escala intermediária.
- Macrohabitats: representados pelo **Geoma**, definido como unidade tipológica mesorregional com atributos estruturais e dinâmicos similares (Sochava, 1977; Cavalcanti, 2013). Nesse nível, a associação com a cobertura vegetal regional e com a morfoestrutura permite identificar habitats de escala mais ampla.

Essas aproximações permitem concluir que há uma relação concreta entre o conceito de habitat e diversas unidades de análise geográfica, favorecendo uma interessante convergência entre o funcional e o espacial – o que pode ser atestado por Lapa, Marques Neto e Rocha (2024), que fazem semelhante relação, porém na via contrária. Em ambos os contextos, a abordagem geossistêmica se insere de forma clara, dada sua flexibilidade escalar que sustenta a formulação de suas tipologias (Sochava, 1978).

O estabelecimento dessas relações torna possível o reconhecimento mais preciso dos habitats dentro do campo do conhecimento e da prática geográfica, uma vez que a definição de escalas mais precisas facilita sua cartografia e aprimora a compreensão de seu papel na funcionalidade da paisagem. Assim, trata-se de um esforço que não gera limitações escaláveis, mas, ao contrário, abre novas possibilidades e correlações que enriquecem a discussão desses conceitos.

CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

3. Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada nesta pesquisa foi delineada com o propósito de integrar abordagens teóricas, espaciais e empíricas que permitissem compreender de forma articulada as relações entre geodiversidade e habitats na paisagem da área de estudo. Para tanto, o trabalho foi desenvolvido com cinco etapas metodológicas centrais, cujas durações variaram conforme o cronograma de pesquisa: (i) a revisão conceitual-bibliográfica; (ii) a elaboração de uma base de dados consistente e robusta; (iii) a inserção e aplicação de índices e métricas de geodiversidade; (iv) a identificação e interpretação dos habitats mapeados; e (v) a sobreposição entre os dados de geodiversidade e de habitat gerados na pesquisa.

Essas etapas foram complementares entre si e visaram oferecer suporte conceitual, técnico e analítico para a consolidação dos objetivos do estudo. A revisão bibliográfica forneceu a base teórica necessária para o aprofundamento dos conceitos mobilizados; os índices de geodiversidade serão aplicados como ferramenta para quantificar a heterogeneidade do meio físico; e a análise dos habitats buscou reconhecer suas expressões na paisagem, tanto por meio de dados secundários quanto pela observação direta.

Paralelamente a essas etapas, foram realizadas incursões de campo com a finalidade de validar as interpretações realizadas em gabinete, reconhecer os habitats em escala local e aprofundar a caracterização das áreas que apresentaram destaque nas análises espaciais. Essa articulação entre dados empíricos e análises geoespaciais possibilitou validar e aferir maior robustez aos resultados e garantir maior fidelidade entre a representação cartográfica e a realidade observada.

3.1 – Revisão conceitual-bibliográfica

A etapa de revisão bibliográfica constitui-se como a de maior duração ao longo da pesquisa e desempenhou papel fundamental na estruturação teórico-metodológica do trabalho. Por meio dela, aprofundou-se o conhecimento acerca da geodiversidade, permitindo maior clareza quanto às abordagens analíticas existentes, bem como se explorou o conceito e a materialização dos habitats na natureza, sendo este um aspecto relevante, considerando que se

tratou da introdução de um conceito oriundo de outros campos do conhecimento para o âmbito da Geografia.

A revisão foi organizada por meio da leitura e fichamento de artigos, dissertações e teses encontradas nos repositórios livres, que eram diretamente relacionados às temáticas centrais da investigação, com o objetivo de consolidar um corpo teórico capaz de sustentar criticamente as análises e discussões posteriores. Essa abordagem foi escolhida por oferecer suporte metodológico sólido, capaz de orientar e enriquecer o desenvolvimento da pesquisa. Como destaca Minayo (1993, apud Echer, 2002, p.7), esse método “orienta o caminho do pensamento e da prática exercida na abordagem da realidade, alterando totalmente a qualidade do resultado pela forma como é realizada”.

Nesse sentido, a revisão bibliográfica configurou-se como etapa essencial, especialmente em uma pesquisa que se propõe a integrar distintas formas de conceber e interpretar a paisagem, buscando construir um resultado analítico que dialogue com ambas as perspectivas sem hierarquizá-las, estudando esses componentes da natureza de forma conjunta, por meio de suas conexões como dito por Pereira e Gonçalves (2025), sendo essa abordagem uma necessidade para o geógrafo que se aventura nesse campo de diálogo.

3.2 – Estruturação da base de dados

Para a presente pesquisa, a elaboração de uma base de dados confiável e de qualidade foi um ponto imprescindível, isso porque, para se chegar no índice de geodiversidade e para identificar os habitats presentes na área de estudo, as informações de entrada precisariam ser as mais fiéis possíveis para minimizar as discrepâncias entre o real e o “virtual”.

Por esse motivo, se priorizou a utilização de dados governamentais – tidos como dados oficiais – aliados a dados de satélite, oriundo do Modelo Digital de Elevação (MDE) *Forest and Buildings removed Copernicus DEM (FABDEM)* (Hawker et al., 2012). Assim, foram selecionados os seguintes dados como variáveis para a geodiversidade: lineamentos, litologia, número de canais, tipo de canais, número de canais de primeira ordem e relevo; e para auxiliar na identificação dos habitats foram utilizados os dados de Uso e Cobertura da Terra em um primeiro momento.

Dessa forma, esses dados e suas origens foram sistematizados na tabela abaixo (Quadro 1):

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas na pesquisa.

Variável	Fonte	Justificativa
Relevo	FABDEM (2024); classificado conforme Nunes et al. (1994)	Selecionada devido a importância do relevo para a paisagem, sendo o mesmo um reflexo das ações intempéricas, ao mesmo tempo que potencializa e reduz essas ações, a depender do contexto local;
Declividade	FABDEM (2024)	Utilizado para a classificação do relevo, sendo subsídio para ela (Marques Neto, 2022);
Hipsometria	FABDEM (2024)	Utilizado para a classificação do relevo, sendo subsídio para ela (Marques Neto, 2022);
Litologia	NOCE et al. (2003)	Selecionada por se tratar dos substratos formadores da área, sendo a base para as transformações da paisagem local;
Lineamentos	FABDEM (2024)	Selecionada por ser um forte indicador das zonas de fragilidade e áreas de tensão, fortemente associada a litologia;
Número de Canais Fluviais	IBGE (2013)	Utilizada devido a influência dos canais na construção da paisagem, quando mais canais, maior a influência das dinâmicas hidrológicas no local;
Tipos de Canais Fluviais	IBGE (2013)	Utilizada devido a forma dos canais (Retilíneo, Meandrante e Sinuoso), pois cada um desses tipos representa uma intensidade diferente para os canais, e conseqüentemente, tem um efeito diferente na erosão do local;
Número de Canais de Primeira Ordem	IBGE (2013)	Partindo do pressuposto que a abundância desses canais indicaria um elevado grau de dissecação do relevo, o que pode refletir outros processos presentes na paisagem, os mesmos também estão

		fortemente alinhados a dinâmica erosiva do local;
Uso e Cobertura da Terra	IBGE (1992); Google Earth PRO (2025)	Selecionado devido ao tamanho do pixel que o mesmo oferece, possibilitando uma classificação manual em nível de maior detalhe;
Temperatura Média	WorldClim (2017)	Recorte de 30 anos para a temperatura na região, indicando as áreas comumente mais frias e as mais quentes, sendo esse fator um limitador para a presença de habitats, gerando habitats selecionados;
Precipitação Média	WorldClim (2017)	Recorte de 30 anos para a precipitação média acumulada na região, indicando as áreas com maior influência das chuvas, possibilitando a identificação de habitats específicos adaptados a essa variável.

Importante destacar que esses dados foram validados para além de suas fontes. As incursões em campo permitiram a visualização de tais variáveis *in situ*, possibilitando uma prévia compreensão sobre como elas se comportam e como elas se destacam, ou não, na paisagem vigente nas Serranias de Descoberto.

3.3 – Cartografia das formas do relevo

Dentre os dados listados acima, o de relevo necessitou de outros dois para que pudesse ser cartografado, sendo eles a declividade e a hipsometria, com essa última sendo a base para que fossem geradas as curvas de nível.

Assim, seguindo a metodologia de Nunes et al (1994), esses dados base foram inseridos e ajustados para o contexto das Serranias de Descoberto, e a partir disso se deu um processo de classificação e identificação das formas do relevo presentes na área. Os dados base foram utilizados para que pudessem ser calculadas a dimensão interfluvial e a profundidade de dissecação para cada um dos macro elementos presentes no local de estudo (Ross, 1992; Marques Neto, 2022).

Foi observado a distribuição natural das feições do relevo no local, considerando os dados base de hipsometria e declividade para isso, entendendo assim onde “começam e

terminam” as formas ali presentes, de modo a, em conjunto com os dados de dimensão interfluvial e profundidade de dissecção, fosse possível nomear e identificar cada uma das formas presentes, seguindo os padrões descritos por Marques Neto (2022), obtendo assim o dado referente as formas do relevo presentes na área de estudo.

3.4 – Cartografia da geodiversidade

Com a base teórica consolidada e o levantamento inicial de dados sobre a região concluído, foi realizada a etapa de elaboração e cálculo do índice de geodiversidade para a área das Serras de Descoberto, abrangendo as serras do Relógio, da Boa Vista e dos Paulos. Essas unidades de relevo foram objeto de visitas de campo, com o intuito de aprofundar o conhecimento empírico da área e obter uma compreensão preliminar dos processos e interações paisagísticas presentes, conforme sugere Venturi (2011).

Para essa etapa, foi adotada a metodologia apresentada por Xavier da Silva et al. (2001), Dias et al. (2005), Brilha (2005) e Meira (2016; 2020). Os dados previamente levantados foram processados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando-se o software Quantum GIS, versão 3.34.5. Foram respeitadas as escalas cartográficas compatíveis com a área de estudo (1:50.000), e todas as variáveis que não se encontraram nesse padrão (caso da Litologia) passaram por um processo de normalização escalar. Os dados foram convertidos para os formatos vetorial e matricial, de modo a permitir a aplicação dos procedimentos analíticos subsequentes.

Para a elaboração do índice de geodiversidade, cada variável foi espacializada a partir de um gradeamento regular. Considerando que a área de estudo possui 127,9 km², foram definidas 1.024 quadrículas de 500m por 500m, abrangendo não apenas os limites da área principal, mas também uma zona de extrapolação de aproximadamente 500 metros em todas as direções. Essas quadrículas constituíram a base espacial de cálculo do índice, visto que, segundo Moreira (2016), o valor estimado por unidade reflete diretamente na quantificação da geodiversidade da área como um todo.

A partir do preenchimento dos dados em tabela correspondente a cada uma das quadrículas, foi aplicada uma fórmula para a obtenção do valor de geodiversidade unitária. Essa fórmula consiste na soma dos valores atribuídos às variáveis abióticas levantadas e analisadas, sendo representada da seguinte forma:

$$GdQ = R + L + NC + TC + NCPO + Li$$

onde, na fórmula aplicada, GdQ representa o índice de geodiversidade atribuído a cada quadrícula; R corresponde ao número de formas de relevo identificados na unidade; L refere-se à quantidade de litologias distintas presentes; NC indica o número de canais de drenagem que atravessam a quadrícula; TC diz respeito ao tipo morfológico desses canais; NCPO representa o número de canais de primeira ordem; e Li corresponde à quantidade de lineamentos estruturais mapeados, sejam eles relacionados ao relevo ou à rede de drenagem.

Com base nesse cálculo, foi obtido um total de 1.024 valores parciais de geodiversidade, os quais foram normalizados para a adequação escalar, e interpolados para a geração de um modelo contínuo, representando a distribuição espacial da geodiversidade total da área de estudo.

3.4.1 Normalização escalar

A Normalização Escalar consiste na padronização dos dados de riqueza ou variedade de elementos por quadrícula, com o propósito de mitigar os efeitos das discrepâncias decorrentes das diferentes escalas cartográficas empregadas (1:50.000 e 1:100.000). Tal procedimento visa à harmonização dos parâmetros analisados, garantindo comparabilidade entre unidades espaciais. A metodologia adotada baseia-se na divisão do valor de cada quadrícula pela média correspondente do parâmetro em questão, resultando em dados dimensionados relativamente à sua distribuição amostral. Essa normalização possibilita a integração das variáveis e sua posterior agregação para fins analíticos e cartográficos. Como destacam Slocum et al. (2013, p. 97):

“Uma consideração importante na construção de mapas coropléticos (ou temáticos) é a necessidade de padronização de dados, na qual os totais brutos são ajustados para diferentes tamanhos de unidades de enumeração/unidades escalares” (Tradução do autor).

sendo essa prática fundamental para evitar distorções visuais e analíticas em mapas temáticos. Essa abordagem também é coerente com as recomendações de Longley et al. (2005), ao se tratar da integração de dados provenientes de múltiplas fontes e escalas.

3.4.2 Interpolação

Após a contagem dos elementos de cada variável em suas respectivas quadrículas e a aplicação do processo de normalização escalar, os dados foram organizados em formato vetorial (.shp) e preparados para interpolação, conforme procedimento metodológico adotado por Moreira (2016), utilizando o método de Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância (IDW).

Essa técnica é caracterizada como um interpolador local, fundamentando-se na lógica descrita por Matos (2005, apud Gomes, 2021), segundo a qual:

“Os métodos Locais [...], para promover o processo de interpolação, levam em consideração toda a população amostral. Passam a rodar repetidamente os algoritmos para diversos recortes amostrais e para toda a amostra. Porém, por utilizarem toda a população, alguma alteração em um valor de entrada altera todos os outros” (Matos, 2005, apud Gomes, 2021, p.54).

pertencendo também ao “grupo” dos interpoladores exatos, pois como dito por Longley et al. (2005, p.335), “IDW fornece uma maneira simples de adivinhar os valores de um campo contínuo em locais onde nenhuma medição está disponível [...]; por esse motivo, IDW é descrito como um método exato de interpolação” (Tradução do autor).

Dessa forma, pode-se assumir que a interpolação IDW parte do princípio de que pontos amostrais mais próximos tendem a apresentar maior similaridade entre si, exercendo maior influência sobre os valores estimados do que aqueles mais distantes (Gomes, 2021). Para que essa técnica produza resultados eficazes, é essencial a existência de uma nuvem de pontos suficientemente densa, capaz de cobrir toda a área de interesse, de modo a permitir a estimativa dos valores nos espaços vazios com maior precisão, sobretudo em comparação com outros métodos de interpolação.

Considerando o somatório do número de elementos presente em cada uma das 1.024 quadrículas, a aplicação da interpolação IDW mostrou-se adequada à área de estudo, em especial devido à elevada densidade de pontos e ao espaçamento regular entre eles (500 m × 500 m). Nessa configuração, os pontos de maior valor sofrem menor influência dos vizinhos (sendo, na verdade, os principais influenciadores), enquanto os de menor valor tendem a ser mais influenciados por seus arredores imediatos (Gomes, 2021). Tal dinâmica permite a emergência de áreas de destaque espacialmente definidas, contribuindo para uma visualização mais robusta e interpretável dos resultados. Esse comportamento justifica a escolha do

método, dado seu desempenho satisfatório frente à estrutura espacial da base de dados utilizada.

3.5 – Identificação e classificação de habitats

Na outra frente que a pesquisa se debruçou, os habitats se apresentam enquanto uma unidade funcional da paisagem, sendo resultado da associação das condições climáticas, ecológicas e físicas que, conforme dito por Carvalho e Carvalho (2012). Nesse escopo, a formação de uma base para discussão dos habitats passa intrinsecamente pela elaboração de um acervo que compreenda, para além do ecológico, também o físico.

Dessa forma, seguindo o que orienta Xavier da Silva et al. (2001), esse processo de elaboração exige a construção de uma base de dados integrativa, que possibilite a troca e a comparação espacial entre as informações levantadas. Assim, foram utilizadas para possibilitar e embasar a identificação dos habitats os dados de relevo, precipitação, temperatura, hidrografia e o uso e cobertura da terra (Schmidlin, 2004; Carvalho; Carvalho, 2012).

Para deixar mais dinâmica essa identificação, e considerando a amplitude altimétrica da área, que possibilita a presença de diversos tipos de vegetação, o ambiente foi segmentado em três faixas de altitude relacionadas de forma direta com o que indica o IBGE em seu manual de vegetação (1992) visando possibilitar uma divisão que respeite os mosaicos de vegetação encontrados na área, considerando o padrão de zonation altitudinal local. Essa divisão então leva em conta os subtipos de vegetação definidos pelo IBGE como seu parâmetro, conforme pode ser observado no esquema presente no quadro (Quadro 2) abaixo:

Quadro 2 – Descrição da divisão realizada nas classes trabalhadas. Fonte: O autor.

Classificação adotada:	Divisão IBGE:	Altitude:
Faixa Inferior	Submontana	Até 500 m
Faixa Intermediária	Montana	Entre 500 m e 1000 m
Faixa Superior	Nebular	Acima de 1000 m

Um segundo critério adotado veio ainda antes da identificação dos habitats, e foi baseado no grau de antropização de cada uma das classes mapeadas no processo do uso e cobertura. Baseado em definições basilares da literatura, e no próprio empirismo desenvolvido pós-trabalho de campo (Venturi, 2011, p. 20), foram separadas as classes de uso que possuem relação direta com a sociedade humana, de modo a modificar a paisagem do local, impondo a ela um aspecto regular e padronizado (zonas de silvicultura e agricultura), um aspecto funcional (área urbanizada e pastagem) e um aspecto mais indireto, como no caso do solo exposto e dos corpos d'água.

As classes associadas à antropização direta (como áreas urbanizadas, agrícolas e de silvicultura) foram excluídas do mapeamento de habitats, por representarem unidades cuja dinâmica está fortemente condicionada à ação antrópica.

O solo exposto e os corpos d'água, por sua vez, apresentam especificidades distintas: o primeiro foi encontrado mais associado a áreas de plantio e pastagem, e o segundo, devido ao contexto histórico da região, demonstra que os corpos hídricos da região, além de serem testemunhas dos processos do ciclo do ouro, também ficariam fora da alçada interpretativa por uma questão da alçada do trabalho, sendo necessária uma abordagem distinta e mais detalhada para melhor identificação dos habitats aquáticos na região, principalmente nos canais mais interioranos.

Juntamente ao processo de identificação, os habitats também foram distinguidos de acordo com o estrato apresentado por cada um deles, sendo essa uma segmentação mais relacionada ao nível de proteção aquele habitat fornece para os seres vivos que ali existem (Borba et al., 2016). Dessa forma, foram elencadas as seguintes classes: Estrato Arbóreo; Estrato Arbustivo; Estrato Herbáceo; Estrato Herbáceo-Arbustivo, associadas puramente a forma com que os habitats identificados se apresentam de um ponto de vista aéreo.

Já na alçada da classificação, foi utilizado uma estrutura simples, mas que conectasse os fatores que, conforme a literatura informa (Schmidlin, 2004; Carvalho; Carvalho, 2012) seriam os essenciais para a formação de um habitat. Assim, foram sobrepostos os dados de relevo, uso e cobertura, os estratos encontrados e as faixas de altitude anteriormente citadas, conforme a seguinte estrutura: **Forma do Relevo + Uso e Cobertura + Estrato, em função da Faixa de Altitude encontrada**. Dessa forma, se relaciona o meio físico como a base para

que a existam os processos ecológicos, retomando o fator catalisador que as formas do relevo possuem (Carvalho; Carvalho,2012), facilitando a instalação de florestas, por exemplo, criando condições favoráveis para a sua manutenção.

3.6 – Relação entre a geodiversidade e os habitats identificados

A análise partiu da integração entre dados matriciais e vetoriais, realizada integralmente no ambiente do QGIS, com o objetivo de estabelecer relações espaciais entre os níveis de geodiversidade e as tipologias de habitat presentes na área de estudo.

