

## GEODIVERSIDADE E GEOSSÍTIOS NA SERRA NEGRA, ZONA DA MATA MINEIRA: A IMPORTÂNCIA DOS ASPECTOS ABIÓTICOS PARA O GEOTURISMO EM MONTANHAS TROPICAIS

Ana Beatriz Barbosa Ferreira

Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil  
[anabeatriz.ferreira@estudante.ufjf.br](mailto:anabeatriz.ferreira@estudante.ufjf.br)

Roberto Marques Neto

Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil  
[roberto.marques@ufjf.br](mailto:roberto.marques@ufjf.br)

### RESUMO

O presente artigo tem por objetivo discutir o papel da geodiversidade para as atividades geoturísticas no âmbito do Parque Estadual da Serra Negra da Mantiqueira (sudeste de Minas Gerais), mediante a cartografia da geodiversidade e dos geossítios associados. Entende-se a geodiversidade como uma área em expansão e cada vez mais necessita de estudos, sobretudo em áreas ainda pouco exploradas, mas de grande interesse científico. Os expedientes cartográficos perpassaram a quantificação de atributos do meio físico (relevo, tipicidades fluviais, número de canais, litotipos e aspectos estruturais) a partir de quadrículas dispostas em células de 1 km x 1 km, com interpolação dos dados pelo protocolo IDW. Os resultados apontaram geodiversidade tendencialmente baixa, mas com enclaves de valores mais elevados que se relacionam com os quatro geossítios encontrados na área e descritos a partir dos resultados cartográficos temáticos e controle de campo. Constatou-se também que os geossítios figuram como os principais atrativos turísticos ocorrentes na área de estudo, sublinhando a importância dos elementos abióticos no estabelecimento de planos de visitação para esta unidade de conservação recentemente criada.

**Palavras-chave:** Cartografia. Geossítios. Unidades de conservação.

### GEODIVERSITY AND GEOCITES IN THE SERRA NEGRA, ZONA DA MATA MINEIRA: THE IMPORTANCE OF ABIOTICAL ASPECTS FOR GEOTOURISM IN TROPICAL MOUNTAINS

### ABSTRACT

This article aims to discuss the role of geodiversity for geotouristic activities within the *Serra Negra da Mantiqueira* State Park (Brazil), through the mapping of geodiversity and associated geosites. Cartographic expedients permeated the quantification of attributes of the physical environment (relief, river characteristics, number of channels, lithotypes, structural aspects) from squares arranged in 1 km x 1 km cells, with data interpolation using the IDW protocol. The results showed tendentially low geodiversity, but with enclaves of higher values that are related to the four geosites found in the area and described from the thematic cartographic results and field control. It was also found that geosites are the main tourist attractions in the study area, underlining the importance of abiotic elements in establishing visitation plans for this recently created protected area.

**Keywords:** Cartography. Geosites. Protected areas.

### INTRODUÇÃO

Garcia (2014) afirma que a busca por desenvolvimento humano que tange o âmbito econômico tem inserido todo o sistema na grande perda do patrimônio natural, intensificando-se ao longo do século XX, quando as interferências do ser humano na natureza também se acentuam com o esgotamento dos recursos naturais, seguindo o intuito primeiro de sanar suas necessidades básicas, que aumentam concomitantemente ao crescimento populacional.

Com isso, Scifoni (2008) afirma que o patrimônio natural não representa apenas testemunhos de uma vegetação nativa, intocada, ou ecossistemas pouco transformados pelo homem, mas faz parte da

memória social, incorporando paisagens, sendo estes objetos de uma ação cultural na qual se baseia a produção e reprodução da vida humana.

Logo, o patrimônio natural se caracteriza pela memória da natureza e pelas relações estabelecidas entre os elementos, incluindo o ser humano. Ainda para Scifoni (2008), a urbanização resultou na valorização e desvalorização da terra. O crescimento econômico e expansão da industrialização juntamente com uso e ocupação desenfreados da terra abarcam cada vez mais problemas vinculados à conservação e preservação do patrimônio.

Tais questionamentos podem ser respondidos através dos conceitos que permeiam o presente artigo: geodiversidade, geoturismo e geoconservação. A geodiversidade é conhecida e definida por Nieto (2001), Kozłowski (2004), Brilha (2005), Serrano e Ruiz-Flaño (2007) e Manosso e Ondicol (2012) entre outros, que de maneira generalizada a entendem como os elementos abióticos do meio, considerando aspectos geológicos (litológicos e mineralógicos), paleontológicos, geomorfológicos, hídricos e outros elementos da esfera abiótica.

A compreensão desses geoindicadores é facilitada pela associação de diversos conceitos, como geoturismo, geoconservação e patrimônio natural. O geoturismo, conforme Rodrigues e Bento (2018), ganhou destaque a partir do século XX, principalmente pelos atrativos abióticos das paisagens, estimulando tanto a descoberta como a conservação ambiental. Este fenômeno proporciona uma teorização mais robusta ao conectar a apreciação das características geológicas com a conservação do meio ambiente:

O geoturismo acabou por deflagrar outra forma de visitação turística baseada não apenas na contemplação, mas principalmente no entendimento dos locais visitados emergindo como uma possibilidade, se bem planejado, de conservação do patrimônio geológico. O geoturismo pode ainda ser um mecanismo de fomento do desenvolvimento sustentável regional para localidades dotadas de aspectos relevantes para a compreensão da paisagem e evolução do Planeta Terra (RODRIGUES; BENTO, 2018, p.01).

O conceito de geoconservação, como destacado por Mansur (2018), tem como principal objetivo preservar a diversidade natural dos significativos aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e de solos, assegurando a manutenção da história de sua evolução. Em essência, trata-se da conservação da geodiversidade.

Para este trabalho é importante destacar o papel das unidades de conservação, que de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) do Brasil são definidas como

"espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção" (BRASIL, 2000)

Em resumo, uma unidade de conservação é uma área protegida pelo governo com o propósito de conservar a biodiversidade e os recursos naturais, sujeita a um regime específico de gestão e proteção. Cada vez mais o estudo da geodiversidade e dos geopatrimônios associados tem estabelecido ponto focal em espaços protegidos, notadamente as unidades de conservação, muitas vezes voltados para a análise do potencial geoturístico das aludidas espacialidades, a exemplo dos trabalhos de Ostanello (2012), Pinto (2013), Bento (2014), Abreu Santos (2014), Reis (2018), Jesus (2021), entre outros. Ocorre que, em muitas unidades de conservação (UCs), os elementos abióticos figuram como os principais atrativos e sustentam as principais vocações geopatrimoniais, e os exemplos sobejam: pico das Agulhas Negras no Parque Nacional do Itatiaia, "dedo de Deus" no Parque Nacional Serra dos Órgãos, cachoeira Casca'danta no Parque Nacional da Serra da Canastra, os sistemas de cachoeiras do Parque Nacional do Iguaçu, entre outros

Criado em 2018, o Parque Estadual da Serra Negra da Mantiqueira (PSNM) é uma área que sustenta um interessante patrimônio natural, englobando os elementos bióticos e abióticos em consórcio de fitofisionomias de florestas semidecíduas e campos rupestres. No âmbito abiótico, o parque dispõe de paisagens de significativa beleza cênica, como mirantes, cachoeiras vales encaixados em cânions e formas de relevo escarpadas em significativos declives e amplitudes locais.

Diante do exposto, o objetivo geral do presente trabalho se pauta na inventariação da geodiversidade da área do PESNM, interpretando os principais geossítios a partir da compreensão e classificação dos elementos abióticos presentes, bem como apresentar e discutir as ferramentas de conservação do patrimônio natural da área.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia da geodiversidade não é uma composição unânime, variando de acordo com os diferentes autores e seus conceitos, bem como as variáveis que a compõem. Há uma diversidade de métodos para quantificar os elementos de geodiversidade, com propostas que vão desde análises quantitativas (PIZANI; RUCHKYS, 2020), análises qualitativas (LUZARDO, 2012) e metodologias mistas de inventariação (FREITAS et. Al., 2018; COVELLO, 2018; PINTO; COSTA; SARAIVA JÚNIOR, 2018).

Conforme discorrido, para iniciar a inventariação é necessária a definição de um conceito de geodiversidade que entre em consonância com as peculiaridades da área. Para o presente trabalho, o conceito de geodiversidade adotado foi aquele formulado por Gray (2004, p. 31) que afirma que “*The natural range (diversity) of geological (rocks, minerals, fossils) geomorphological (landform, processes) and soil features. It includes their assemblages, relationships, properties, interpretations and systems*”.

A quantificação da geodiversidade partiu da correlação entre os fatores abióticos considerados, primeiramente especializados em mapas temáticos, cuja elaboração demandou a organização de um banco de dados depositário dos seguintes materiais:

- arquivos vetoriais (*shapefiles*) dos municípios que abrangem o Parque (Lima Duarte, Olaria, Santa Bárbara do Monte Verde e Rio Preto), retirados da malha dos limites geopolíticos para municípios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010);
- cartas topográficas matriciais dos municípios de Lima Duarte, Olaria, Santa Bárbara do Monte Verde e Rio Preto, em escala 1:50.000, disponibilizadas pelo *site* do Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro, na escala de 1:50.000 (BRASIL, 1974);
- base geológica do estado de Minas Gerais em escala 1:250.000 disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2022);
- *Shapefile* da drenagem da área;
- base pedológica do estado de Minas Gerais em escala 1:650.000 disponibilizadas pela parceria Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (IBGE; EMBRAPA, 2001);
- imagem em *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) em escala 1:50.000 disponibilizados pelo *United States Geological Survey* (USGS, 2011).

Após a elaboração do banco de dados foram gerados os mapas temáticos necessários para a mensuração da geodiversidade. Esses mapeamentos e suas variáveis foram baseados na metodologia proposta por Manosso e Ondicol (2012) *apud* Rodrigues e Bento (2018), de forma adaptada, considerando as especificidades da área (Quadro 1).

Quadro 1 - Materiais e métodos utilizados

| TEMA/ VARIÁVEL ABIÓTICA               | TÉCNICA ADOTADA                                | MATERIAIS E MÉTODOS   |
|---------------------------------------|--|---|
| Geologia: tipo de rochas              | Compilação do mapa geológico                   | Base de dados da CPRM                                       |
| Geologia: afloramentos                | Trabalhos de campo e sensoriamento remoto      | GPS Portátil Garmin GPSMAP 65 e <i>Software</i> ArcGis 10.8 |
| Geologia: lineamentos estruturais     | Interpretação de relevo em imagem SRTM         | <i>Software</i> ArcGis 10.8                                 |
| Hidrografia: nº de canais fluviais    | Confecção de mapa hidrográfico e interpretação | Base de dados do IBGE                                       |
| Hidrografia: tipos de canais fluviais | Confecção de mapa hidrográfico e interpretação | Base de dados do IBGE                                       |
| Hidrografia: canais de 1ª ordem       | Confecção de mapa hidrográfico e interpretação | Base de dados do IBGE                                       |

|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| Relevo: formas de relevo   | Interpretação da variedade de formas de relevo encontradas na área delimitada a partir do mapeamento da compartimentação geomorfológica do relevo – Mapa de Compartimentação Geomorfológica | Cálculos morfométricos   |
| Relevo: <i>knickpoints</i> | Análise das rupturas de declive do relevo a partir de dados matriciais – Mapa de demarcação das rupturas de declive   | Interpretação de carta topográfica e confecção de mapa de uso e cobertura da terra em escala de detalhes |