Inicialmente, foi feita a padronização e a sobreposição das bases de dados, envolvendo o raster de geodiversidade e os arquivos vetoriais dos habitats. Nessa etapa, se verificou o sistema de referência espacial de cada camada, garantindo a compatibilidade entre elas e, quando necessário, realizando a reprojeção para um mesmo sistema. Esse cuidado foi fundamental para evitar distorções e assegurar a consistência das análises espaciais realizadas posteriormente.

Na sequência, realizou-se a integração das faixas altitudinais associadas aos habitats. Essas faixas, que originalmente estavam segmentadas, foram mescladas em um único arquivo vetorial. Na prática, isso significou reunir as três faixas altitudinais em uma única camada, sem alterar a lógica de classificação previamente estabelecida, funcionando mais como uma etapa de organização e simplificação para viabilizar as sobreposições que se seguiram.

Em seguida, foram realizadas as transformações no raster de geodiversidade, justamente para permitir seu diálogo direto com os dados vetoriais. O primeiro passo foi a vetorização (*polygonize*), convertendo o raster contínuo em polígonos. Depois disso, esses polígonos foram organizados a partir das classes de geodiversidade já definidas (muito baixa, baixa, média, alta e muito alta), estruturando o dado em unidades discretas que pudessem ser interseccionadas com os habitats.

Com essas duas bases preparadas, foi feito o recorte espacial (*clip/intersection*) entre os polígonos de geodiversidade e o arquivo de habitats. Essa etapa é central no procedimento, porque é nela que acontece, de fato, a integração dos dados: cada feição resultante passa a carregar simultaneamente a informação da classe de geodiversidade e do tipo de habitat, permitindo uma leitura conjunta da paisagem.

A partir da camada gerada, foram calculadas métricas espaciais, especialmente a área das feições (em km²) e sua porcentagem em relação ao total de cada classe de geodiversidade. Isso permitiu quantificar quanto cada tipo de habitat participa em cada nível de geodiversidade, criando uma base comparativa entre as classes.

Por fim, esses dados foram organizados em formato tabular, por meio do planilhamento das informações. Estruturou-se, assim, uma base contendo classe de geodiversidade, tipo de habitat, área e porcentagem. Essa etapa foi importante não só para facilitar a visualização dos dados, mas principalmente para permitir uma leitura mais analítica dos padrões espaciais, evidenciando relações de associação, predominância e distribuição entre geodiversidade e habitats.

Esses processos podem ser compreendidos com o auxílio do fluxograma abaixo (Figura 1), que foi gerado com o auxílio do ChatGPT (versão 4.0, OpenAI):

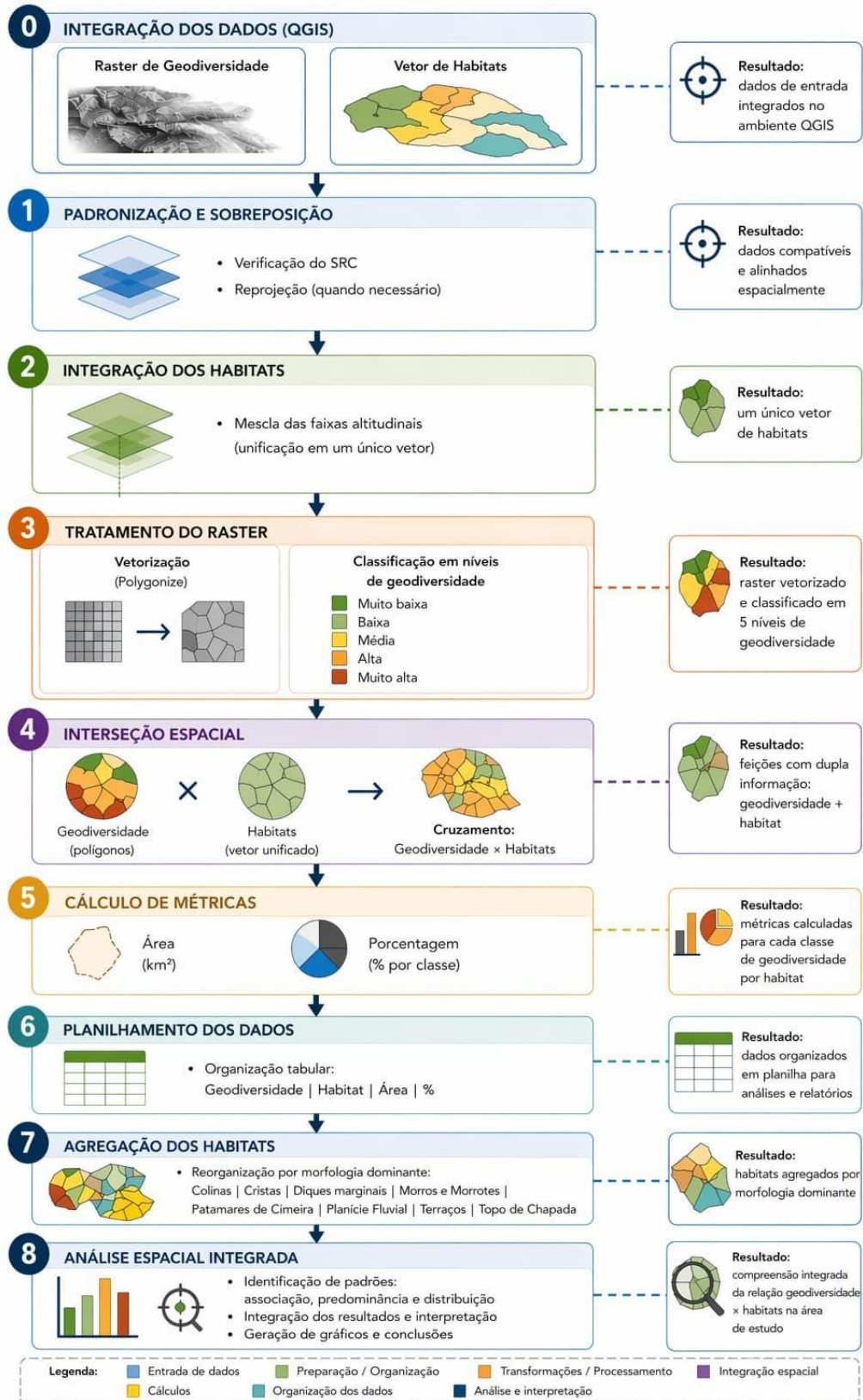


Figura 1: Fluxograma ilustrando o processo metodológico de análise conjunta entre a Geodiversidade e os Habitats. Organização: O autor.

CAPÍTULO 4 – SOBRE A ÁREA DE ESTUDO

4. Caracterização da Área

O recorte espacial selecionado para a pesquisa tange às Serras de Descoberto (que são compostas pelas Serras do Relógio, da Boa Vista, do Descoberto, da Grama, do Triunfo e dos Paulos, com proporções distintas entre si, sendo as maiores as do Relógio e da Boa Vista) representadas na Figura 2. Essa localização foi escolhida devido ao fato de se tratar de um compartimento ímpar na região, sendo uma área majoritariamente formada por morros de relevo “baixo” característico do domínio morfoclimático dos “mares de morros” (Ab’Saber, 1967), onde essas três serras se sobressaem em altitude. Estabelecendo, a oeste e a norte a área termina na planície de inundação do rio Pomba; a sul, no início da área de influência direta do rio Novo, mais exatamente no limite do município de Descoberto, onde se inicia um rebaixamento erosivo do relevo da área selecionada; a leste a configuração se apresenta repleta de morros com alturas medianas, com pouca amplitude entre si; essas informações novamente atestam a diferença entre a área selecionada (uma zona de exceção) e seus arredores.

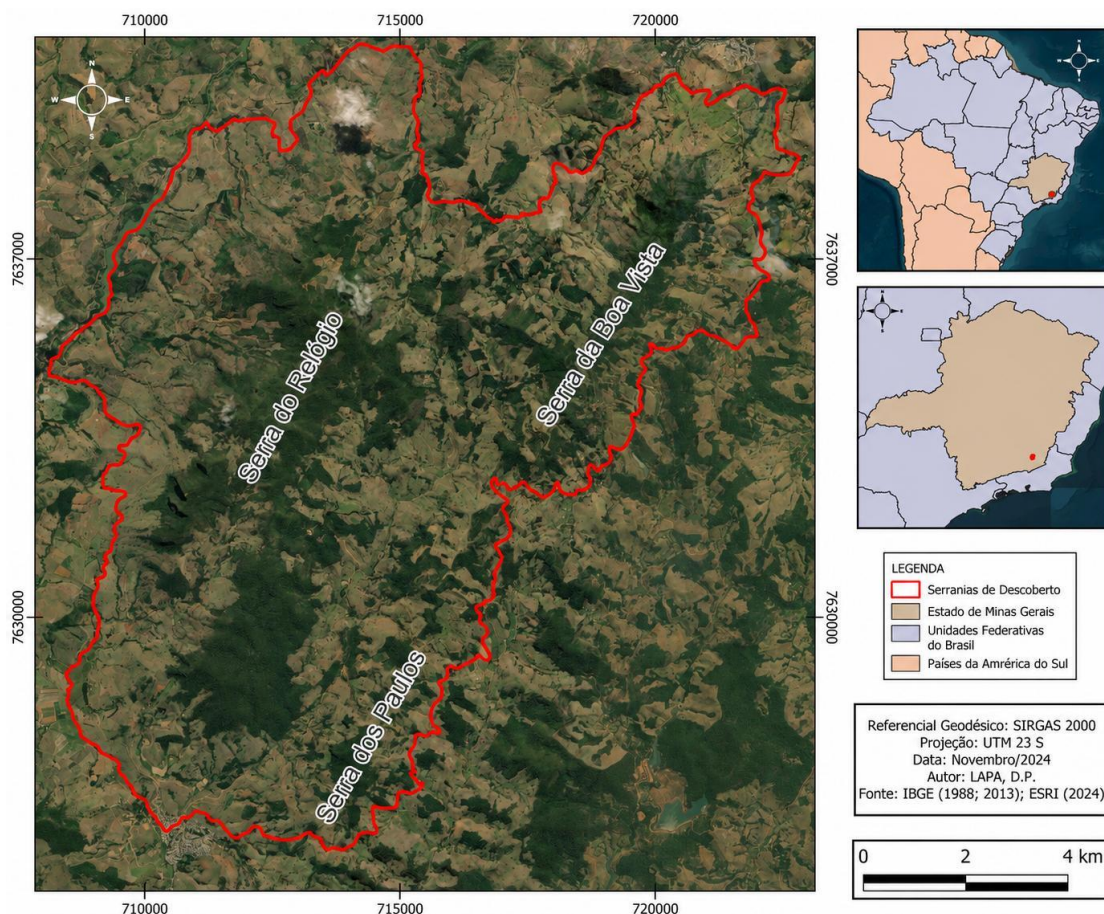


Figura 2: Carta de localização das Serras de Descoberto, com indicação das principais serras que compõem o complexo. Fonte: O Autor.

Tal conformação da paisagem é indicativa de uma intensa transformação química, com mantos de alteração espessos e forte influência tectônica, o que torna a área rica em lineamentos estruturais que permeiam toda a base geológica local (composta majoritariamente por rochas metassedimentares da Megassequência Andrelândia e ortogranulíticas do Complexo Juiz de Fora) (Noce et al. 2003). Isso resulta em um relevo que apresenta diversas facetas, visto o local observado, com vales encaixados e rios capturados por falhas, até as cristas do local, como mostra o mapa hipsométrico elaborado para a região, que ilustra a amplitude altimétrica encontrada (Figura 3).

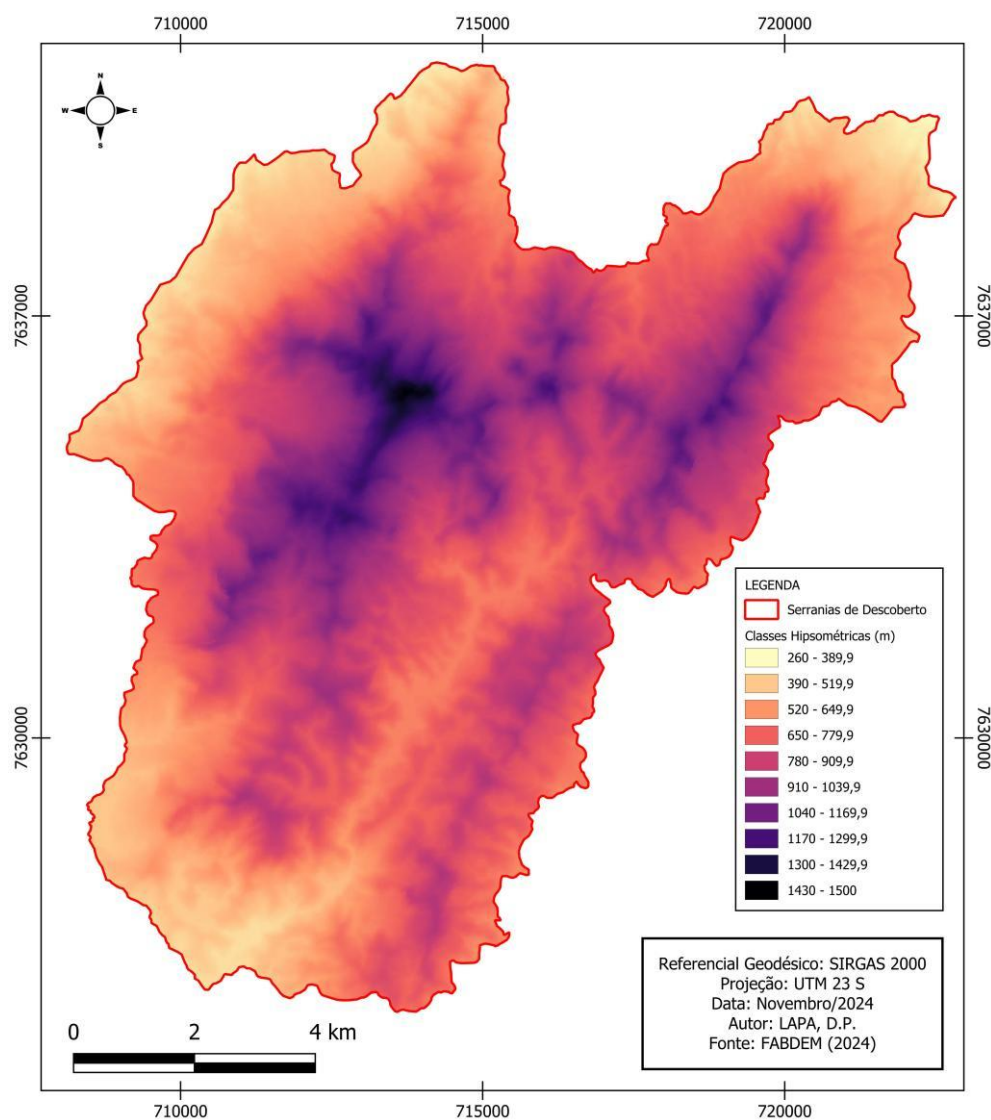


Figura 3: Mapa Hipsométrico das Serras de Descoberto. Fonte: O Autor.

Em campo, observou-se que essa influência estrutural se manifesta de maneira visualmente nítida nos topos de morro das serras mapeadas, que se apresentam fragmentados em compartimentos menores, sugerindo uma origem comum submetida a processos erosivos diferenciados ao longo do tempo (Figura 4).



Figura 4: Registro da serra da Boa Vista por 'completo', demonstrando suas divisões em seu topo, ocasionadas pela presença de lineamentos estruturais no local. Fonte: O Autor.

No recorte espacial per se, porém, entende-se que a formação das serranias se distingue da paisagem pela grande amplitude altimétrica e do alto grau de declividade, favorecendo a dissecação das encostas e a agradação fluvial e sedimentar no sopé das serras (Marques Neto, 2017; Paiva; Marques Neto, 2022), evidenciando formações colúvio-aluvionares nos arredores. Observam-se vales profundos, planícies de inundação, vertentes íngremes e topos de morro planos com bordas abruptas (Figura 5). A presença de blocos de rocha e afloramentos rochosos é recorrente nas encostas (Figura 6).



Figura 5: Registro dos relevos do local, com em um primeiro plano um afloramento lajeado com bromélias da serra da Boa Vista, ao fundo encostas e vertentes destinadas ao pastoreio, vales cercados pelas últimas preservando vegetação em suas margens e topos de morro ao fundo, pertencendo às serras da Grama e do Triunfo. Fonte: O autor.



Figura 6: Registro de uma vertente com blocos rolados e/ou afloramentos exumados da base geológica local. Fonte: O autor.

Sua composição vegetal consiste em uma vegetação predominante arbórea intercalada com grandes áreas cobertas por gramíneas. Esses elementos são comumente associados ao clima da região, classificado como Aw (Köppen), tropical de altas temperaturas e grandes volumes de chuva durante o verão, ao passo de que o inverno é seco e de temperaturas não tão baixas (Alvares et al, 2013); criando-se, assim, condições ambientais de calor e umidade suficientes para a predominância da ação do intemperismo químico (Ab’Saber, 2003), justificando a mamelonização.

Nos terços superiores das vertentes e nos topos da serra (sobretudo, na porção nordeste da serra) nota-se a presença de coberturas vegetais mais baixas, esparsas, indicativas de solos mais rasos e com pouco ou nenhum desenvolvimento de horizontes B de espessura significativa. Isso facilita o aparecimento de bromélias pelos paredões de rocha nas vertentes

das serras, sendo essa uma representação da vegetação muito observada no local em campo (Figura 7).



Figura 7: Registro de um afloramento lajeado ao lado Oeste da serra da Boa Vista, sendo visto do topo.

Fonte: O autor.

Essa variação altitudinal da cobertura vegetal pôde ser observada com maior detalhe durante a subida ao ponto mais elevado da Serra do Relógio (1.434 m), no interior da RPPN Alto da Boa Vista, onde se percebeu em campo uma sucessão de fitofisionomias conforme o ganho de altitude: pastagem, formações florestais semidecíduas, floresta ombrófila densa e, nos trechos mais elevados e expostos, uma vegetação mais baixa e esparsa, de caráter arbustivo-herbáceo e associada a afloramentos rochosos. Esse gradiente é permeado por espécies características da região, como os bambus Taquara e Criciúma, árvores como a Gameleira e a Quaresmeira, arbustos como o Alecrim-do-campo (Figura 8), além de pteridófitas concentradas nos pontos mais úmidos da trilha. O dossel arbóreo se mantém fechado ao longo de quase toda a vertente, tornando-se semiaberto apenas nos últimos 50

metros que antecedem o topo (Figura 9). A presença de líquens avermelhados nos troncos das árvores, observada em diversos pontos da trilha, é outro indício relevante, associado a condições de qualidade do ar próximas da excelência.

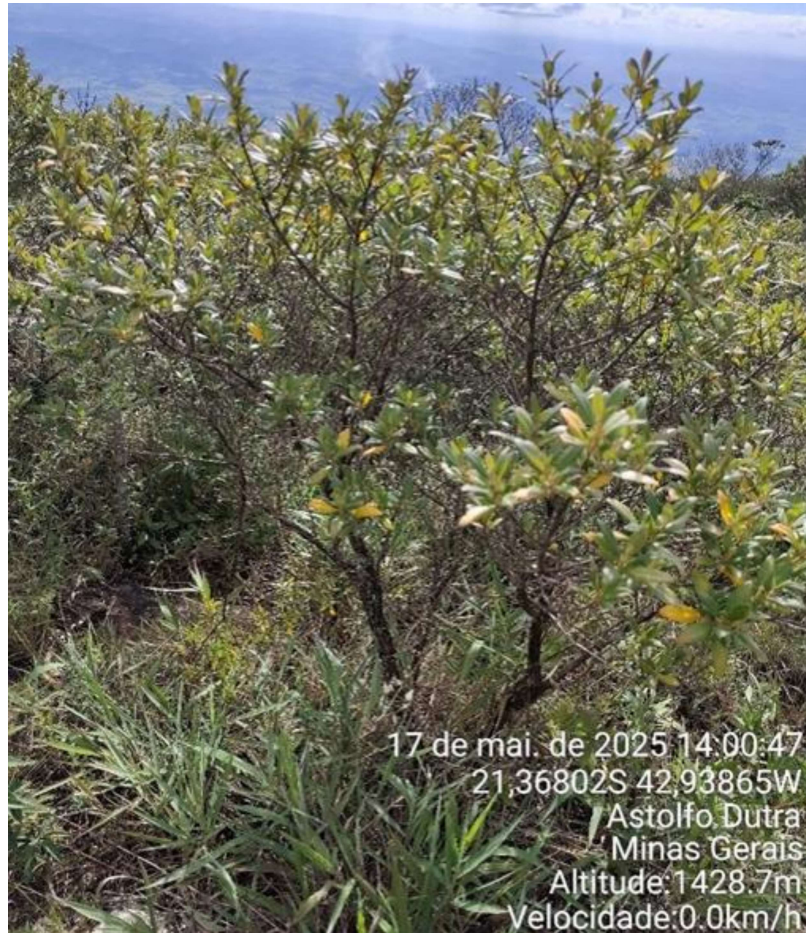


Figura 8: Registro do Alecrim do Campo que pode ser encontrado no topo da serra. Fonte: O autor.