Fonte: adaptado de Manosso e Ondicol (2012). Legenda: SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

O mapeamento geológico foi realizado a partir da base geológica disponibilizada em escala 1:250.000, pela CPRM, com a sobreposição da delimitação da área. Complementarmente, os afloramentos foram mapeados a partir do *software Google Earth*, sendo realizada a fointerpretação para compilação deles.

Os lineamentos foram extraídos a partir do *software Geomática*, com auxílio das imagens de SRTM extraídas do portal USGS, em escala 1:50.000 disponibilizados pelo *United States Geological Survey*. No *software ArcMap 10.8* (ESRI, 2014), foi trabalhada a ferramenta Relevo Sombreado em quatro ângulos de iluminação azimutal. Assim, foi possível obter o relevo SRTM 3D a partir de todos os ângulos de iluminação azimutal. Para compilar todos esses ângulos em um único arquivo, foi utilizada a ferramenta Criar Novo Mosaico > *Blend*, gerando uma imagem de relevo sombreado que contempla todos os SRTM. Esse novo mosaico foi adicionado ao *software Geomática*, versão X.XX, e através da ferramenta *extract line* foram definidos os lineamentos. Por fim, foi utilizado o portal *Visible Geology* para a confecção dos diagramas de roseta.

O mapa hidrográfico foi gerado a partir da base hidrográfica disponibilizada pelo comitê da bacia do rio Paraíba do Sul, a qual contempla os principais canais fluviais dispostos na bacia, mas também os canais de primeira ordem e demais hierarquias. A partir desse diagnóstico foi possível determinar os canais de primeira ordem, as tipologias e o número de canais ocorrentes.

A compartimentação geomorfológica foi realizada a partir da interpretação das cartas topográficas disponibilizadas pelo portal Banco de Dados do Exército Brasileiro, que traz a opção de *download* em formato *Geotiff*, já georreferenciadas no Datum WGS 1964. Foi utilizada apenas a carta topográfica matricial de Lima Duarte (SF-23-X-C-VI-3) na escala de 1:50.000. Ainda, foram realizados os cálculos morfométricos da amplitude altimétrica e da profundidade de dissecação fluvial. Também foram realizadas interpretações qualitativas, analisando a disposição das altimetrias e as simbologias dispostas no material matricial.

Finalmente, os *knickpoints*<sup>1</sup> foram mensurados a partir da ferramenta *Knickpoint Finder Tem*, no *software ArcMap 10.8*, usando como base a imagem SRTM extraída-se de forma automática as rupturas de declive presentes na área.

As variáveis abióticas cotejadas para estimar a geodiversidade foram distribuídas em quadrículas com dimensão de 1 km x 1 km, sendo que para cada elemento foi atribuído o valor 1. Para cada quadrícula, tais elementos foram associados através de somatória simples e os valores posteriormente interpolados para a geração do mapa de geodiversidade a partir do protocolo IDW (*Inverse Distance Weighting*) do *software ArcGis* (ESRI, 2014). Segundo Jakob e Young (2006), a técnica em questão pressupõe que os atributos mais próximos entre si são mais semelhantes do que as mais distantes. Então, para compensar um valor para algum local não medido, o IDW usará valores amostrados à sua volta, que terão maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta.

Os resultados foram dispostos em cinco intervalos de classe, em semelhança ao executado por Rodrigues e Bento (2018): muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo, determinando assim o índice de geodiversidade.

<sup>1</sup> degraus topográficos na paisagem ao longo de um perfil longitudinal de um rio.