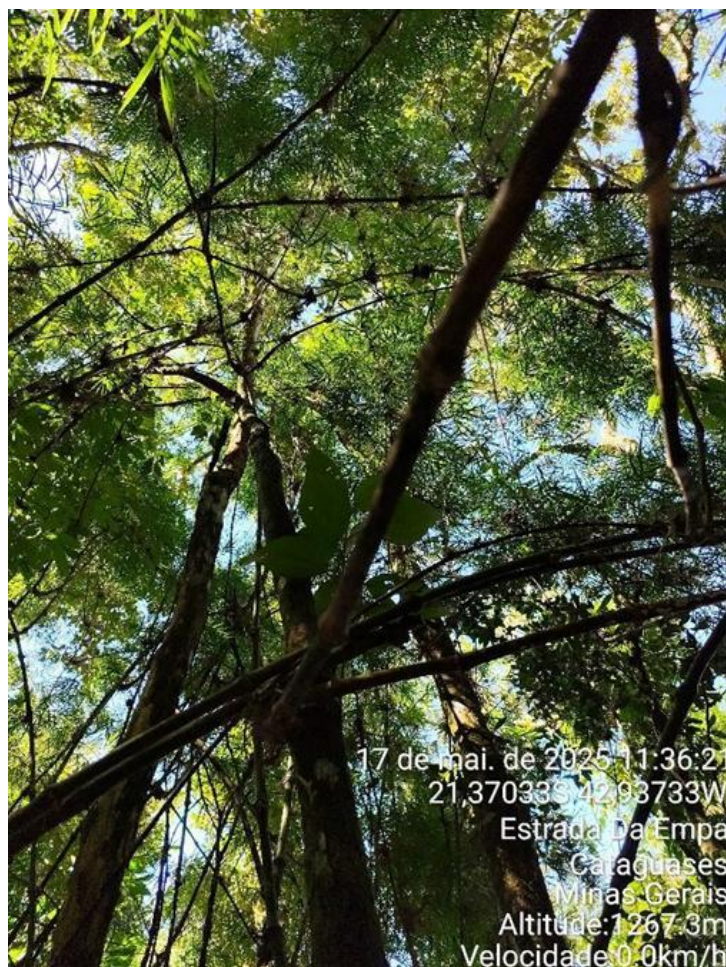


Figura 9: Registro do dossel predominante na trilha de subida. Fonte: O autor.

Mesmo que a fauna não tenha sido incorporada como componente analítico desta pesquisa, alguns registros incidentais de campo merecem menção como indícios complementares da heterogeneidade ambiental da área. Ao longo da trilha, observou-se a presença de tocas, fendas e marquises naturais nas rochas, potenciais abrigos para fauna de pequeno e médio porte (Figura 10), além do registro pontual de um exemplar de Jararaca-da-mata no ponto mais alto da serra (Figura 11) e da presença constante de avifauna e entomofauna ao longo do percurso. Tais observações, de caráter qualitativo e não sistemático, reforçam a relevância de estudos futuros que incorporem dados faunísticos à análise integrada da geodiversidade e dos habitats.



Figura 10: Registro de uma das marquises presentes na trilha. Fonte: O autor.



Figura 11: Registro de um filhote de Jararaca-da Mata no topo da serra, sobre materiais deixados por turistas anteriores. Fonte: O autor.

Ainda, foi observado em incursão de campo que a área é predominantemente dedicada a agricultura, com plantações de árvores frutíferas nas encostas mais planas, eucalipto nas intermediárias e nas áreas (Figura 12) que apresentam blocos rolados e maior declividade, a presença da pecuária é grande.



Figura 12: Registro de uma plantação de *Eucallyptus sp.* à beira da estrada sendo cortada e encaminhada para o destino. Fonte: O autor.

Essa configuração de uso, no entanto, não se distribui de forma homogênea entre os diferentes compartimentos do recorte: na Serra da Boa Vista predominam pomares de tangerina, banana e manga associados ao eucalipto, ao passo que na Serra dos Paulos a fruticultura praticamente não ocorre, sendo substituída pelo cultivo de fumo, também consorciado ao eucalipto. Essa diferenciação sugere uma relação entre as características físicas de cada compartimento, sobretudo o tipo de solo e a declividade predominante, e as escolhas produtivas dos agricultores locais.

As áreas florestadas com vegetação natural se apresentam nas porções mais elevadas das serras, próximas às nascentes e topos de morros (Figura 13). Também foram observadas a presença de vegetações higrófilas em áreas extensas de alagado entre as serras, no curso do córrego da Grama (Figura 14a e 14b).



Figura 13: Observação da vertente oeste do córrego da Grama, feita in loco, demonstrando a cobertura espessa de vegetação. Fonte: O autor.

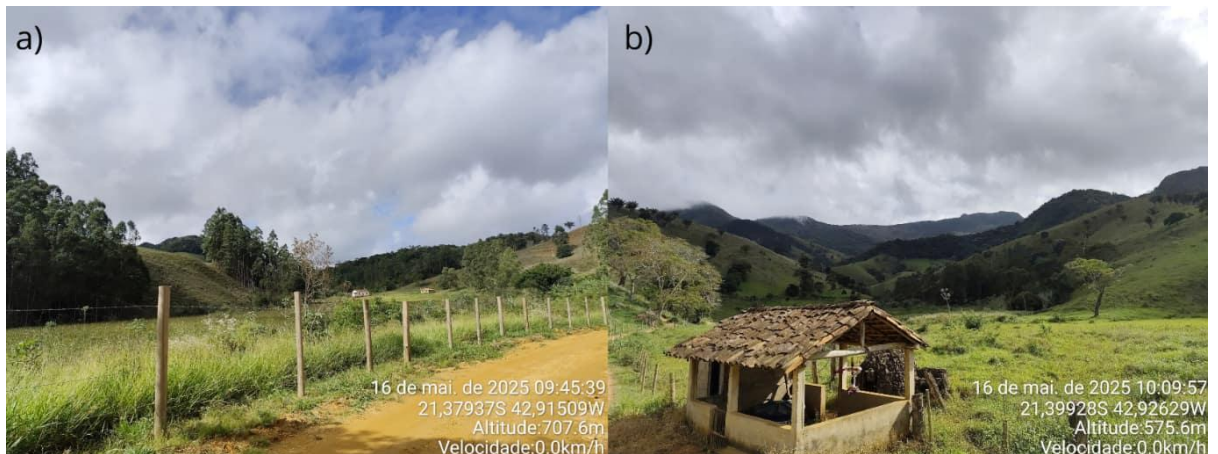


Figura 14a: Observação de brejo com vegetação higrófila na porção alta do córrego da Grama. Figura 14b: Observação de brejo com vegetação higrófila na porção central do córrego da Grama. Fonte: O autor.

A formação dessas áreas úmidas está associada a trechos de baixa declividade no curso do córrego da Grama, que favorecem o acúmulo de água e a consequente instalação de vegetação higrófila, configurando um ambiente distinto dos demais compartimentos da área de estudo.

Esse arranjo do relevo também parece se refletir no comportamento da rede de drenagem regional. No curso do Ribeirão da Grama, observa-se em campo um trecho fortemente retilíneo, mais perceptível nas proximidades da Cachoeira do Ronca (Figura 15), ponto turístico do município de Descoberto. Padrão semelhante de retilinearidade ocorre no rio Pomba, que margeia a área de estudo e cujo trecho retificado é atualmente aproveitado para a geração de energia, abrigando três das cinco Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) instaladas em seu curso.

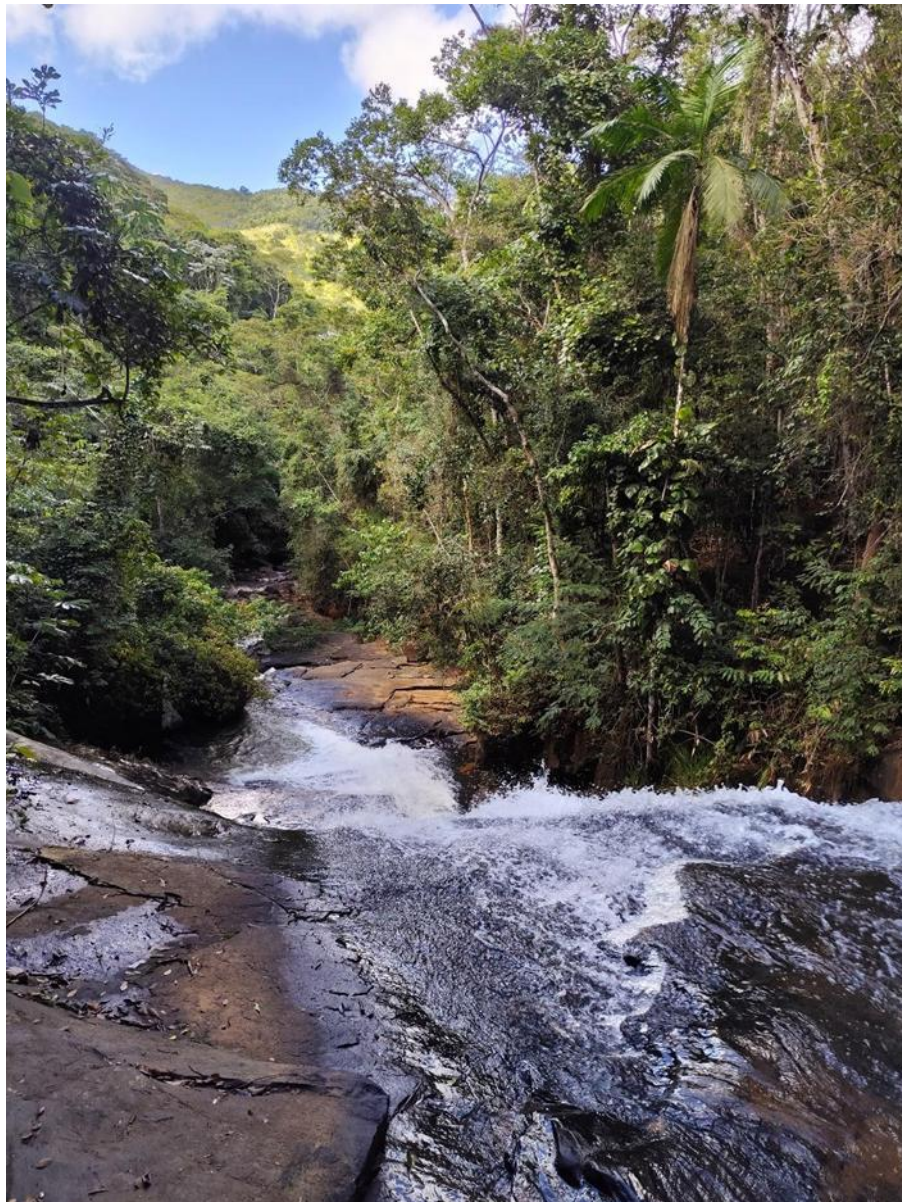


Figura 15: Registro da Cachoeira do Ronca, em Descoberto-MG, onde se percebe o quão retificado o canal fluvial do ribeirão da Grama é. Fonte: O autor.

Essas características reafirmam a riqueza de elementos que compõem essa localidade ímpar, aqui chamada de Serranias de Descoberto, com relevos diversos, usos muito variados em decorrência justamente dos atributos físicos do local e uma hidrografia diversificada com canais, brejos e quedas d'água (como a Cachoeira do Ronca, no córrego da Grama).

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5. Elementos cartográficos para a discussão da geodiversidade

Como explicitado na metodologia aplicada, foram selecionadas quatro fontes de dados primárias para auxiliar no cômputo da geodiversidade para as Serranias de Descoberto. Essas quatro fontes de dado foram subdivididas para seis dados base, que abaixo serão discutidos.

5.2 – Geologia

Junto a Noce et al (2003) foram obtidas as informações correspondentes à geologia e aos complexos litológicos presentes na área de estudo. Foram identificados cinco agrupamentos litológicos na região, dos quais dois correspondem a variações: uma da Megassequência Andrelândia, composta por rochas calcissilicáticas, e outra do Complexo Juiz de Fora, com presença de anfibolitos. As mesmas estão representadas na Figura 16 abaixo:

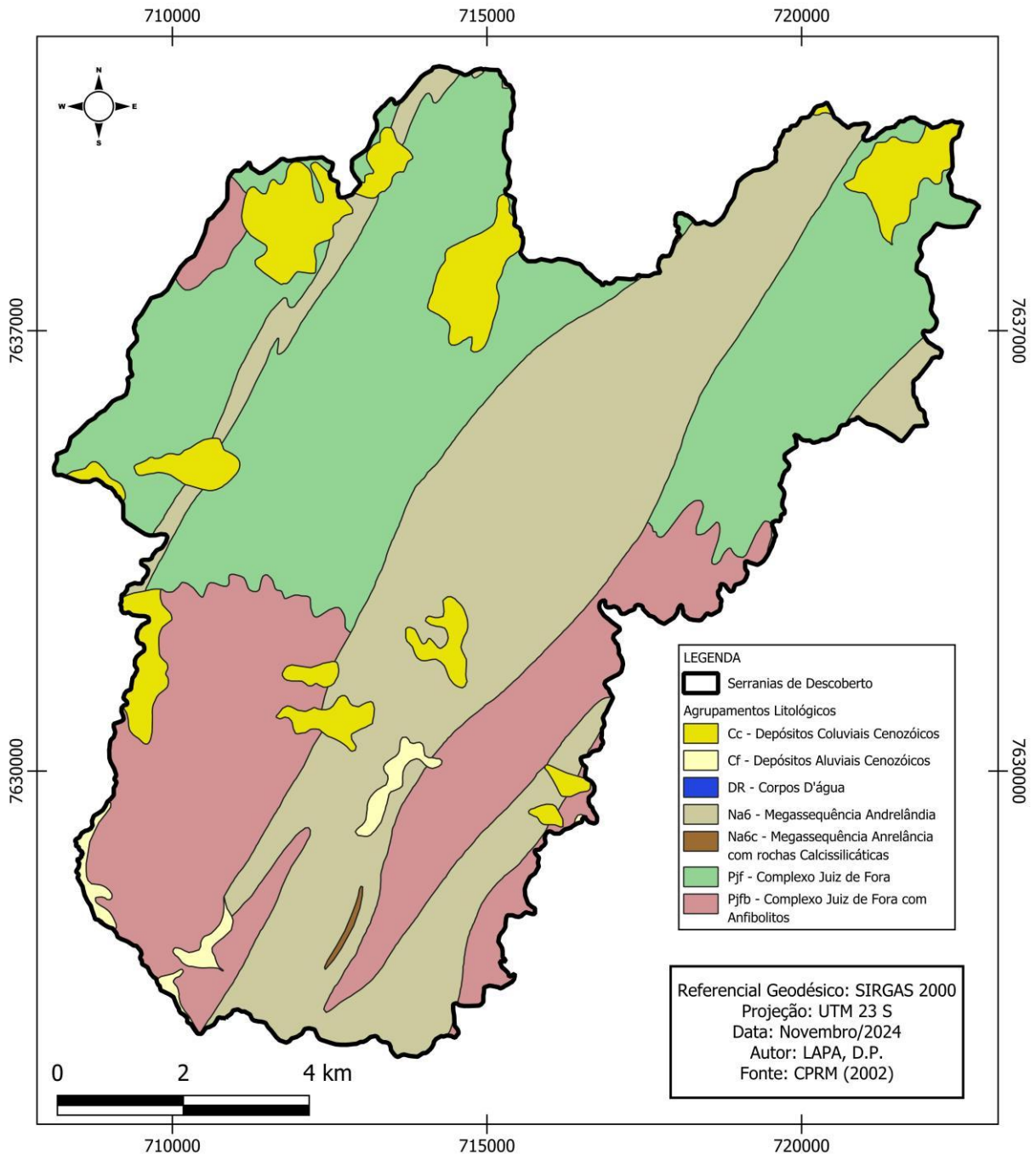


Figura 16: Mapa de Agrupamentos Litológicos que compõem as Serras de Descoberto. Fonte: O Autor.

Nota-se que os agrupamentos litológicos estão orientados no sentido NE-SW, seguindo a mesma orientação do sistema rifte continental do sudeste brasileiro (Riccomini, 1989; Tupinambá, et al, 2007), sendo os depósitos coluviais e aluviais os únicos a não estarem seguindo essa orientação, com posições alheias às demais. Importante destacar que, o Complexo Juiz de Fora e a Megassequência Andrelândia (e suas variações) por si só são constituídos por uma cobertura metassedimentar proterozoica, embasados em ortognaisses

paleoproterozóicos e granitoides brasileiros, separados por zonas de cisalhamento dúcteis (Tupinambá, Teixeira e Heilbron, 2012).

Se observa também que, por toda a área existem extensas zonas de contato, visto a Megassequência Andrelândia (Na6) perpassar todo o Complexo Juiz de Fora (Pjf), e a presença dos Depósitos (Cc e Cf) sobrepostos aos demais. Assim, por meio dessa observação pode se inferir que a área possui uma predisposição para apresentar falhamentos e uma riqueza de lineamentos estruturais, visto a presença desses contatos que podem proporcionar a existência de zonas de fraqueza na estrutura, possibilitando mudanças atípicas na manifestação da paisagem local.