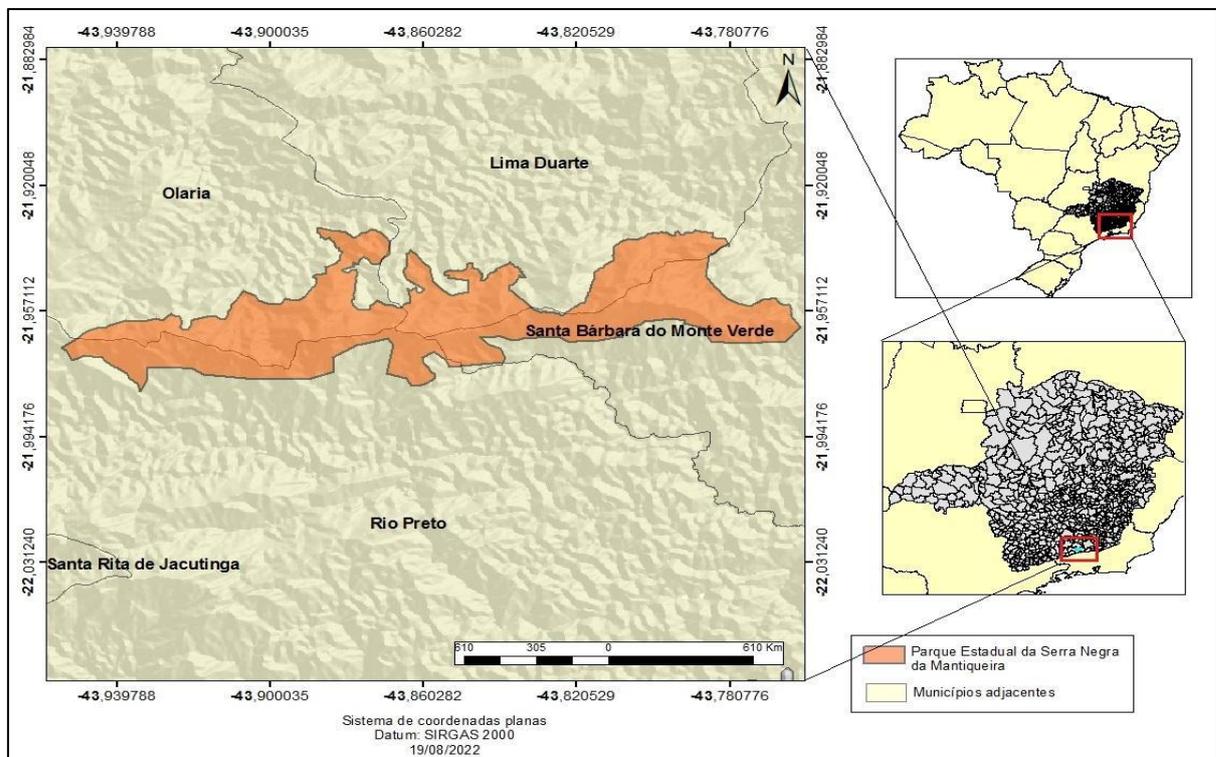
Com base no mapa de geodiversidade, associado aos trabalhos de campo, foram reconhecidos e classificados os geossítios existentes e suas especificidades. Para tal, foi utilizada a classificação de Fuertes-Gutiérrez e Fernandes-Martínez (2010), que propõem que os geossítios podem se expressar espacialmente como “pontuais”, “seção”, “área”, “panorâmico” e “áreas complexas”. O primeiro possui caráter isolado e pequenas dimensões. O segundo está diretamente relacionado à cronologia (estratigrafia) e é o mais vulnerável, já que dispõe de mais de um elemento e a perda de um ocasiona a perda de toda a sequência, a exemplo de cânions entalhando camadas sedimentares, desfiladeiros talhados em estratos plano-paralelos etc. Geossítios “área” estão atrelados a extensões territoriais maiores e com geodiversidade tendencialmente abundante. “Panorâmico” inclui dois ou mais elementos em uma grande área e um observatório de apreciação. Por fim, as “áreas complexas” são classificadas quando há geossítios com grandes dimensões e compostos pelas classificações anteriores.

Após a etapa de definição dos geossítios, foi possível determinar os locais de destaque para a implementação de ações de geoconservação, dando continuidade às demais etapas de conservação do patrimônio, a valorização, divulgação e monitoramento, bem como determinar os pontos geoturísticos que precisam de atenção. Essas etapas são propostas por Brilha (2005), baseadas na metodologia de Uceda (2000).

### A área de estudo

O PSNM está localizado nas coordenadas geográficas 21.9606° S e 43.9009° W, abrangendo os municípios de Lima Duarte, Olaria, Santa Bárbara do Monte Verde e Rio Preto. A sede administrativa está na cidade de Lima Duarte, sendo que este município já conta com outro grande Parque Estadual, o Ibitipoca (Instituto Estadual de Florestas – IEF, 2018) (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização e acesso do Parque Estadual Serra Negra da Mantiqueira



Fonte: Ferreira (2023).

Gerido pelo IEF, a justificativa de sua criação é apontada em

O local onde hoje se encontra o Parque sofreu ao longo dos anos com vários impactos negativos, como: queimadas e pecuária na região dos campos naturais, supressão de

vegetação florestal, caça de animais silvestres, mineração de areia nas encostas da serra, bem como a extração de cascalho, causando impactos no solo, assoreamento de rios e córregos, além do grande impacto visual” (IEF, s/d).

A base geológica é predominantemente formada por quartzitos e xistos pertencentes ao Grupo Andrelândia (HEILBRON et al., 2004), formando um relevo retilíneo no sentido E-W, com vertentes escarpadas e drenagem predominantemente retilínea e entrincheirada em vales incisivos e estreitos.

Os quartzitos não resultam em coberturas pedológicas maduras, dominando nesses litotipos Neossolo Litólico distrófico e com textura francamente arenosa, o que engendra focos de arenização em áreas de vegetação rasteira ou submetidas à pressão antrópica mais intensa. Nos xistos, a argilogênese é mais bem marcada, dando margem à ocorrência de solos mesomaduros (Cambissolos) e algumas faixas de colúvios pedogenezados em Latossolos (SANTOS et al., 2018).

Os solos mais argilosos e bem desenvolvidos aportam florestas semidecíduas, que assumem caráter perenifólio em ambientes ripários. Sobre os solos imaturos vinculados aos quartzitos, a vegetação ocorrente é o campo rupestre, que varia em fitofisionomias herbáceas, herbáceo-arbustivas, além de alguns arbustais com dominância de candeias (gênero *Eremanthus*).

A Serra Negra constitui-se, conforme colocado, em um relevo montanhoso, com amplitudes locais que ultrapassam 300 metros. Tais condições topográficas atenuam os traços da tropicalidade nas áreas mais elevadas, favorecendo a emergência do clima tropical de altitude, codificado como Cwb em consonância ao sistema classificatório de Köppen-Geiger, conforme constatado por Hijmans et al. (2005) para a região.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Cartografia da geodiversidade**

Foram contabilizadas 175 quadrículas, dispostas em aproximadamente 176.000 m<sup>2</sup>, nas quais foram identificados atributos entre as variáveis consideradas para a quantificação da geodiversidade.