5.2 – Lineamentos

Subsequente a discussão da geologia, se partiu para a compreensão de como a estrutura da área de estudo se encontra no tocante a suas zonas de falhamento. Assim, com base nos dados do projeto FABDEM (2024), as Serranias de Descoberto foram trabalhadas na forma de relevo sombreado em quatro angulações diferentes: 45°, 90°, 315° e 360°. Com esses dados em mãos, se iniciou um processo de busca e identificação dos lineamentos estruturais de drenagem e de relevo na área, que resultaram em 167 marcações ao todo, sendo destas, 64 de drenagem e 103 de relevo. Abaixo, esses lineamentos se encontram especializados frente a área de estudo (Figura 17):

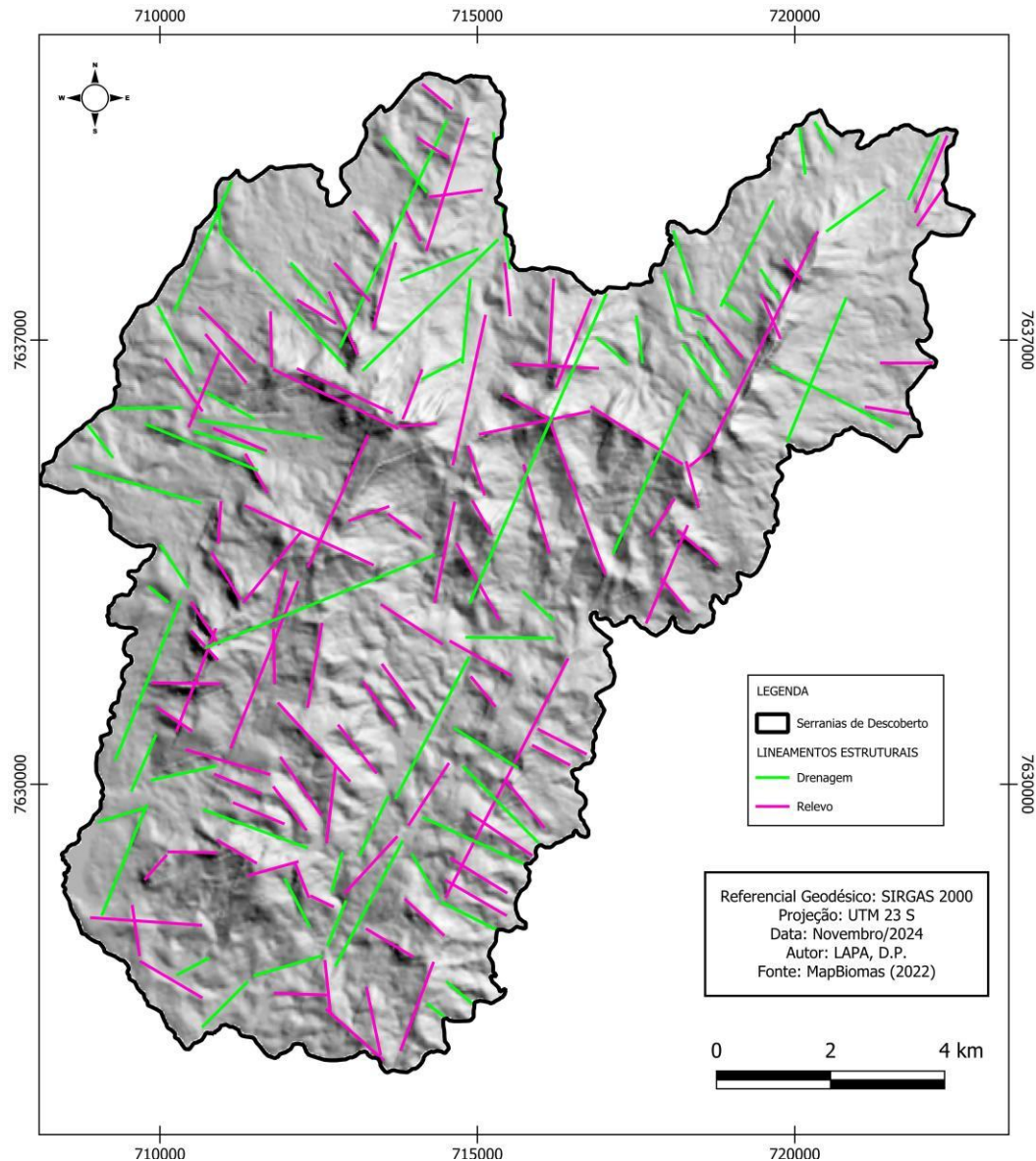


Figura 17: Mapa de Lineamentos identificados nas Serras de Descoberto. Fonte: O Autor.

Frente a esses dados, se observa que as serras presentes e que dão nome e fama a região são densamente preenchidas por essas falhas, com, inclusive, alguns córregos de expressão na área sendo cooptados pelas mesmas, como o caso do Córrego Grama que corre entre as serras do Relógio e dos Paulos.

Visando entender como estão orientados esses lineamentos, foram gerados dois diagramas de roseta, um para cada tipo. Esses diagramas demonstram onde está concentrada a orientação dos lineamentos por meio da angulação de cada um deles. Abaixo, se apresentam tais diagramas (Figuras 18 e 19):

DIAGRAMA DE ROSETAS - DRENAGEM

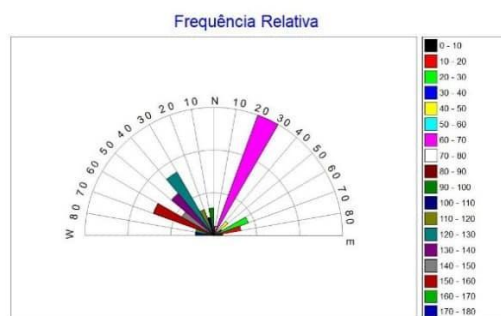


Figura 18: Diagrama de roseta representando a orientação dos lineamentos de Drenagem. Fonte: O autor.

DIAGRAMA DE ROSETAS - RELEVO

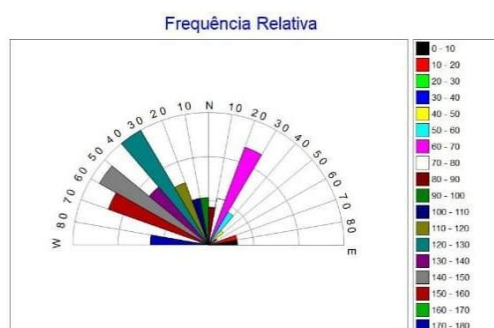


Figura 19: Diagrama de roseta representando a orientação dos lineamentos de Relevo. Fonte: O autor.

Por meio dos diagramas podemos observar que para a drenagem, a orientação predominante se encontra no sentido NE, mais especificamente no ponto subcolateral NNE (Nor-nordeste), seguindo a mesma direção encontrada nos agrupamentos litológicos, indicando que existe uma correlação entre esses lineamentos e os pontos de contato entre os agrupamentos vistos no subcapítulo anterior, com uma provável captura dos rios e córregos da região para esses falhamentos por meio do rebaixamento do nível de base local.

Já para os lineamentos de relevo, pode-se observar que os mesmos estão com uma predominância para o sentido opostos, NW, com sua grande maioria voltada para esse ponto colateral em específico, apenas com alguns outros indicando no sentido NE (sendo esses provavelmente os que estão no topo das serras, obedecendo o alinhamento das mesmas e das estruturas que sustentam a região).

A orientação preferencial NE–SW observada na área indica um controle estrutural do relevo, possivelmente associado à reativação de descontinuidades do embasamento. Essa direção é compatível com estruturas regionais relacionadas à evolução tectônica do sudeste

brasileiro, incluindo eventos vinculados à abertura do Atlântico Sul e ao desenvolvimento de sistemas de rift (Riccomini et al, 1989), embora também possa refletir heranças estruturais mais antigas.

5.3 – Hidrografia

Para possibilitar uma compreensão melhor dos fatores que cercam a diversidade abiótica, a hidrografia (e aqui subdividida em seções específicas da mesma) se faz determinante devido a seu papel enquanto agente transformador e que possibilita por meio dos processos erosivos que se associam, a alteração dos relevos existentes. Por esse motivo, utilizando como base os dados hidrográficos da região, foram analisados os canais de 1ª ordem presentes, o tipo dos canais e a quantidade absoluta dos mesmos. A representação disso pode ser vista abaixo (Figura 20):

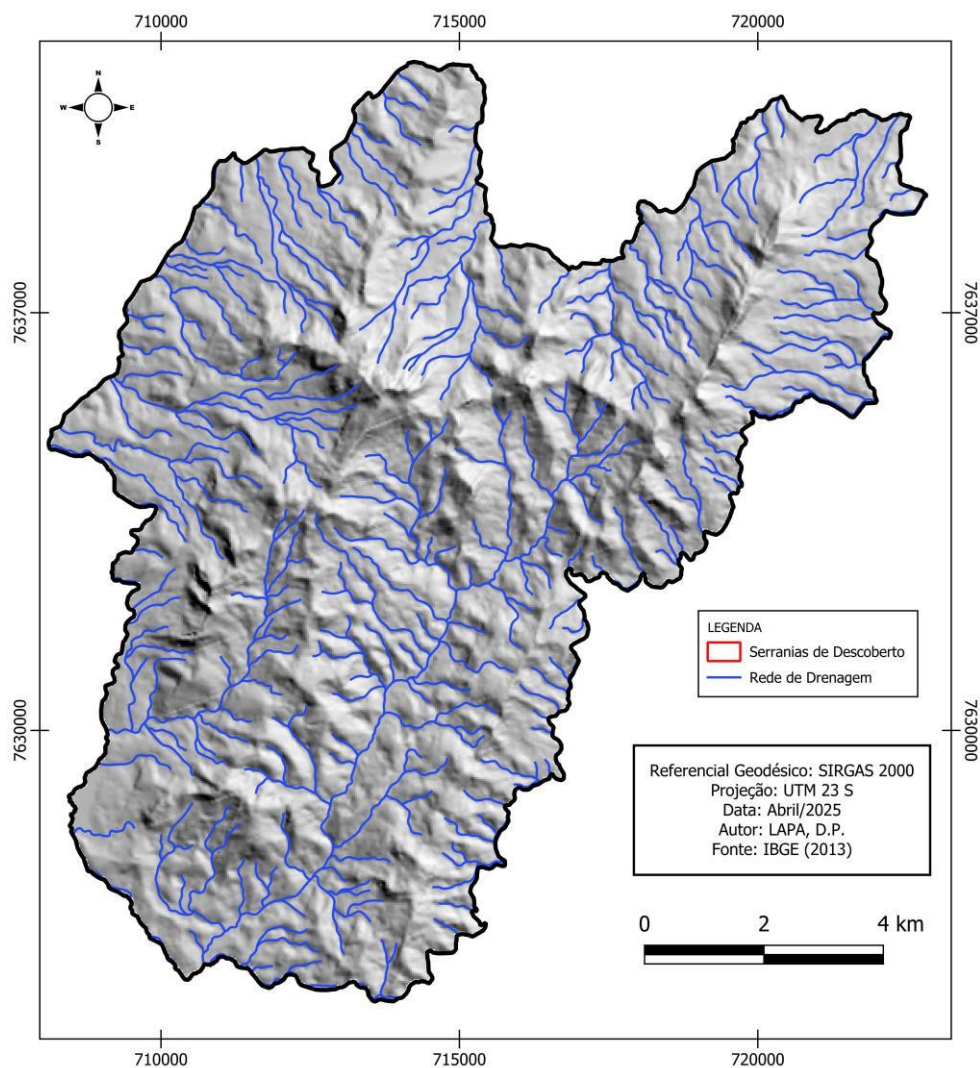


Figura 20: Mapa representando a hidrografia na área de estudo. Fonte: O autor.

Dessa forma, foram encontrados mais de 200 canais de 1ª ordem no local, com sua grande maioria associados a lineamentos de drenagem e os demais estando ligados a áreas de vertentes côncavas. Grande maioria dos canais possui drenagem para o rio Novo (a sul e leste) e com a outra parte drenando para o rio Pomba (a norte e oeste). Dessa forma, esse foi um fator que, por si só enriqueceu a discussão ao demonstrar que quase 100% da área mapeada tem a presença desses tipos de canais (lembrando novamente que a área foi subdividida em quadrículas de 500 x 500 metros).

De igual forma, ao observar o padrão dos tipos de canais encontrados no local, se observou uma predominância dos canais retilíneos e sinuosos (Christofolletti, 1980) o que indica um controle estrutural desses canais, de forma que eles acabam por percorrer linhas de fraqueza na estrutura rochosa acabando por ficarem retidos nessas falhas em alguns casos (Christofolletti, 1980, p.104). Essa observação acerca das tipicidades fluviais enriquece a interpretação e novamente coloca a questão da influência da base geológica em voga, visto que ela facilita por meio de suas falhas a incisão dos cursos d'água com maior facilidade para a irrigação da área.

No tocante ao número absoluto de canais presentes na área (por volta de 300 canais), salvo alguns pontos na crista das serras, todas as vertentes apresentaram uma hidrografia vasta, composta majoritariamente de canais de 1ª ordem e com alguns poucos canais de 3ª ordem, como o caso do córrego da Grama. Esses cursos d'água trabalharam ativamente no “desenhar” das formas do relevo presentes na região, visto que a maioria deles, com seu efeito erosivo regressivo, auxiliaram a demarcação das vertentes e o estabelecimento das morfoestruturas que se observam atualmente.

5.4 – Relevo

Para a discussão do relevo foram necessárias algumas etapas para de fato possibilitar uma compreensão sobre as formas que compõem a paisagem das Serras de Descoberto. A primeira dessas etapas foi a obtenção da declividade para a área, sendo esse um subsídio para a compreensão do como as formas do relevo se manifestam, segundo Marques Neto (2022).

Por esse meio, foram encontradas para a área 17 feições de dissecação e 2 de agradação, que podem ser contempladas no mapa geomorfológico abaixo (Figuras 21 e 22):

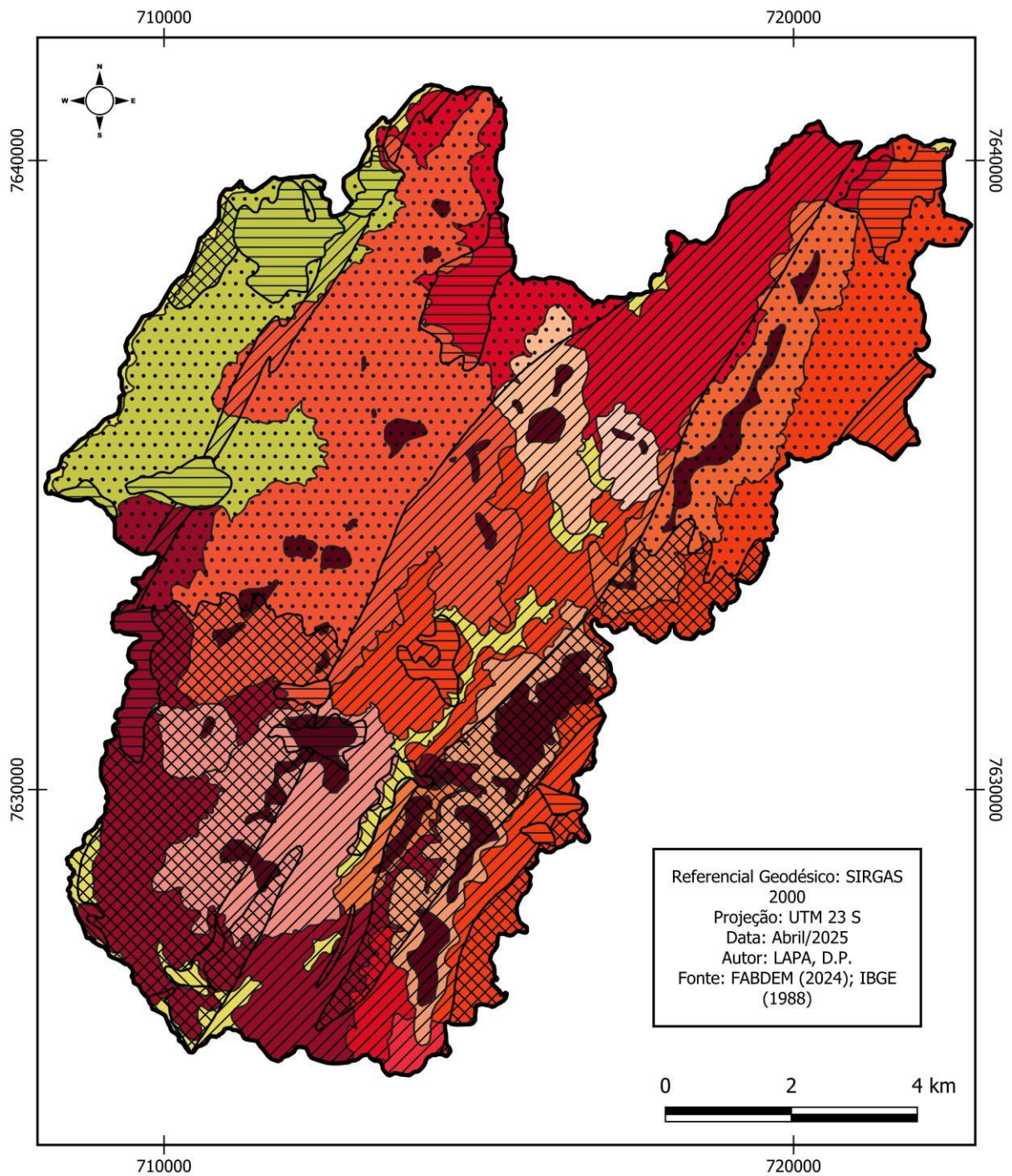


Figura 21: Mapa representando o relevo mapeado na área de estudo. Fonte: O autor.

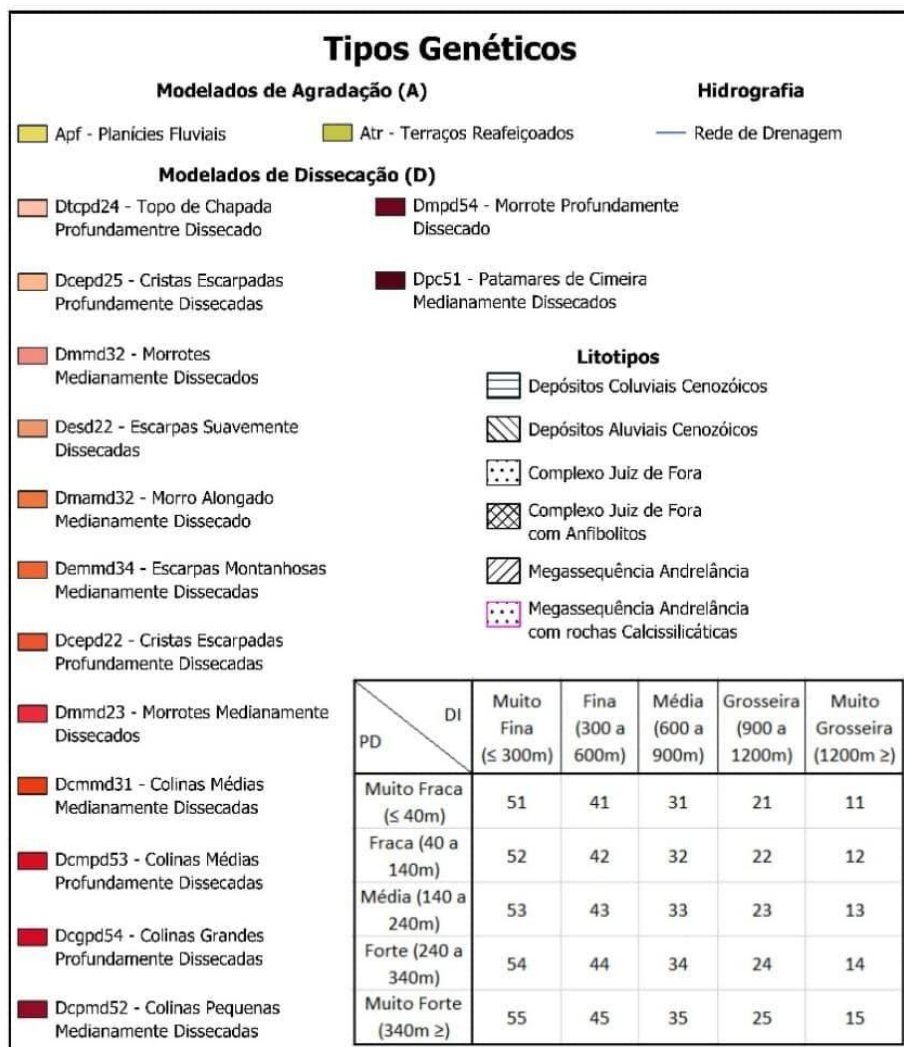


Figura 22: Legenda para o mapa geomorfológico. Fonte: O autor.

Para a área, se constata um relevo de alta energia, principalmente em função as serras que compõem a região. A área é fortemente drenada, possibilitando e impulsionando o transporte de matéria e energia pelo local, resultando em alguns casos, inclusive na permanência de morros e morrotes embutidos em meio aos vales. Importante destacar também que existe uma associação muito forte entre as formas do relevo mapeadas e a estrutura geológica que as sustenta, o que pode ser observado pelo fato de que, os grandes compartimentos morfológicos demarcados se encontram, em sua maioria, contidos em uma única base estrutural. Chamando atenção também aos limites estruturais, que também aparentam estar influenciando as quebras bruscas de relevo que justificaram a compartimentação da forma com que ocorreu.

Chama a atenção na parte ao sul da área, a predominância de relevos colinosos, manifestando o padrão de relevo observado fora da área de estudo, sendo uma área de transição entre esse bloco elevado (as Serranias de Descoberto) e a parte mais baixa e suave (as colinas que têm sua drenagem voltada para o rio Novo).