A partir dessas variáveis e sua distribuição ao longo da quadrícula, foi possível compreender que a geodiversidade da Serra Negra da Mantiqueira pode ser classificada em quatro classes principais (Quadro 2).

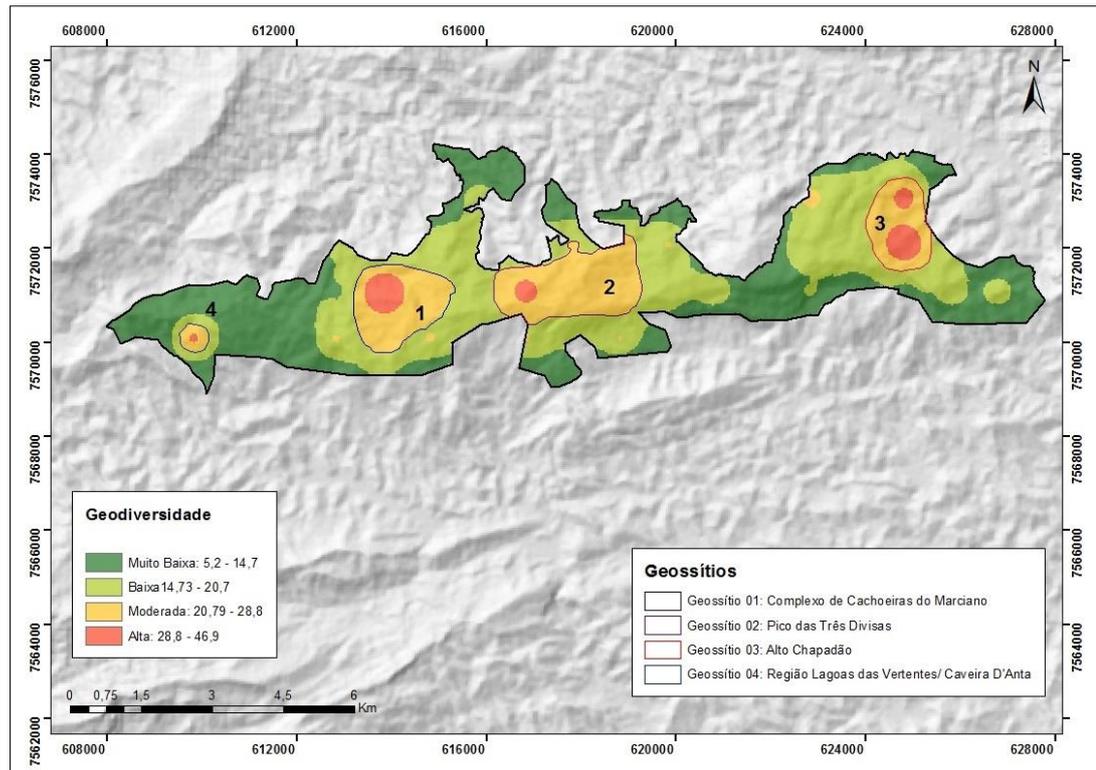
Quadro 2 - Demonstração da relação entre o intervalo de valores de atributos e os índices de geodiversidade

| INTERVALO DE VARIÁVEIS | ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE |
|------------------------|--------------------------|
| 5,2 - 14,7             | Muito baixa              |
| 14,73 - 20,7           | Baixa                    |
| 20,8 - 28,8            | Moderada                 |
| 28,81 - 46,9           | Alta                     |

Fonte: adaptado de Rodrigues e Bento (2018).

O resultado cartográfico, por seu turno, é apresentado na Figura 2, que desvela a distribuição da geodiversidade na área em apreço com os geossítios associados.

Figura 2 - Mapa de geodiversidade e geossítios do Parque Estadual da Serra Negra da Mantiqueira



Fonte: Ferreira (2023).

Com tal mapeamento, é possível espacializar a geodiversidade e constatar sua maior presença nos relevos denominados topos e altas vertentes. São nesses modelados que se encontra a maioria dos lineamentos estruturais, bem como os canais de primeira ordem, gerando grande acréscimo nos elementos da geodiversidade.

Já nas áreas onde há predomínio dos patamares reafeiçoados, a drenagem presente também foi fundamental na amostragem, pois é a variável em maior quantidade quanto ao número de canais, sobretudo nos setores noroeste e central, localidades onde estão alocadas as cabeceiras do rio São João. Já ao norte, setor onde ocorrem os morros e morrotes, há também uma mancha de alta geodiversidade, provenientes das cabeceiras dos afluentes do rio Monte Verde.

Nas bordas do PESNM encontram-se os menores índices de geodiversidade, com a exceção da borda oeste, onde há uma mancha bem delimitada de geodiversidade variando de moderada a alta. Esse resultado chama atenção, já que é justamente na localidade onde se encontram os atrativos da Cachoeira das Voltas, Lagoas das Vertentes, Caveira D'Anta e Pico das Lagoas, instigando a possibilidade da relação da variedade com os geopatrimônios.

O mesmo ocorre com a região central, onde há cerca de 20 atrativos (de acordo com os dados empíricos adquiridos por guias de turismo regionais, que coletam pontos a partir de GPS, a fim de mapear os elementos turísticos do PESNM) (OLIVEIRA e MARQUES NETO, 2014; FERREIRA, 2023) concentrados na localidade e índices moderados a altos de geodiversidade, também remetendo à reflexão anterior, da relação geofomas com a diversidade.