O relevo aqui se constrói como uma importante variável de análise para a geodiversidade, justamente por representar uma “semi-síntese” dos processos que ocorrem para a formação da paisagem (processos históricos estruturais) e para os processos de modificação dela (processos contemporâneos, como influência da erosão e da drenagem no esculpir o relevo). Dessa forma, essa variável foi muito importante para a discussão da geodiversidade como um todo.

5.5 – Índice de geodiversidade

Após a espacialização e a contagem individual das variáveis demonstradas acima, organizadas no gradeamento de 1024 quadrículas de 250.000 m² (ou 25 h), foi possível gerar o Índice de Geodiversidade para as Serranias de Descoberto (Figura 23). Esse mapa teve sua interpolação realizada com todas as 1024 quadrículas, gerando assim uma resposta visual que mostra bordas com menor diversidade (muito baixa a baixa), um núcleo bem marcado com uma geodiversidade alta para muito alta (especificamente próximo a porção inferior da área, associado ao vale do córrego da Grama e a serra dos Paulos) e zonas de transição com predominância de uma diversidade baixa a média.

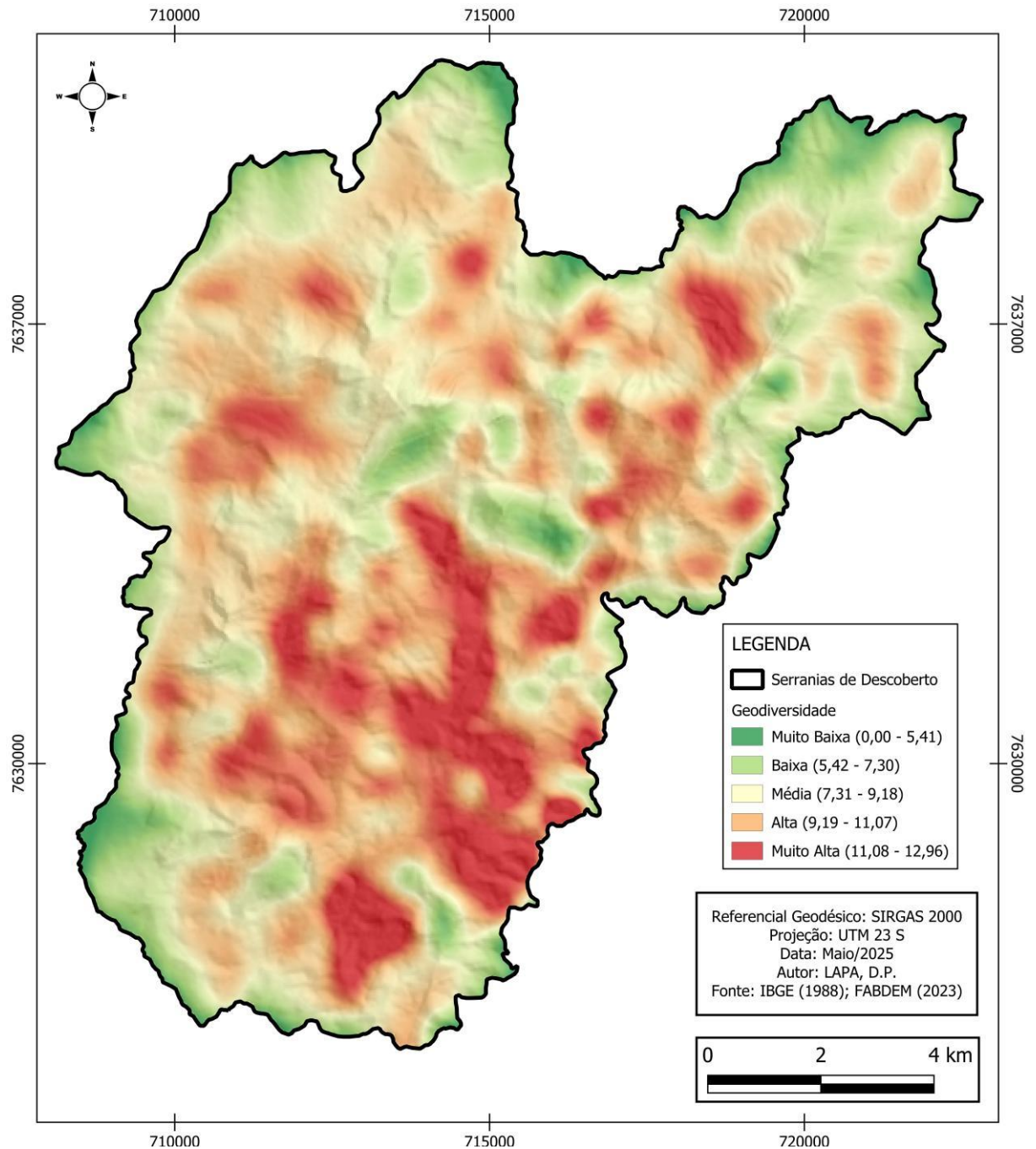


Figura 23: Mapa de Geodiversidade para a área de estudo, interpolado com todas as 1024 quadrículas analisadas.
Fonte: O autor.

Destrinchando um pouco mais sobre o mapa de geodiversidade e sobre os mapas que o antecederam, pode-se observar a concentração das classes de geodiversidade “Alta” e “Muito Alta” na porção centro-sul da área apresenta correspondência direta com os padrões de declividade. Observa-se que essas mesmas áreas coincidem com os setores classificados como “forte ondulado”, “montanhoso” e, pontualmente, “escarpado”. Essa sobreposição indica que

os maiores valores de geodiversidade estão espacialmente associados às áreas de maior dissecação do relevo, onde a variabilidade topográfica é mais acentuada. Em termos cartográficos, não se trata apenas de coincidência visual: há uma correspondência consistente entre manchas vermelhas do mapa de geodiversidade e os tons mais escuros do mapa de declividade, especialmente no centro-sul e em faixas alongadas no setor central.

Esse padrão se reforça quando se observa a rede de drenagem. As áreas de maior geodiversidade coincidem com regiões onde a drenagem é mais densa e ramificada, formando um padrão mais intrincado de canais. No centro-sul, por exemplo, onde o mapa de geodiversidade apresenta extensas áreas em vermelho, a rede hidrográfica mostra maior grau de entalhamento e organização em múltiplos tributários. Já nas porções norte e nordeste, onde predominam classes “Baixa” e “Muito Baixa”, a drenagem apresenta menor densidade e menor complexidade espacial. Essa relação sugere que a geodiversidade, tal como representada, acompanha a complexidade da rede hidrográfica, especialmente em termos de densidade e distribuição espacial dos canais.

A relação com os lineamentos estruturais é igualmente expressiva. O mapa de lineamentos revela uma alta concentração de linhas, tanto associadas à drenagem quanto ao relevo, sobretudo nas porções central e sul da área. Essas regiões coincidem, de maneira bastante clara, com os núcleos de alta geodiversidade. Além disso, observa-se que muitas das manchas alongadas de geodiversidade elevada seguem direções semelhantes às dos lineamentos mapeados, indicando um alinhamento espacial entre essas feições. Em contrapartida, as áreas periféricas, especialmente ao norte, onde a densidade de lineamentos é menor, correspondem às zonas de menor geodiversidade. Essa associação espacial sugere que a organização estrutural do terreno se reflete diretamente na distribuição do índice.

No que se refere à litologia, o mapa geológico apresenta uma configuração em faixas alongadas, com predomínio de grandes unidades contínuas, como a Megassequência Andrelândia (Na6) e os domínios do Complexo Juiz de Fora (Pjf e Pjfb). As áreas de maior geodiversidade coincidem, em grande medida, com zonas de contato entre essas unidades ou com áreas onde há maior fragmentação litológica, ainda que em escala local. No centro da área, por exemplo, onde há intercalação de diferentes unidades e presença de depósitos coluviais e aluviais pontuais, o mapa de geodiversidade apresenta valores médios a altos, distribuídos em mosaico. Já nas porções onde uma única unidade litológica predomina de forma contínua (como a norte, sob domínio do Complexo Juiz de Fora) observam-se valores

mais baixos de geodiversidade. Assim, a variabilidade litológica espacial, sobretudo em termos de contato entre unidades, apresenta correspondência com os padrões do índice.

Os trechos que apresentam maior geodiversidade tem em comum alguns aspectos, sendo o primeiro deles a forte presença de canais de drenagem na área, e esse sendo um fator que influenciou na classificação dos locais, com a área que pertence a bacia do córrego da Gramma sendo a que principalmente carrega essa zona de maior geodiversidade; e em segundo, se deve a uma área que possui uma grande variação de tipos morfológicos possuindo, ainda na extensão da bacia do córrego da Gramma (porção centro-sul), 8 tipos diferentes, entre agradação e denudação, e isso sem falar na litologia e afins.

Um aspecto que emerge dessa análise integrada é a convergência espacial entre múltiplos fatores. As áreas de maior geodiversidade não se associam isoladamente a um único elemento, mas sim à sobreposição de: (i) maiores declividades; (ii) maior densidade de drenagem; (iii) maior concentração de lineamentos; (iv) maior variabilidade litológica; e (v) maior variação de classes de relevo. Essa convergência é particularmente evidente na porção centro-sul, onde todos esses elementos aparecem de forma mais intensa e articulada. Por outro lado, nas áreas de menor geodiversidade, observa-se o padrão inverso: relevo mais suave, menor densidade de drenagem, menor ocorrência de lineamentos e maior homogeneidade litológica.

Por fim, a distribuição das classes intermediárias de geodiversidade reforça o papel das zonas de transição. Essas áreas aparecem justamente onde há mudanças graduais entre os elementos analisados, por exemplo, transições entre unidades litológicas ou entre compartimentos de relevo com diferentes declividades. Isso mostra que o mapa de geodiversidade captura não apenas os extremos, mas também os gradientes espaciais resultantes da interação entre os fatores mapeados.

Em síntese, a correlação entre os mapas evidencia que a geodiversidade, conforme representada, acompanha de forma consistente a organização espacial do meio físico, refletindo a distribuição conjunta da declividade, da drenagem, dos lineamentos estruturais e da litologia. Não se trata de uma associação pontual, mas de um padrão integrado, no qual os maiores valores do índice emergem justamente nas áreas onde esses elementos se apresentam de forma mais complexa e espacialmente concentrada. Dessa forma, em uma perspectiva geral, a área de estudo possui uma geodiversidade variada, expressa pela organização espacial integrada dos elementos do meio físico.

5.6 – Elementos cartográficos para discussão dos habitats

Para possibilitar a identificação dos habitats, a construção de uma base de dados que seja condizente e que efetivamente possibilite que seja observada as variações nos padrões de vegetação e disposição da mesma, se faz necessária. Para isso, ao recorrer a literatura diversos autores elencam fatores que possibilitam essa interpretação, como Schmidln (2004) que traz dados climáticos associados a dados específicos de espécies para uma leitura mais padronizada, ou Carvalho e Carvalho (2012) que associam as variações das localizações (coordenadas e altitude) para uma definição e identificação dos habitats em seu estudo.

Dessa forma, pensando no fator altitudinal que existe na área de estudo com sua variação de aproximadamente 1.200 metros, foram elencados o acumulado de chuvas e a temperatura média (ambos para a normal climatológica de 1980-2010), juntamente com os dados de Uso e Cobertura e com as organizações geomorfológicas já apresentadas, que vem para ilustrar justamente a distribuição dos atores vegetais no local.

5.7 – Temperatura

O mapa de temperatura média evidencia um padrão espacial organizado em gradientes bem definidos, com variações que, embora relativamente sutis em termos absolutos (aproximadamente entre 19 °C e 24 °C), assumem forte relevância quando analisadas em escala local (Figura 24).

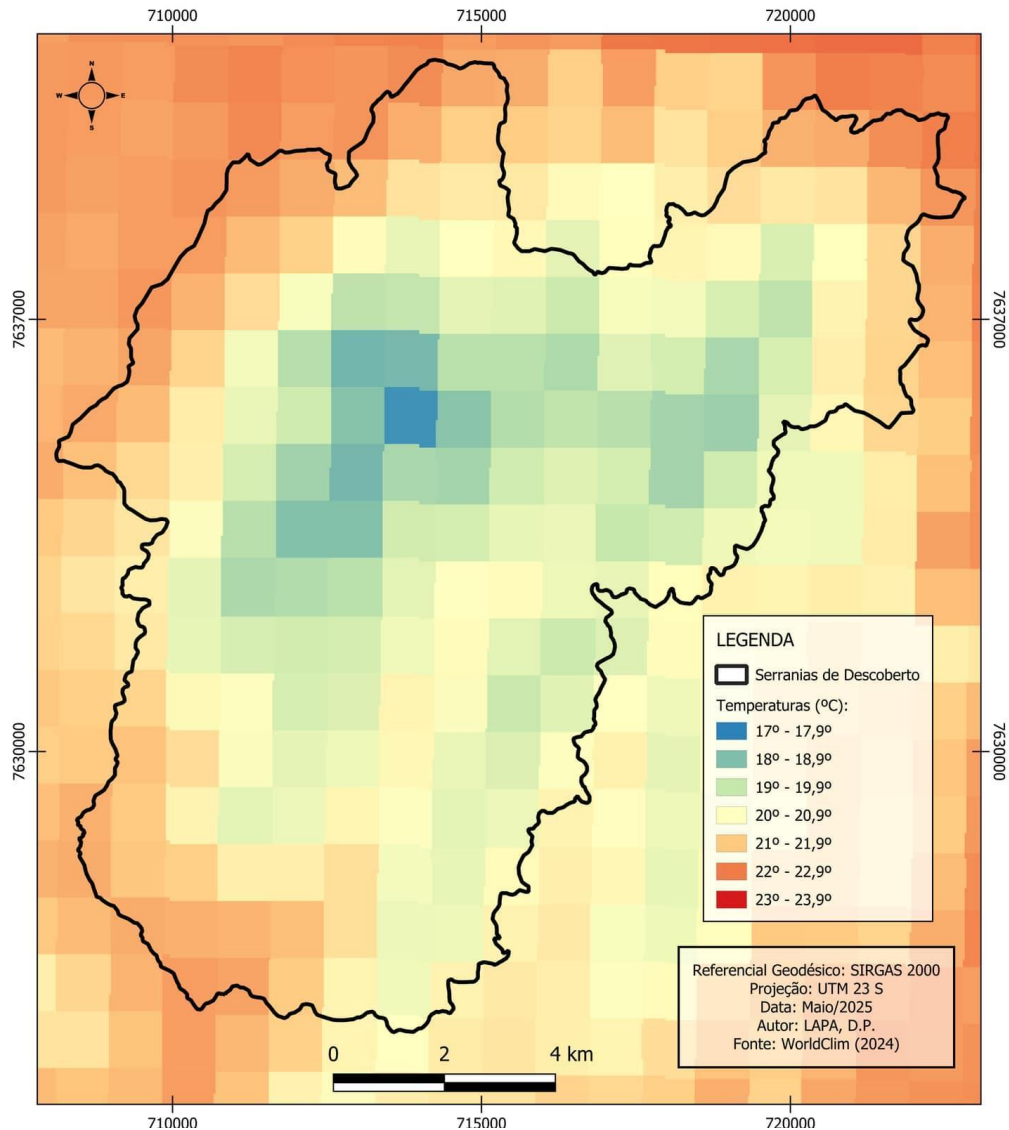


Figura 24: Mapa de temperatura para as Serras de Descoberto. Fonte: O autor.

Observa-se a presença de um núcleo central com temperaturas mais baixas (17 °C a 19 °C), que se estende em direção a setores adjacentes, formando uma faixa relativamente contínua de menor carga térmica. Em contraste, as bordas da área (especialmente nos limites externos) concentram as classes de temperaturas mais elevadas (21 °C a 23,9 °C), configurando um padrão de aumento térmico em direção às periferias.

Esse arranjo espacial sugere um claro controle topoclimático, possivelmente associado à variação altimétrica. Em ambientes serranos, é esperado que áreas mais elevadas apresentem temperaturas mais baixas devido ao gradiente térmico vertical, enquanto setores mais baixos tendem a concentrar maiores valores térmicos. Esse padrão reforça a atuação do relevo como elemento estruturante das condições climáticas locais (Joly et al., 2012; Caglioni et al., 2018).

Essa distribuição da temperatura acaba por criar cinturões de vegetação que, ao se adequarem a um padrão de clima/micro-clima, não conseguem predominar totalmente nos demais ambientes com condições diferentes, sendo assim, esses cinturões de temperatura são determinantes para a formulação da paisagem e para a distribuição dos habitats na mesma.

5.8 - Precipitação

O mapa de precipitação média revela uma distribuição espacial relativamente contínua, porém marcada por gradientes bem definidos no interior da área de estudo (Figura 25). Ainda que os valores não apresentem variações extremas (intervalo aproximado entre 216 mm e 300 mm), a organização espacial dessas classes evidencia uma diferenciação interna relevante, capaz de influenciar diretamente os padrões de cobertura vegetal e uso da terra.

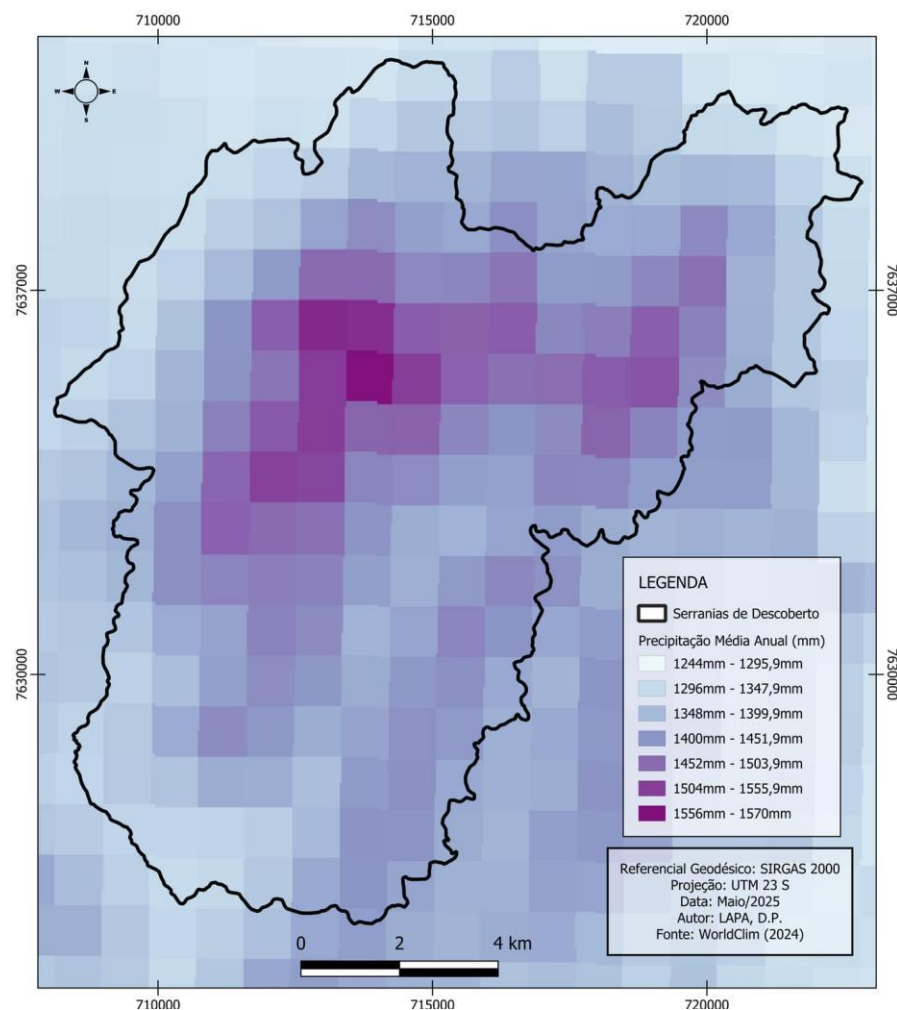


Figura 25: Mapa contendo o acumulado de precipitação média para as Serras de Descoberto. Fonte: O autor.