Contudo, observa-se que de modo geral a geodiversidade PSNM é muito pouco relevante, com índices majoritariamente muito baixos e concentrados em ilhas de variabilidade maior. No entanto, quando relacionados diretamente com os geopatrimônios, compreende-se que, apesar da pouca diversidade, existem vários outros aspectos, como a beleza cênica, afloramentos, mirantes, grutas, entre outros, que são altamente valorizados dentro dos limites do PESNM.

### **Os geossítios da Serra Negra**

Os parâmetros para se definir uma localidade como um geossítio foram pautados na consideração de áreas onde a geodiversidade é classificada como alta e média. Os geossítios mapeados possuem grande importância científica para as geociências, histórico-cultural por conta da relação da comunidade presente com o local, e educacional, voltada para ações de educação ambiental.

As citadas ações de educação ambiental estão previstas no SNUC (Brasil, 2000), garantidas a partir de gestões coerentes com as especificidades da área, atreladas ao turismo consciente da área. A gestão e o turismo são importantes ferramentas que devem ser entrelaçadas, pois quando administrado adequadamente, o turismo pode desempenhar papel significativo na preservação do meio ambiente, pois contribui para a geração de renda local. Essa renda pode ser direcionada para a conservação das áreas naturais e para melhorar a qualidade de vida das comunidades envolvidas (SILVA et al., 2021).

Com isso, foi possível definir quatro geossítios, que foram delimitados a partir da variabilidade de elementos de geodiversidade (Figura 2) e com base nos fatos abióticos de maior beleza cênica, como mirantes, cachoeiras etc.

Os geossítios mapeados foram delimitados considerando as ilhas de geodiversidade dispostas sobre a delimitação do PESNM. Conforme já pontuado, apesar de pouco relevante espacialmente, a concentração de geodiversidade em localidades específicas fica clara nesse mapeamento.

Outro ponto que essa delimitação reafirma é a relação da geodiversidade com os patrimônios. Os geossítios mapeados, bem como suas delimitações impostas pela interpolação IDW, revelam-se intrínsecos aos geopatrimônios apresentados no Quadro 3. Pela leitura do quadro, é possível compreender também que as demais classificações, sobretudo a classificação baixa - que foi desconsiderada para fins de diagnóstico dos geossítios - também está diretamente relacionada com a espacialização dos demais atrativos do PESNM.

Quadro 3 - Síntese das características dos geossítios encontrados no Parque Estadual Serra Negra da Mantiqueira

| <b>GEOSSÍTIO</b>                      | <b>CATEGORIA</b> | <b>COORDENADAS UTM</b>      | <b>ALTITUDE (m)</b> | <b>GEOPATRIMÔNIOS</b>   | <b>ÍNDICE DE GEODIVERSIDADE</b> |
|---------------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------|---|---------------------------------|
| 1. Complexo de Cachoeiras do Marciano | Área complexa    | 23614222 m E<br>7570691 m N | 1.048               | Complexo de Cachoeiras do Marciano (Cachoeira do Marciano, Cachoeira do Nariz, Cachoeira da Pedra Amarela e Cachoeira da Calha).  | Moderada – Alta                 |
| 2. Pico das Três Divisas              | Mirante          | 618107 m E<br>7571527 m n   | Média de 1.300      | Pico das Três Divisas, Cachoeira do Sr. Altair, Garganta das Três Divisas, Alto do Panelão, Poço da Luz, Cachoeira do Urubu Rei, Paredão do Urubu Rei, Toca do Panelão. | Moderada - Alta                 |
| 3. Alto Chapadão                      | Área complexa    | 23624640 m E<br>7572480 m N | Média de 1.300.     | Alto do Chapadão, Gruta da Água Santa.  | Moderada - Alta                 |

|                   |         |                           |                    |   |                            |
|-------------------|---------|---------------------------|--------------------|---|----------------------------|
| 4. Caveira D'Anta | Mirante | 610109 m E<br>7570215 m N | Sem<br>informação. | Lagoa das<br>Vertentes, Caveira<br>d'Anta e Pico das<br>Lagoas (entorno). | Baixa – Moderada -<br>Alta |
|-------------------|---------|---------------------------|--------------------|---|----------------------------|

Fonte: Autores (2023).

### **Geossítio 1: Complexo de Cachoeiras do Marciano**

O Complexo de Cachoeiras do Marciano, denominado como Geossítio 1, recebeu a denominação de "Complexo" por ser composto por três cachoeiras: a Cachoeira do Marciano, que é a queda d'água principal, a Cachoeira do Nariz, a Cachoeira da Calha e a Cachoeira da Pedra Amarela. As quedas d'água são locais que oferecem a oportunidade de interpretar e compreender processos relacionados à geologia e geomorfologia, conhecidos como geomorfossítios. Estes locais são de grande interesse geomorfológico, destacando-se pelo relevo. Podem também ser referidos como sítios geomorfológicos ou geossítios de natureza geomorfológica.

O geossítio em apreço é classificado como do tipo área complexa, e tem a maior parte de sua área associada às Cristas Médias Escarpadas, que são caracterizadas por se alocarem em áreas de relevo montanhoso. No caso do PESNM, essas formações geomorfológicas se organizam em uma sucessão de elevações contínuas, com altimetrias intermediárias em relação aos outros compartimentos.

Apesar da altimetria variar, é possível encontrar morfologias com até 1.300 m de elevação, com inclinações acentuadas e rupturas de declives abruptas, formando as soleiras que sustentam os encachoeiramentos. Essa configuração do relevo impacta diretamente na distribuição da drenagem, uma vez que a água tende a escoar mais rapidamente pelas encostas íngremes e a presença de canais de primeira ordem é relevante, sugerindo um processo ativo na re-hierarquização da drenagem.