De maneira geral, observa-se a formação de um núcleo central com valores mais elevados de precipitação (classes entre 1452 mm a 1570 mm), que se estende em direção a porções intermediárias do território. Em contraste, as bordas (especialmente setores periféricos) apresentam valores mais baixos, configurando um gradiente que decresce do centro para as margens da área.

Esse padrão sugere a atuação de controles locais sobre a distribuição da umidade, possivelmente associados a fatores como variação altimétrica, orientação de vertentes e efeitos orográficos. Em contextos serranos, como o da área analisada, é comum que setores mais elevados ou com maior exposição a fluxos úmidos apresentem incremento na precipitação, enquanto áreas em sombra de chuva ou com menor capacidade de interceptação apresentem valores reduzidos (Ab'Saber, 2003; Ross, 2009)

A natureza matricial dos dados (grade interpolada) evidencia também que, embora o padrão geral seja contínuo, existem variações locais que podem refletir microclimas. Essas variações, ainda que suavizadas pelo processo de interpolação, são fundamentais para compreender a distribuição de fitofisionomias mais sensíveis à disponibilidade hídrica, como é o caso das formações ombrófilas identificadas no mapa de uso e cobertura.

Isso posto, se observa que efetivamente a altitude está desempenhando um papel importante na distribuição desses fatores, criando cinturões de altitude que possuem condições quase que ímpares frente suas redondezas, favorecendo a existência de habitats específicos nesses ambientes, e juntamente a presença de vegetações divergentes nos topos e nas bases, com cenários muito diferentes entre si.

Além disso, a padrão de precipitação dialoga diretamente com a distribuição térmica previamente analisado, indicando uma possível correlação entre áreas mais frias e mais úmidas — o que é consistente com a presença de microclimas associados a maior disponibilidade hídrica e menor incidência de radiação direta em determinados contextos topográficos (Joly et al., 2012; Caglioni et al., 2018).

5.9 – Uso e cobertura da terra

O mapa de uso e cobertura da terra (Figura 26) evidencia uma paisagem fortemente heterogênea, marcada por um mosaico complexo de classes naturais e antrópicas, cuja

organização espacial sugere uma relação direta com os condicionantes geomorfológicos e, sobretudo, com a distribuição da geodiversidade na área de estudo.

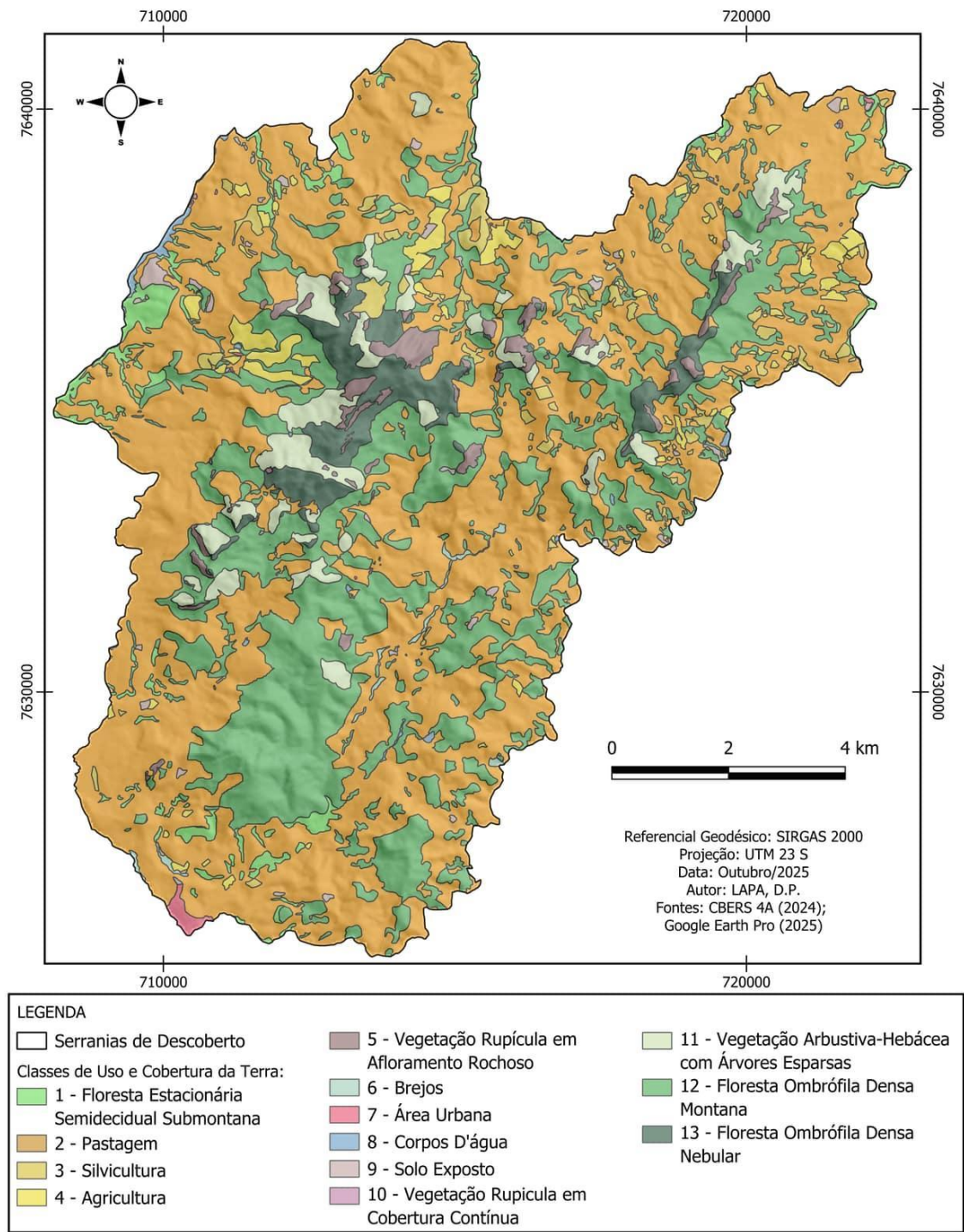


Figura 26: Mapa de Uso e Cobertura da Terra. Fonte: O autor.

De forma geral, observa-se um predomínio expressivo da classe pastagem, que constitui a matriz dominante da paisagem. Essa predominância indica um processo

consolidado de conversão da cobertura vegetal original, associado a práticas agropecuárias extensivas, resultando em um padrão de fragmentação acentuado das formações naturais. Esse tipo de configuração (matriz antrópica com manchas naturais dispersas) é classicamente associado à perda de conectividade ecológica e à simplificação estrutural da paisagem (Wu, 2004; Rodrigues et al., 2010).

As formações florestais aparecem distribuídas de maneira descontínua, com destaque para três tipologias principais: Floresta Estacional Semidecidual Submontana; Floresta Ombrófila Densa Montana; e Floresta Ombrófila Densa Nebular, que foram subdivididas conforme o proposto pelo Manual de Vegetação do IBGE (1992), sendo realizada por meio da análise de três inventários ambientais pertencentes a três reservas particulares no local, os quais continham as descrições das espécies ali presentes, assim, foram cruzados esses dados com os do IBGE resultando na segmentação apresentada.

Essas classes não se distribuem aleatoriamente. Pelo contrário, sua ocorrência parece fortemente condicionada por gradientes altitudinais e topográficos. As áreas de floresta ombrófila densa montana e, principalmente, nebular, concentram-se em setores mais elevados e possivelmente mais úmidos, sugerindo controle orográfico sobre a disponibilidade hídrica e a formação de microclimas específicos. Esse padrão reforça a hipótese de que a biodiversidade local está diretamente estruturada por variáveis que se ligam diretamente à geodiversidade, como altitude, declividade e relevo.

A presença de vegetações rupícolas e afloramentos rochosos associados é particularmente relevante. Essas classes aparecem em zonas mais restritas, porém estrategicamente distribuídas, indicando ambientes edáficos limitantes e alta especialização ecológica. Tais áreas costumam abrigar espécies adaptadas a condições extremas, funcionando como núcleos de endemismo e diversidade funcional elevada, ainda que espacialmente reduzidos. Esse aspecto é central para a discussão da integração entre geodiversidade e biodiversidade, uma vez que evidencia a influência direta do substrato geológico na composição da cobertura vegetal (Odum; Barret, 2013; Borba et al., 2016).

Outro elemento importante é a ocorrência de brejos e corpos d'água, que, embora pouco extensivos, desempenham função geoecológica relevante. Essas feições atuam como áreas de suporte hídrico e refúgios para biodiversidade, além de contribuírem para a manutenção de processos ecológicos fundamentais, como a regulação microclimática e a conectividade funcional da paisagem (Guimarães, Barros e Felipe, 2025).

As classes agricultura e silvicultura aparecem de forma pontual, indicando usos mais localizados e possivelmente associados a áreas de melhor aptidão agrícola ou logística. Já a área urbana é pouco representativa em termos espaciais, mas sua presença sugere vetores de pressão antrópica adicionais, especialmente no que se refere à fragmentação e à introdução de distúrbios.

Um aspecto particularmente relevante é a configuração espacial das manchas de vegetação nativa. Observa-se que muitos fragmentos apresentam formas irregulares e alto grau de isolamento, inseridos em uma matriz de pastagem. Esse padrão sugere um estágio avançado de fragmentação, no qual os remanescentes florestais funcionam como “ilhas” ecológicas. Tal configuração tende a comprometer fluxos gênicos, aumentar efeitos de borda e reduzir a resiliência dos ecossistemas frente a perturbações (Wu, 2004; Rodrigues et al., 2010).

Por outro lado, algumas áreas (especialmente na porção centro-sul do mapa) apresentam manchas mais contínuas de cobertura florestal, indicando possíveis zonas de maior integridade ecológica. Essas áreas podem corresponder a setores com maior restrição ao uso antrópico, seja por limitações físicas (declividade elevada, solos rasos, afloramentos) ou por condições ambientais específicas. Esse padrão reforça a ideia de que a geodiversidade atua não apenas como fator estruturante da biodiversidade, mas também como elemento limitante ou modulador da ocupação humana.

5.10 – Da identificação e classificação dos habitats

A partir da integração entre os dados de temperatura, precipitação, uso e cobertura da terra e relevo, foi elaborada uma classificação funcional da paisagem, com o objetivo de identificar e caracterizar os diferentes habitats com base na estrutura fisionômica predominante em cada unidade. Parte-se do entendimento de que essas variáveis não atuam de forma isolada, mas se organizam de maneira articulada no espaço, tendo o relevo como principal elemento estruturador dessa dinâmica (Dias et al, 2005). Nesse sentido, o cruzamento dessas informações permitiu evidenciar padrões consistentes de associação entre condições ambientais e formas de ocupação vegetal, resultando na delimitação de unidades espacialmente coerentes sob a perspectiva ecológica, semelhante ao realizado por Borba et al. (2016). A distribuição dessas unidades no mapa (Figura 27 e 28) revela uma organização

fortemente controlada pela compartimentação do relevo, na qual os habitats se estruturam segundo sua posição topográfica e suas condições ambientais associadas.

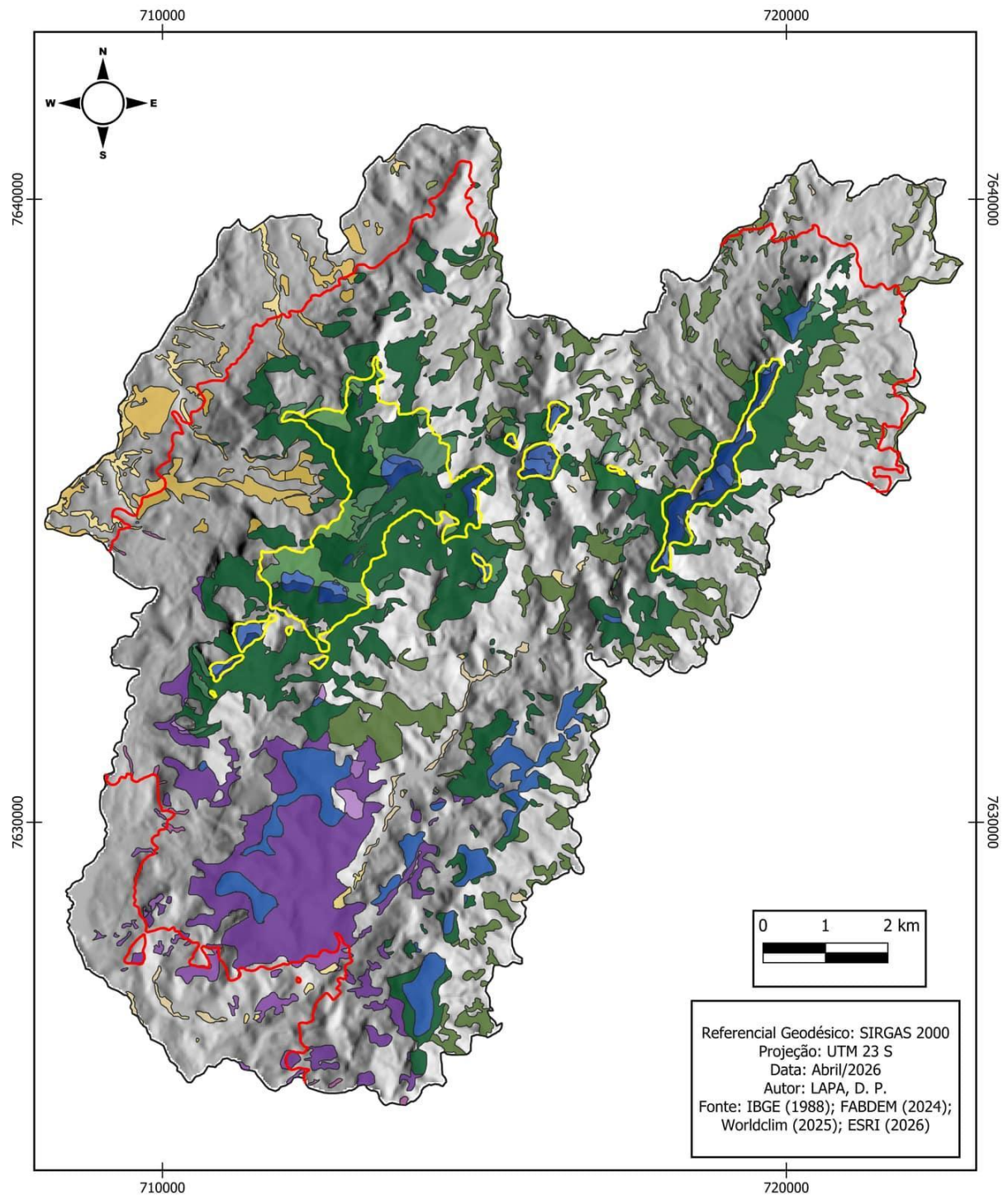


Figura 27: Mapa de Habitats para a área de estudo. Fonte: O autor.

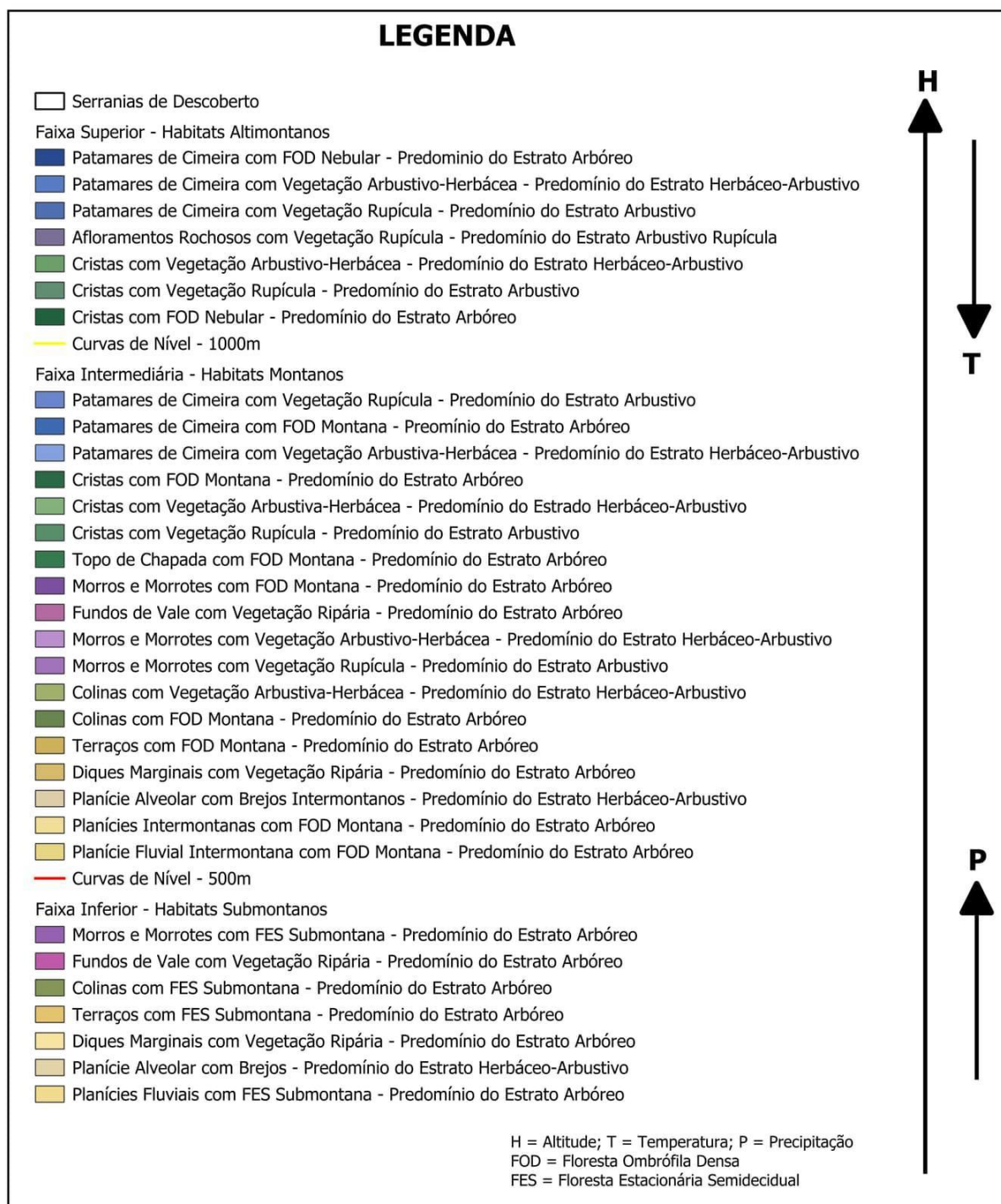


Figura 28: Legenda do Mapa de Habitats para a área de estudo. Fonte: O autor.

Essa abordagem se ancora na compreensão do habitat como uma entidade indissociável de seus condicionantes físicos, desempenhando funções como abrigo, suporte e refúgio para diferentes formas de vida (Carvalho; Carvalho, 2012). A classificação proposta articula, portanto, atributos bióticos e abióticos em um mesmo modelo interpretativo.

permitindo a leitura da paisagem a partir de sua organização funcional. No plano espacial, essa articulação se materializa na correspondência direta entre formas de relevo e padrões de cobertura vegetal, evidenciando a dependência estrutural entre esses elementos.

A incorporação da noção de estratificação da vegetação permitiu qualificar essas unidades, introduzindo um gradiente interno associado à predominância dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo. Esse gradiente se organiza em função da variação altimétrica da área de estudo, estruturada em faixas altimontana, montana e submontana, conforme evidenciado na distribuição espacial dos habitats e sistematizado na legenda do mapa (IBGE, 1992). Nas porções mais elevadas, associadas às cumeeiras e cristas, observa-se o predomínio de formações arbustivo-herbáceas e rupícolas, frequentemente vinculadas a afloramentos rochosos e a condições de maior exposição/altitude. Essas unidades apresentam maior continuidade espacial ao longo dos divisores topográficos, configurando os setores mais elevados da paisagem.