Dentro dos limites do Geossítio 1 é possível encontrar também as morfologias de topos e altas vertentes, áreas mais elevadas que possuem altimetrias acima dos 1.300 m e inclinações íngremes, resultado de processos de erosão diferencial no quartzito que sustentam as cristas ladeadas a vales estruturais escavados em xistos e gnaisses. A partir das cabeceiras dispostas paralelamente nos flancos da serra, formam-se vales encaixados e ravinas de direção similar, sinalizando a influência de linhas de fraqueza nos processos erosivos concentrados, por sua vez indicadores da fragilidade do geossítio em apreço. As características desse compartimento, portanto, têm implicações na estabilidade do terreno, onde é possível observar afloramentos rochosos, vegetação com configuração rupestre e solos pouco evoluídos.

Por fim, também é possível encontrar compartimentos geomorfológicos do tipo morros e morrotes, que possuem elevações mais baixas e com formas mais arredondadas, resultado do acúmulo de material intemperizado das áreas mais elevadas. Também, em menor relevância, encontram-se planícies alveolares, caracterizadas por superfícies mais planas ou suavemente inclinadas, associadas a pequenas depressões arredondadas e isoladas.

Tal como a maior parte da área do PESNM, o Geossítio 1 está localizado em litotipos quartzíticos com intercalações de muscovita-quartzo xisto, litologia metamórfica formada a partir da recristalização do arenito. Dada tal composição, é possível compreender a erosão diferencial que ocorre em alguns tipos de relevo e também a composição pedológica.

A compartimentação morfopedológica, realizada na etapa de cartografia temática, demonstra que a base pedológica do Geossítio 1 possui três tipos evolutivos de solos: imaturos, mesomaduros, além de solos maduros de organização estrutural latossólica.

Os solos imaturos, ou seja, em estágio inicial de desenvolvimento, se concentram nos *topos e altas vertentes* e nas planícies alveolares. Solos em estágio de desenvolvimento um pouco maior e classificados como mesomaduros, que irão exibir certa organização de horizontes distintos, porém de forma pouco avançada, se concentram nas áreas de escarpas médias. Por fim, nos *morros e morrotes*, dada a concentração de material transladado dos compartimentos mais íngremes, é possível encontrar solos com organizações latossólicas provenientes de colúvios pedogeneizados.

Quanto aos lineamentos estruturais, na área em destaque, há a presença de estruturas em orientação E–W, padrão que acompanha os topos e altas vertentes, feições que acomodam as cristas da Serra Negra. Já os lineamentos de drenagem demonstram os padrões e fluxos do escoamento dos canais

de primeira ordem que ocorrem na região, influenciados pela topografia que favorecem um arranjo paralelo a subparalelo da malha fluvial.

A hidrografia do Geossítio 1, elemento considerado na inventariação que mais eleva os índices de geodiversidade, é caracterizada por conspicuidade de cabeceiras, que se organizam em padrão paralelo arregimentados por canais predominantemente retilíneos. Tais cabeceiras localizam-se justamente nos divisores de água das bacias hidrográficas do rio do Peixe (a norte) e do rio Preto (a sul). O principal afluente desses canais de primeira ordem é o rio São João, inserido no contexto hidrográfico da bacia do rio do Peixe.

Por fim, os atrativos encontrados no Geossítio 1 são os principais e de mais fácil acesso. Como o PESNM não conta com infraestrutura compatível para a atividade turística segura; o Complexo de Cachoeiras do Marciano possui acessibilidade a partir de trilhas que saem da Igreja de São Sebastião da Serra Negra.

Ainda sobre a caracterização e apreciação do Geossítio 1, é importante discutir a dificuldade de definir e avaliar a beleza cênica, um critério subjetivo, especialmente pela diversidade de paisagens. A beleza de um lugar está relacionada ao bem-estar e à qualidade de vida que oferece aos visitantes. Para avaliar esse critério, é necessário realizar uma pesquisa prévia sobre a queda d'água e considerar a análise crítica do avaliador. Existem metodologias e técnicas para identificar a beleza cênica das paisagens, mas estas também são subjetivas, dependendo da experiência e perspectiva do avaliador (OLIVEIRA, 2016).

As cachoeiras possuem padrões distintos de altura, volume de água e formato. A queda d'água principal (Cachoeira do Marciano) possui um desnível de aproximadamente 20 m com o nível de base local em um fluxo contínuo de água ao longo do ano, com formato bem marcado de *horsetail* (rabo de cavalo), ou seja, não se fragmenta e mantém uma única corrente de água.

A Cachoeira do Nariz possui uma altimetria inferior, com volume de água também constante, porém com fluxo mais fragmentado, formando uma espécie de véu sobre a rocha. A Cachoeira da Calha é a de menor altimetria e de mais difícil acesso, já que para chegar até a queda d'água é necessário um movimento de escalada improvisada. Seu fluxo de água é contínuo e organizado no formato de cascata.

Conforme discutido ao longo desse tópico, a geodiversidade do Geossítio 1 é proveniente, sobretudo, da drenagem que possui um padrão de cabeceiras retilíneas, em grande quantidade, e que irão inflar a contagem das variáveis. A classificação por área complexa justifica-se pela espacialidade de distribuição, tanto dos elementos de geodiversidade, quanto pela espacialidade dos geopatrímônios ao longo de toda a área delimitada.