Nas faixas intermediárias, particularmente nas áreas de morros e morrotes, verifica-se maior heterogeneidade e fragmentação das classes, com a coexistência de diferentes formações vegetais em função das variações locais de declividade, exposição e disponibilidade hídrica. Esse comportamento reflete a natureza transicional dessas superfícies, que operam como zonas de articulação entre os setores mais elevados e as áreas mais rebaixadas. Por sua vez, nas porções inferiores do relevo, associadas a colinas, terraços e planícies, há um aumento progressivo da continuidade espacial das formações florestais com predomínio do estrato arbóreo, evidenciando condições ambientais mais estáveis e favoráveis ao desenvolvimento da cobertura vegetal.

Destaca-se, ainda, a forte associação entre as formações ripárias e os diques marginais e os fundos de vale, cujas distribuições acompanham de maneira nítida a rede de drenagem mapeada, indicando a influência direta dos condicionantes hidrológicos na organização dos habitats. Esse padrão reforça o papel da água como elemento estruturador secundário da paisagem, atuando em conjunto com o relevo na definição das unidades ecológicas.

De forma integrada, esses padrões refletem a atuação das variáveis climáticas associadas à altitude, nas quais áreas mais elevadas tendem a apresentar menores temperaturas e maiores índices de precipitação, condicionando diretamente a estrutura e a distribuição da vegetação. Assim, a classificação proposta não apenas descreve os habitats, mas explicita os processos que os organizam, permitindo uma leitura analítica da paisagem em que relevo,

clima e cobertura vegetal são compreendidos como componentes interdependentes de um mesmo sistema. A organização espacial observada evidencia, portanto, a existência de um gradiente funcional contínuo, no qual as transições entre as classes acompanham as variações progressivas das condições ambientais, conferindo consistência ecológica e coerência espacial ao modelo proposto.

Assim sendo, esses são os habitats naturais presentes nas Serranias de Descoberto. Essa classificação revelou um total de 32 habitats distintos, cada qual carregando sua especificidade em relação a sua cobertura vegetal, seu relevo correspondente e seu estrato. E se destaca como a variação altimétrica consubstanciou o fenômeno da zonação altitudinal, resultando na variabilidade de habitats, com características até semelhantes, porém com variações nos espécimes que podem ser encontrados em cada um em função justamente das adaptações que as espécies vegetais, e consequentemente os animais, possuem para resistir as mais baixas temperaturas e maior número de chuvas presentes nas regiões mais altas do local.

Sob essa perspectiva, a estrutura da vegetação assume papel central na compreensão da biodiversidade local, na medida em que a diversidade de estratos (arbóreo, arbustivo e herbáceo) e sua distribuição ao longo do gradiente altitudinal criam distintos nichos ecológicos, capazes de sustentar diferentes composições de espécies vegetais e animais. A heterogeneidade estrutural observada entre os 32 habitats identificados não se traduz apenas em variação fisionômica, mas reflete diretamente a capacidade do ambiente de oferecer recursos e condições específicas (como abrigo, alimento e microclima) para uma ampla gama de organismos. Dessa forma, a complexidade estrutural da vegetação pode ser compreendida como um indicador indireto da riqueza biológica da área, reforçando a relevância da classificação de habitats como ferramenta de análise da biodiversidade nas Serranias de Descoberto

5.11 – Relações entre os habitats e a geodiversidade

A relação entre os habitats e a geodiversidade, quando analisada de forma integrada, revela um padrão bastante coerente e, ao mesmo tempo, interessante do ponto de vista da organização da paisagem. Nesse sentido, após a sobreposição dos dados, eles foram planilhados mostrando quais dentre os habitats identificados foram encontrados em cada uma das zonas de geodiversidade aqui expostas. Tais dados podem ser conferidos na íntegra no Anexo 1. De modo a dinamizar a discussão desses resultados, foi realizada uma simplificação

dos habitats, em função da morfologia dominante deles, e com base nisso, foi obtido um gráfico demonstrando o grau de ocupação de cada grupo de habitats frente as zonas de geodiversidade destacadas no presente trabalho (Figura 29), os mesmos dados também podem ser acompanhados na tabela subsequente (Tabela 1).



Figura 29: Gráfico representando a porcentagem de ocupação e distribuição dos habitats (aqui separados por sua morfologia dominante) dentro das zonas de Geodiversidade, onde cada quadrícula representa, aproximadamente, 1% da área ocupada. Fonte: O autor.

Geodiversidade	Habitats Agregados Segundo sua Morfologia Dominante	%
Muito Baixa	Colinas	82.76
	Fundos de Vale	1.98
	Morros e Morrotes	0.83
	Planícies	5.92
	Terraços	8.50
Baixa	Colinas	34.94
	Cristas	38.29
	Diques Marginais	3.09
	Fundos de Vale	1.24
	Morros e Morrotes	1.28
	Patamares de Cimeira	12.88
	Planícies	4.38
	Terraços	3.90
Média	Afloramentos Rochosos	0.02
	Colinas	13.12
	Cristas	56.45

	Diques Marginais	2.21
	Fundos de Vale	0.91
	Morros e Morrotes	10.81
	Patamares de Cimeira	11.11
	Planícies	1.70
	Terraços	3.67
Alta	Afloramentos Rochosos	0.03
	Colinas	13.65
	Cristas	55.69
	Diques Marginais	1.77
	Fundos de Vale	0.86
	Morros e Morrotes	14.69
	Patamares de Cimeira	7.99
	Planícies	0.91
	Terraços	3.61
	Topo de Chapada	0.80
Muito Alta	Colinas	18.45
	Cristas	32.92
	Diques Marginais	4.44
	Fundos de Vale	0.27
	Morros e Morrotes	26.35
	Patamares de Cimeira	13.75
	Planícies	1.71
	Terraços	1.01
	Topo de Chapada	1.09

Tabela 1: Tabela contendo uma simplificação dos tipos de Habitat em função de suas morfologias dominantes, e sua porcentagem de ocupação dentro das classes de geodiversidade encontradas na área. Fonte: O autor.

Dialogando com os dados do gráfico e da tabela, se observa nitidamente um maior número de classes nas zonas de geodiversidade Média, Alta e Muito Alta, com destaque para “Alta” com 10 classes presentes em sobreposição a ela.

De maneira geral, observa-se que as áreas classificadas com geodiversidade alta e muito alta correspondem justamente aos setores onde, no mapa de habitats, há maior diversidade fisionômica e maior fragmentação das unidades. Isso aparece principalmente nas porções centro-sul do recorte, onde o mapa de geodiversidade apresenta manchas extensas em vermelho. Nessas áreas, o texto já indica a presença de superfícies mais dissecadas (morros, morrotes, encostas mais íngremes), com forte variação de declividade, exposição e disponibilidade hídrica. Essa combinação de fatores cria um ambiente heterogêneo, no qual

diferentes habitats coexistem em escala relativamente pequena, fator esse que, em última instância, se traduz em maior diversidade ecológica associada à diversidade abiótica.

Por outro lado, nas áreas de geodiversidade baixa e muito baixa, concentradas sobretudo nas bordas do recorte (especialmente ao norte e nordeste), o padrão tende a ser distinto. Nesses setores, o mapa de habitats indica maior continuidade espacial das formações vegetais, com menor fragmentação interna. Isso está diretamente relacionado às condições mais homogêneas do meio físico, com seu relevo mais suave, menor variação altimétrica e, conseqüentemente, menor diversidade de microambientes. Assim, a menor geodiversidade se associa a uma menor diversidade de habitats ou, pelo menos, a uma organização mais contínua e menos compartimentada desses habitats.

Um ponto particularmente importante é o papel das zonas intermediárias de geodiversidade. As classes “Média” e “Alta” aparecem como faixas de transição no mapa de geodiversidade e, não por acaso, coincidem com áreas onde os habitats também apresentam caráter transicional. São, em geral, superfícies intermediárias do relevo, onde há mistura de formações vegetais e maior variabilidade local. Essas áreas funcionam como zonas de contato ecológico, onde diferentes condições ambientais se sobrepõem, favorecendo a coexistência de múltiplos tipos de habitat.

Além disso, a associação entre geodiversidade e habitats fica ainda mais evidente quando se considera o papel dos fundos de vale e das áreas ripárias. Embora esses ambientes possam não apresentar os maiores valores absolutos de geodiversidade, eles aparecem inseridos em contextos de maior complexidade espacial, especialmente onde a rede de drenagem é mais densa. Nesses casos, a presença da água introduz um fator adicional de heterogeneidade, contribuindo para a diferenciação dos habitats em relação às encostas adjacentes. Assim, mesmo em áreas localizadas, a interação entre relevo, drenagem e cobertura vegetal reforça a relação entre diversidade abiótica e diversidade ecológica.

Outro aspecto que merece destaque é a influência do gradiente altimétrico, aqui já estruturado nas faixas de altitude utilizadas para segmentar o mapa de habitats (inferior/submontana, intermediária/montana e superior/altimontana). Esse gradiente aparece refletido tanto na distribuição dos habitats quanto no mapa de geodiversidade. As porções mais elevadas, associadas aos patamares de cimeiras e as cristas, tendem a apresentar valores mais elevados de geodiversidade e, simultaneamente, abrigar habitats mais especializados, como formações rupícolas e vegetação arbustivo-herbácea. Já nas áreas mais baixas, com

relevo mais suave, predominam formações florestais mais contínuas, associadas a valores menores de geodiversidade. Isso reforça a ideia de que a variação altimétrica atua como um eixo estruturador comum tanto para a geodiversidade quanto para os habitats.

Quando se observa a tabela de ocorrência dos habitats por classes de geodiversidade (Anexo 1), esse padrão tende a se confirmar: habitats mais específicos, associados a condições ambientais restritivas (como afloramentos rochosos ou áreas de maior declividade), aparecem com maior frequência em classes altas de geodiversidade, enquanto habitats mais generalistas ou associados a condições mais estáveis tendem a ocorrer em classes médias a baixas. Esse tipo de distribuição reforça a noção de que a geodiversidade não apenas acompanha, mas ajuda a explicar a distribuição dos habitats na paisagem.

Em síntese a geodiversidade funciona como uma espécie de base estrutural da diversidade de habitats. Onde o meio físico é mais variado (em termos de relevo, drenagem, substrato), os habitats tendem a ser mais diversos e fragmentados; onde o meio físico é mais homogêneo, os habitats tendem a ser mais contínuos e menos variados (Carvalho e Carvalho, 2012). Essa relação, longe de ser apenas coincidência espacial, reflete a interdependência entre os componentes abióticos e bióticos da paisagem, algo que o seu próprio modelo de classificação de habitats já incorpora conceitualmente.

5.12 – Discussões Finais

Inicialmente, destaca-se que a geodiversidade, operacionalizada a partir da integração de variáveis como relevo, litologia, drenagem e lineamentos, apresentou elevada capacidade de representar a complexidade espacial do meio físico. O índice gerado não apenas sintetiza a variabilidade desses elementos, mas também explicita padrões espaciais coerentes com a organização geomorfológica e estrutural da área. As maiores concentrações de geodiversidade ocorrem, sobretudo, nas porções mais dissecadas do relevo, associadas a maiores declividades, maior densidade de drenagem, diversidade litológica e presença expressiva de lineamentos estruturais.

Em paralelo, a identificação e classificação dos habitats, fundamentadas na integração entre relevo, clima e uso e cobertura da terra, evidenciam a existência de um mosaico ambiental marcadamente heterogêneo, composto por 32 tipos distintos de habitats. Essa diversidade reflete diretamente a complexidade das condições ambientais locais,

especialmente no que se refere à variação altimétrica e à compartimentação do relevo, que atuam como elementos organizadores da paisagem.

Esse resultado reforça a noção de que a geodiversidade atua como base estruturante da biodiversidade, corroborando autores como Gray (2004), Xavier da Silva et al. (2001) e Gordon et al. (2012), que compreendem o meio físico não apenas como suporte, mas como agente ativo na organização ecológica.

Nesse contexto, as classes de geodiversidade média, alta e muito alta se destacam como áreas-chave para a diversidade ambiental, funcionando como núcleos de elevada complexidade ecológica. Nessas zonas, a sobreposição de múltiplos fatores, como o relevo mais acidentado, maior densidade de drenagem, diversidade litológica e variações microclimáticas que favorecem a coexistência de diferentes habitats em escalas reduzidas, ampliando a heterogeneidade da paisagem. Em contraste, áreas de baixa geodiversidade, associadas a relevo mais suave e menor variabilidade estrutural, apresentam menor diversidade de habitats e uma organização espacial mais simplificada.

Outro ponto que se mostra central é o papel do gradiente altitudinal na estruturação tanto da geodiversidade quanto dos habitats. A variação de altitude implica mudanças nas condições térmicas e pluviométricas, influenciando diretamente a distribuição da vegetação e a formação de habitats específicos. Nesse sentido, a altitude atua como elemento integrador dos processos ambientais, sintetizando a interação entre relevo, clima e cobertura vegetal, conforme discutido por Ab'Saber (2003) e Whittaker (1975).

Além disso, os resultados evidenciam a relevância das zonas de transição (ecótonos), especialmente nas classes intermediárias de geodiversidade, onde se observa maior diversidade de habitats. Essas áreas funcionam como espaços de interação entre diferentes condições ambientais, favorecendo a coexistência de múltiplas formas de vida e ampliando a complexidade ecológica da paisagem.

A articulação entre o índice de geodiversidade e a cartografia de habitats mostrou-se uma estratégia robusta para a análise integrada da paisagem, permitindo não apenas identificar padrões espaciais, mas também interpretá-los à luz dos processos ambientais.

Reforça-se, assim, a necessidade de estratégias de conservação que incorporem a geodiversidade como critério central, ampliando a abordagem tradicionalmente centrada na

biodiversidade, em um contexto de intensa pressão antrópica evidenciada pela predominância de pastagens e pela fragmentação da cobertura vegetal.

Ao evidenciar empiricamente a relação entre geodiversidade e habitats, o trabalho responde, ainda que parcialmente à lacuna apontada na literatura quanto à necessidade de abordagens mais integradoras, em consonância com perspectivas sistêmicas e geossistêmicas (Sochava, 1977; Rodriguez et al., 2004).

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como propósito central compreender as relações entre a geodiversidade e a organização espacial dos habitats nas Serras de Descoberto, partindo da premissa de que a variabilidade do meio físico exerce papel estruturante na diversidade e distribuição dos ambientes ecológicos. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, essa hipótese mostrou-se não apenas pertinente, mas consistentemente sustentada pelos resultados.

A análise integrada entre geodiversidade e habitats revela um padrão consistente: áreas com maior geodiversidade tendem a concentrar maior diversidade de habitats, enquanto porções da paisagem com menor variabilidade abiótica apresentam configurações mais homogêneas e contínuas. Essa relação reforça o papel da geodiversidade como um elemento estruturador da organização espacial dos ambientes, uma vez que a heterogeneidade do meio físico condiciona diferentes possibilidades de formação e distribuição dos habitats.

Do ponto de vista metodológico, destaca-se a eficácia da abordagem adotada, baseada na integração entre geoprocessamento, análise espacial e validação em campo. Em termos aplicados, os resultados apresentam implicações diretas para o planejamento ambiental e a conservação: as áreas de maior geodiversidade, por concentrarem maior diversidade de habitats, configuram-se como zonas prioritárias para ações de preservação, sobretudo aquelas inseridas nas classes média, alta e muito alta identificadas na Serrania de Descoberto. Essas porções concentram os núcleos de maior complexidade ecológica observados ao longo do estudo e, portanto, apresentam relevância estratégica para futuras propostas de planejamento e conservação ambiental.

Apesar dessa relação evidenciada, é importante destacar que a integração entre geodiversidade e habitats foi analisada, neste trabalho, principalmente a partir de variáveis

físicas e da estrutura fisionômica da vegetação, sem a incorporação direta da fauna como componente analítico. Essa limitação também aparece na própria revisão conceitual, que reconhece a geodiversidade como a base física sobre a qual se estabelecem os sistemas bióticos, incluindo fauna, flora e as relações ecológicas associadas, mas que ainda apresenta desafios metodológicos para sua operacionalização em modelos espaciais integrados. Conforme discutido ao longo do trabalho, estudos correlatos, como o de Lapa e Rocha (2026), têm avançado na relação entre geodiversidade e componentes bióticos, embora ainda concentrados principalmente em variáveis de uso e cobertura da terra. Dessa forma, a incorporação de dados faunísticos permanece como uma importante lacuna metodológica e conceitual a ser explorada.

A ampliação dessa abordagem em pesquisas futuras, especialmente por meio da integração de dados biológicos mais detalhados, tende a fortalecer a capacidade explicativa das análises de geodiversidade aplicadas à conservação. Nesse contexto, recomenda-se a incorporação de informações sobre ocorrência e distribuição de espécies da fauna, permitindo verificar se os padrões espaciais de diversidade e fragmentação dos habitats identificados também apresentam correspondência com a organização da fauna local. Essa perspectiva torna-se especialmente relevante nas zonas de transição ambiental (ecótonos) e nas áreas de maior altitude, já destacadas ao longo do estudo como ambientes de elevada heterogeneidade e possível especialização ecológica.

Do ponto de vista da gestão territorial, os resultados reforçam a necessidade de estratégias de conservação que considerem a geodiversidade como critério complementar aos modelos tradicionalmente centrados na biodiversidade. Em um cenário marcado pela predominância de pastagens e pela fragmentação da cobertura vegetal na área de estudo, a incorporação da variabilidade abiótica torna-se fundamental para compreender quais setores da paisagem apresentam maior potencial para manutenção da diversidade ambiental.

Por fim, a pesquisa contribui para o avanço das discussões sobre a integração entre os componentes abióticos e bióticos da paisagem, reforçando a importância de compreendê-la como um sistema complexo e interdependente. Conclui-se, assim, que a geodiversidade não apenas condiciona, mas participa ativamente da organização dos habitats, constituindo-se como elemento essencial para a compreensão da dinâmica da paisagem — não apenas pela sua importância físico-estrutural, mas também pelo papel que desempenha na sustentação da diversidade ambiental. As áreas com maiores índices de geodiversidade devem, portanto, ser

compreendidas dentro dessa lógica integrada, que fundamenta a proposta central desta pesquisa.

O aprofundamento dessa abordagem em estudos futuros, especialmente com a incorporação de dados biológicos mais detalhados, tende a ampliar sua capacidade explicativa, contribuindo para uma geografia mais integrada e aplicada à gestão ambiental. Mais do que confirmar a hipótese inicial, o trabalho evidencia a necessidade de reposicionar a geodiversidade no centro das análises ambientais, não apenas como pano de fundo da vida, mas como elemento estruturante e indissociável da dinâmica ecológica da paisagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. p.1-14. In: Ferri, M.G. (org.) **Simpósio sobre o cerrado**. Edgard Blücher, São Paulo, 239p., 1971.
- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 2003.
- AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Orientação**, n. 3, p. 45-48, 1967.
- ARAUJO, A. M.; PEREIRA, D. Í. A New Methodological Contribution for the Geodiversity Assessment: applicability to ceará state (brazil). **Geoheritage**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 591-605, 2017.
- BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**. n. 38, v. 1, p. 03-13, 2011.
- BORBA, A. W.; SILVA, E. L.; SOUZA, L. P. M.; SOUZA, L. F.; MARQUES, R. V. Relação entre a geodiversidade intrínseca e a estruturação de habitat na escala do geossítio: exemplos na Serra do Segredo e nas Pedras das Guaritas (Caçapava do Sul, RS, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre/RS, v. 2, n. 43, p. 183-202, 2016.
- BORBA, A. W.; SELL, J. C. Uma reflexão crítica sobre os conceitos e práticas da geoconservação. **Geographia Meridionalis**, Pelotas, v.4, n.1, p.2-28, 2018.
- BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005.
- CAGLIONI, E.; UHLMANN, A.; CURCIO, G. R.; RAMOS, M. R.; BONNET, A.; JUNCKES, A. R. Altitude e solos determinam variações abruptas da vegetação em gradiente altitudinal de Mata Atlântica. **Rodriguésia**, [S.L.], v. 69, n. 4, p. 2055-2068, dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201869436>.
- CARVALHO, T. M.; CARVALHO, C. M. Sistemas de informações geográficas aplicadas à descrição de habitats. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 34, n. 1, p. 79-90, 2012.

CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à Teoria dos Geossistemas**: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. 218p.

CERQUEIRA, R. Determinação de distribuição potenciais de espécies. p.141-161. In: PERES-NETO P.R., VALENTIN J.L.; FERNANDEZ, F.A.S. (eds.) **Tópicos em tratamento de dados biológicos**. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 161p. 1995.

CERQUEIRA, R.; FERNANDEZ, F.A.S.; QUINTELA M.F.S. Mamíferos da restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. **Papéis Avulsos de Zoologia** 37(9): p.141-157, 1990.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard blücher, 1980.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. **Microecology**. Edward Arnold, London, 49p, 1967.

COX, C. B.; MOORE, P. D.; LADLE, R. J. **BIOGEOGRAFIA**: Uma Abordagem Ecológica e Evolucionária. Rio de Janeiro: LTC, 9 ed., 2019, p.340.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geodiversidade do Brasil**. Escala 1:2.500.000. Brasília: SGM-MME/CPRM, 2006.

DESTRO, L. C. F. **Nas fronteiras do ecúmeno**: a invenção da Guiné nas narrativas de viagens e cartografia dos primeiros contatos, séculos XV e XVI. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016, 218p.

DIAS, J. E.; GOMES, O. V. O.; XAVIER DA SILVA, J.; GOES, M. H. B. A geodiversidade do município de Volta Redonda, Rio de Janeiro. **Caminhos de Geografia**, 14(14), 151-160, 2005.

DUESER, R.D.; SHUGART H.H.J. Microhabitat in a forest floor small mammal fauna. **Ecology** 59: p.89-98, 1978.

ECHER, I. C. A revisão de literatura na construção do trabalho científico. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, v.22, n. 2, p. 5-20, jul. 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1979. v.1.

ENGELS, F. **Dialética da Natureza**. São Paulo, Boitempo, 2020. p. 398.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1 :km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal Of Climatology**, [S.L.], v. 37, n. 12, p. 4302-4315, 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.5086>.

FREITAS, S. R. **Variação espacial e temporal na estrutura do habitat e preferência de microhabitat por pequenos mamíferos na Mata Atlântica**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 168 f, 1998.

GOMES, F. C. M. **ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO EM MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO**. 2021. 173 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2021.

GORDON, J. E.; BARRON, H. F.; HANSOM, J. D.; THOMAS, M. F. Engaging with geodiversity: Why it matters. **Proceedings of the Geologists' Association**, s.l., v. 123, p.1-6, 2012.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley & Sons, 2004.

GUIMARÃES, I. P. M. B.; BARROS, R. R.; FELIPPE, M. F. Ocorrência de Áreas Úmidas no Domínio dos Mares de Morro: uma Abordagem Hidrogeomorfológica. **Revista Espaço e Geografia**, [S. l.], v. 28, p. 168–196, 2025.

HAWKER, L.; UHE P.; PAULO L.; SOSA J.; SAVAGE J.; SAMPSON C.; NEAL J. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed, **Environmental Research Letters**, 17(2), 024016, 2022.

ISACHENKO, A. G. **Principles of Landscape Science and Physical Geographic Regionalization**. Melbourne. 1973. 311p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p.

JOLY, C. A.; ASSIS, M. A.; BERNACCI, L. C.; TAMASHIRO, J. Y.; CAMPOS, M. C. R.; GOMES, J. A. M. A.; LACERDA, M. S.; SANTOS, F. A. M.; PEDRONI, F.; PEREIRA, L. S.; PADGURSCHI, M. C. G.; PRATA, E. M. B.; RAMOS, E.; TORRES, R. B.;

ROCHELLE, A.; MARTINS, F. R.; ALVES, L. F.; VIEIRA, S. A.; MARTINELLI, L. A.; CAMARGO, P. B.; AIDAR, M. P. M.; EISENLOHR, P. V., SIMÕES, E.; VILLANI, J. P.; BELINELLO, R. Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotropica**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 125-145, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1676-06032012000100012>.

LAPA, D. P.; MARQUES NETO, R.; ROCHA, C. H. B. O HABITAT, SUA ESCALARIDADE E POSSÍVEIS RELAÇÕES COM AS UNIDADES GEOGRÁFICAS. In: **Anais do XI Seminário do Programa de Pós Graduação em Geografia da UFJF “Geografias Disruptivas em Tempos de Rupturas Metabólicas”**. p.171-175, 2024.

LEVIN, S. A. Multiple scales and the maintenance of biodiversity. **Ecosystems**, 3(6), 498-506. 2000.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Geographic Information Science and Systems**. 2ª ed. John Wiley & Sons, 2005. 357p.

LÓPEZ, J. R. Los desafíos del estudio de la Geodiversidade. **Revista Geográfica Venezolana**, Bogotá, v.46, n.1, p.143-152, 2005.

MAPBIOMAS. **Coleções MapBiomas**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 19 novembro 2024.

MARQUES NETO, R. **CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA**: revisões, aplicações e proposições. Curitiba: Editora CRV, 2022.

MARQUES NETO, R. O Horst da Mantiqueira Meridional: proposta de compartimentação morfoestrutural para a porção mineira. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.18, n.3, p.561-577, jul. /set. 2017.

MEIRA, S. A. **“PEDRAS QUE CANTAM”**: O PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO PARQUE NACIONAL DE JERICOACOARA, CEARÁ, BRASIL. 2016. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016.

MEIRA, S. A. **SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO E PROPOSTAS DE PROMOÇÃO DO GEOPATRIMÔNIO DO PARQUE NACIONAL DE UBAJARA, CEARÁ,**

BRASIL. 2020. 332 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

MIRANDA, J. F. O.; MATOS, M. R. B.; ORGE, M. D. R. APLICAÇÃO DA MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES (MDE) NO BIOMA MATA ATLÂNTICA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. e1017, 2024.

MOREIRA, J. A. **GEODIVERSIDADE E GEOPATRIMÔNIO NO PLANALTO DE DIAMANTINA, ESPINHAÇO MERIDIONAL (MG): SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS E ESTRUTURA DA PAISAGEM.** 2020. 194 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

NIETO, L. M. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. **Boletín Geológico y Minero**. Espanha: v. 112, n. 2, p. 3-12, 2001.

NOCE, C.M.; ROMANO, A.W.; PINHEIRO, C.M.; MOL, V.S.; PEDROSA-SOARES, A.C. 2003. Geologia das Folhas Ubá e Muriaé. In: Pedrosa-Soares et al. (eds.) **Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro**. COMIG, 12 pp.:623-659

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo, São Paulo: Cengage Learning, 2013.

PAIVA, D. R.; MARQUES NETO, R. CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA E COMPARTIMENTAÇÃO MORFOESTRUTURAL NA BACIA DO RIO NOVO (MG): SUBSÍDIO À COMPREENSÃO DA MORFOGÊNESE NA REGIÃO DOS GRANDES ESCARPAMENTOS DO ESCUDO ATLÂNTICO. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 23, n. 87, p. 266–281, 2022.

PEREIRA, D. I.; PEREIRA, P.; BRILHA, J.; SANTOS, L. Geodiversity assessment of Paraná State (Brazil): an innovative approach. **Environmental management**, v. 52, p. 541-552, 2013.

PEREIRA, E. O.; RUCHKYS, U. A. Quantificação e análise da geodiversidade aplicada ao geoturismo na área de proteção ambiental sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista Raega – O Espaço Geográfico em Análise**, v.37, p.207-226, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/41642>>.

PEREIRA, I. G. S.; GONÇALVES, I. P. S. APROXIMAÇÕES ENTRE A BIOGEOGRAFIA E A TEORIA GEOSISTÊMICA PARA A LEITURA GEOGRÁFICA DA PAISAGEM: a partir de uma revisão bibliográfica. **Revista Psipro**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 23-35, jun. 2025.

PIZANI, F. M. C.; RUCHKYS, U. A. Quantificação da geodiversidade e suas implicações para a geoconservação da Estrada Real – porção centro-norte do Caminho dos Diamantes. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, v. 40, p. 191-202, 24 dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v40i0.166410>.

RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 5, n. 1, 2010.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTE, A. P. B. (Ogr.). **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: UFC, 2004.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, FFLCH – USP, n.6, 1992.

SAADI, A.; BEZERRA, F. H. R.; COSTA, R. D.; IGREJA, H. L. S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da Plataforma Brasileira. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holas, 2005. Cap. 10. p. 211-234.

SCHMIDLIN, L. A.J. **Análise da disponibilidade de habitat para o mico-leão-da-cara-preta (Leontopithecus Caissara Lorini e Persson, 1990) e identificação de áreas preferenciais para o manejo da espécie por técnicas de geoprocessamento**. 2004. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SHARPLES, C. A. Geoconservation in forest management: Principles and procedures. **Tasforests**, s.l., v. 7, p. 37–50, 1995.

SHARPLES, C. A. **Methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes**. Tasmania: report to Forestry Commission Tasmania, Hobart, 1993.

SILVA, M. L. N.; MANSUR, K. L.; NASCIMENTO, M. A. L. Serviços Ecossistêmicos da Natureza e sua Aplicação nos Estudos da Geodiversidade: uma Revisão. **Anuário do Instituto de Geociências**, 41(2): 699-709, 2018.

SINHA, J. K. **Biogeography & Geomorphology**. Índia: Orange Books International, 2018, 230p.

SLOCUM, A. T.; MCMASTER, R. B.; KESSLER F. C.; HOWARD H. H. **Thematic Cartography and Geovisualization**: Pearson New International Edition. 3a ed. Pearson Education Limited, 2013. 623p.

SOBERÓN, J.; NAKAMURA, M. Niches and distributional areas: concepts, methods, and assumptions. **PNAS**, 107(1), 19644–19650, 2009.

SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet Geography**, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.

SOCHAVA, V. B. **Introdução à Teoria do Geossistema**. Novasibéria: Nauka, 1978. 320p. (em russo)

SOCHAVA, V. B. O Estudo dos Geossistemas. **Métodos em Questão**. Nº 16. USP-IGEO. São Paulo, 1977.

TRUBETSKOVA, I. Vladimir Ivanovich Vernadsky and his revolutionary theory of the biosphere and the noosphere. **University of New Hampshire Experimental Space Plasma Group**, 2004. Disponível em: http://www-ssg.sr.unh.edu/preceptorial/Summaries_2004/Vernadsky_Pap_ITru.html Acesso em: 20 de janeiro de 2025.

TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; DUARTE, B.P.; NOGUEIRA, J.R.; VALLADARES, C.; ALMEIDA, J.; SILVA, L.G.E.; MEDEIROS, S.R.; ALMEIDA, C.G.; MIRANDA, A.; RAGATKY, C.D.; MENDES, J.; LUDKA, I. Geologia da Faixa Ribeira Setentrional: estado da arte e conexões com a Faixa Araçuaí. **Geonomos**, 15: p.67-79, 2007.

TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, W.; HEILBRON, M. Evolução tectônica e magmática da Faixa Ribeira entre o Neoproterozoico e o Paleozoico Inferior na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 35, n. 2, p. 140- 151, 2012.

VENTURI, L. A. B. A Técnica e a Observação na Pesquisa. In: **Geografia: Práticas de Campo, Laboratório e Sala de Aula**. São Paulo, Editora Sarandi, p. 11-28, 2011.

VERNADSKY, V. **Biosfera**. Rio de Janeiro: Dantes Ed, 2019. p.240.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Geografia (Rio Claro. Impresso)**, Rio Claro, v. 28, n. 03. p. 323-344, set/dez, 2003.

WHITTAKER, R. H. **Communities and Ecosystems**. MacMillan Publishing Co., 1975. p.420.

WU, J. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations. **Landscape Ecology**, v. 19, n. 2, p. 125-138, 2004. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1023/b:land.0000021711.40074.ae>.

XAVIER DA SILVA, J.; PERSSON, V. G.; LORINI, M. L.; BERGAMO, R. B. A.; RIBEIRO, M. F.; COSTA, A. J. S. T.; IERVOLINO, P.; ABDO, O. E. Índices de geodiversidade: aplicações de SGI em estudos de biodiversidade. In: **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão novas metodologias de avaliação e monitoramento**. Rio de Janeiro, Vozes, p. 299-316, 2001.

ZONNEVELD, I. S. The land unit: a fundamental concept in landscape ecology, and its application. **Landscape Ecology**, v. 5, p. 67-86, 1989.

ANEXO 1 – Tabela relacionando os Níveis de Geodiversidade com os Habitats identificados na área de estudo.

Geodiversidade	Habitats Identificados	Faixa	Área (km ²)	%
Muito Baixa	Colinas com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.05459	35.24
Muito Baixa	Colinas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.07362	47.52
Muito Baixa	Fundos de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.00306	1.98
Muito Baixa	Fundos de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.00001	0.01
Muito Baixa	Morros e Morrotes com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.00129	0.83
Muito Baixa	Planície Alveolar com Brejos - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Inferior	0.00407	2.63
Muito Baixa	Planícies Fluviais com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.00510	3.29
Muito Baixa	Terraços com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.01317	8.50
Baixa	Colinas com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.29714	10.82
Baixa	Colinas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.66280	24.13
Baixa	Cristas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.39339	14.32
Baixa	Cristas com FOD Nebular - Predomínio do Estrato Arbóreo	Superior	0.48567	17.68
Baixa	Cristas com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Superior	0.00801	0.29
Baixa	Cristas com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Superior	0.16479	6.00
Baixa	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.08497	3.09
Baixa	Fundos de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.01431	0.52
Baixa	Fundo de Vale Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.01971	0.72
Baixa	Morros e Morrotes com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.02131	0.78
Baixa	Morros e Morrotes com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.01378	0.50
Baixa	Patamares de Cimeira com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.31996	11.65
Baixa	Patamares de Cimeira com FOD Nebular - Predomínio do Estrato Arbóreo	Superior	0.02230	0.81
Baixa	Patamares de Cimeira com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Superior	0.01150	0.42
Baixa	Planície Alveolar com Brejos - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Inferior	0.03466	1.26
Baixa	Planícies Fluviais com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.08319	3.03
Baixa	Planícies Intermontanas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.00242	0.09
Baixa	Terraços com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.10711	3.90

Média	Afloramentos Rochosos com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo Rupícula	Superior	0.00189	0.02
Média	Colinas com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.22760	1.95
Média	Colinas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	1.29202	11.08
Média	Colinas com Vegetação Arbustiva-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.00984	0.08
Média	Cristas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	3.36644	28.88
Média	Cristas com FOD Nebular - Predomínio do Estrato Arbóreo	Superior	1.46749	12.59
Média	Cristas com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.77576	6.65
Média	Cristas com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Superior	0.40273	3.45
Média	Cristas com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Intermediária	0.25124	2.16
Média	Cristas com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Superior	0.31709	2.72
Média	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.24344	2.09
Média	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.00199	0.02
Média	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.01259	0.11
Média	Fundo de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.09727	0.83
Média	Fundo de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.00928	0.08
Média	Morros e Morrotes com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.19581	1.68
Média	Morros e Morrotes com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	1.02990	8.83
Média	Morros e Morrotes com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Intermediária	0.03511	0.30
Média	Patamares de Cimeira com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.43012	3.69
Média	Patamares de Cimeira com FOD Nebular - Predomínio do Estrato Arbóreo	Superior	0.51005	4.37
Média	Patamares de Cimeira com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.00640	0.05
Média	Patamares de Cimeira com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Superior	0.09351	0.80
Média	Patamares de Cimeira com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Superior	0.25551	2.19
Média	Planície Alveolar com Brejos - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Inferior	0.06051	0.52
Média	Planícies Fluviais com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.11172	0.96
Média	Planícies Intermontanas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.02570	0.22
Média	Terraços com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.33032	2.83
Média	Terraços com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.09729	0.83

Alta	Afloramentos Rochosos com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo Rupícula	Superior	0.00685	0.03
Alta	Colinas com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.07213	0.36
Alta	Colinas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	2.56763	12.84
Alta	Colinas com Vegetação Arbustiva-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.08846	0.44
Alta	Cristas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	6.31574	31.59
Alta	Cristas com FOD Nebular - Predomínio do Estrato Arbóreo	Superior	1.20473	6.03
Alta	Cristas com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	1.90860	9.55
Alta	Cristas com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Superior	0.85683	4.29
Alta	Cristas com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Intermediária	0.49166	2.46
Alta	Cristas com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Superior	0.35746	1.79
Alta	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.11919	0.60
Alta	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.01562	0.08
Alta	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.21942	1.10
Alta	Fundos de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.09688	0.48
Alta	Fundos de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.07415	0.37
Alta	Morros e Morrotes com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.18853	0.94
Alta	Morros e Morrotes com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	2.63149	13.16
Alta	Morros e Morrotes com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.10678	0.53
Alta	Morros e Morrotes com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Intermediária	0.00959	0.05
Alta	Patamares de Cimeira com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.90440	4.52
Alta	Patamares de Cimeira com FOD Nebular - Predomínio do Estrato Arbóreo	Superior	0.29417	1.47
Alta	Patamares de Cimeira com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.02039	0.10
Alta	Patamares de Cimeira com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Superior	0.31229	1.56
Alta	Patamares de Cimeira com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Superior	0.06664	0.33
Alta	Planície Alveolar com Brejos - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Inferior	0.05192	0.26
Alta	Planície Alveolar com Brejos Intermontanos - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.03258	0.16
Alta	Planície Fluvial Intermontana com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.07819	0.39
Alta	Planícies Fluviais com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.01610	0.08

Alta	Planícies Intermontanas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.00284	0.01
Alta	Terraços com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.52148	2.61
Alta	Terraços com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.20098	1.01
Alta	Topo de Chapada com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.16035	0.80
Muito Alta	Colinas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	2.78193	18.20
Muito Alta	Colinas com Vegetação Arbustiva-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.03898	0.25
Muito Alta	Cristas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	3.75077	24.54
Muito Alta	Cristas com FOD Nebular - Predomínio do Estrato Arbóreo	Superior	0.50771	3.32
Muito Alta	Cristas com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.47216	3.09
Muito Alta	Cristas com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Superior	0.03423	0.22
Muito Alta	Cristas com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Intermediária	0.25211	1.65
Muito Alta	Cristas com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Superior	0.01524	0.10
Muito Alta	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.51220	3.35
Muito Alta	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.02729	0.18
Muito Alta	Diques Marginais com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.13895	0.91
Muito Alta	Fundos de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.00330	0.02
Muito Alta	Fundos de Vale com Vegetação Ripária - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.03838	0.25
Muito Alta	Morros e Morrotes com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.29090	1.90
Muito Alta	Morros e Morrotes com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	3.62010	23.68
Muito Alta	Morros e Morrotes com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.06918	0.45
Muito Alta	Morros e Morrotes com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Intermediária	0.04838	0.32
Muito Alta	Patamares de Cimeira com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	1.63395	10.69
Muito Alta	Patamares de Cimeira com FOD Nebular - Predomínio do Estrato Arbóreo	Superior	0.27035	1.77
Muito Alta	Patamares de Cimeira com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.05482	0.36
Muito Alta	Patamares de Cimeira com Vegetação Arbustivo-Herbácea - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Superior	0.03749	0.25
Muito Alta	Patamares de Cimeira com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Intermediária	0.01178	0.08
Muito Alta	Patamares de Cimeira com Vegetação Rupícula - Predomínio do Estrato Arbustivo	Superior	0.09408	0.62
Muito Alta	Planície Alveolar com Brejos Intermontanos - Predomínio do Estrato Herbáceo-Arbustivo	Intermediária	0.21332	1.40

Muito Alta	Planície Fluvial Intermontana com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.00992	0.06
Muito Alta	Planícies Fluviais com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.00040	0.00
Muito Alta	Planícies Intermontanas com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.03752	0.25
Muito Alta	Terraços com FES Submontana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Inferior	0.02841	0.19
Muito Alta	Terraços com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.12576	0.82
Muito Alta	Topo de Chapada com FOD Montana - Predomínio do Estrato Arbóreo	Intermediária	0.16651	1.09

Fonte: O Autor.