### **Geossítio 2: Pico das Três Divisas**

O Geossítio Pico das Três Divisas, sua denominação foi escolhida por conta de um dos principais geopatrímônios que se encontram em suas delimitações. Além do Pico das Três Divisas, encontram-se também os seguintes geopatrímônios: Cachoeira do Sr. Altair, Paredão do Urubu Rei, Alto do Panelão, Garganta das Três Divisas, Poço da Luz, Cachoeira do Urubu Rei e Toca do Panelão.

Com formas de relevo muito parecidas com o que foi pontuado no Geossítio 1, o Geossítio 2 também se encontra em uma área onde é possível encontrar três compartimentos: topos e altas vertentes, cristas médias escarpadas e planícies alveolares. Outra similaridade com o Geossítio 1 se refere aos padrões de drenagem e quantidade de canais, elementos que foram fundamentais nas mensurações dos índices de geodiversidade, em uma área onde a litologia relativamente uniforme contribui sobremaneira para a sustentação dos índices em valores relativamente baixos.

Os topos e altas vertentes apresentaram papel importante na configuração da paisagem nessa localidade, destacando encostas com rochas expostas, organizações íngremes, resultados da erosão diferencial. É justamente nessa morfologia onde se encontra o geopatrímônio Mirante, denominado Pico das Três Divisas, que faz alusão aos limites territoriais dos municípios de Lima Duarte, Santa Bárbara e Rio Preto.

As cristas médias escarpadas, com características de feição geomorfológica alongada e estreita, são formadas pela grande presença de rios e córregos ao longo de seus declives íngremes. A erosão fluvial recorrente nessa morfologia vai esculpir as encostas e acidentar o relevo, trazendo uma paisagem visualmente muito atrativa, o que justifica sua categorização com o Geossítio Mirante.

Já as planícies alveolares, apesar de serem o compartimento com menor expressão na área, se estendem pela porção norte e nordeste do Geossítio 2, caracterizando-se pela formação de pequenas depressões, resultados de processos deposicionais que associados à litologia de quartzito com intercalações de muscovita-quartzo xisto engendram a formação das feições denominadas “painéis” ou “marmitas” geoformas de cavitação nos níveis de base locais das soleiras, onde a água tende ao movimento circular.

Essas feições constituem um importante acervo de geopatrimônios dentro dos limites do parque, e dentro da delimitação da área do Geossítio 2 estão presentes nos atrativos denominados Alto do Painelão, Poço da Luz e Toca do Painelão. Tais geoformas variam em tamanho, profundidade e distribuição, mas desempenham papéis importantes no ciclo hidrológico e na manutenção do equilíbrio hídrico da região.

A hidrografia, conforme já pontuado, é a variável que faz com que os índices de geodiversidade mensurados sejam mais expressivos. Assim, esse padrão também se repete no Geossítio 2. Nos limites da área encontra-se o divisor de águas das três principais bacias que compõem o quadro hidrográfico da região: rio Preto, rio do Peixe e rio Santa Bárbara. Ainda, cabe destaque que dada a grande quantidade de cabeceiras, ainda no compartimento das cristas médias escarpadas encontram-se dois canais de primeira ordem relevantes: o afluente do rio São João, que desagua no canal principal do rio do Peixe e o afluente córrego Monte Verde, que desagua no rio Santa Bárbara.

O principal desafio desse Geossítio para o recebimento de visitantes é o acesso. Localizado nas encostas mais íngremes e com formações vegetais do tipo campo rupestre, o grande número de afloramentos rochosos combinados com o deslocamento do quartzito faz com que a área seja repleta de matações e cascalhos, dificultando a caminhada. Além disso, por diversos trechos da trilha Grota D'Égua x Pico das Três Divisas, a subida é realizada por caminho estreito e perigoso.

### **Geossítio 3: Alto Chapadão**

O Geossítio 3 está localizado na parte nordeste do PESNM, conforme a classificação adotada, também é pontuado como um Geossítio Área Complexa, justamente pela expressiva observação da paisagem, sobretudo para os vales e feições geomorfológicas mais baixas dessa área, mas englobando localidades como a Gruta da Água Santa, classificada como Geossítio Ponto.

Seu acesso localiza-se a cerca de 6 km do distrito de São Sebastião do Monte Verde, localidade já muito visitada por turistas e que possui infraestrutura de pousada, restaurante e bares, além de opções de aluguéis de temporadas e festas em datas comemorativas religiosas. Também é possível acessá-lo pelo município de Santa Bárbara do Monte Verde, que se localiza na porção leste do PESNM, com distância estimada de 14 km.

Diferente dos demais geossítios mapeados, o Geossítio 03 possui apenas dois compartimentos em seus limites: as cristas médias escarpadas e os patamares reafeiçoados. Composto por quartzito com intercalações em muscovita-quartzo xisto, o compartimento das cristas médias escarpadas nesse geossítio é a área mais alta da delimitação, formando elevações lineares e que possuem importância prática e estética na definição dos contornos paisagísticos, sobretudo na influência da drenagem e formação dos vales encaixados.

Já o compartimento dos patamares reafeiçoados está organizado de forma ligeiramente inclinada, resultado da erosão e deposição do material advindo das regiões mais altas. Ainda no compartimento dos patamares reafeiçoados, o potencial agrícola se destaca, por se tratar de uma topografia mais aplainada, prestando-se ao cultivo e pastoreio, bem como ao estabelecimento de assentamentos humanos. A presença de intensa silvicultura é destaque nesse geossítio.

A intensa atividade humana nessa localidade, seja pelo cultivo do eucalipto, a mecanização no corte das árvores, volume populacional maior que nos demais geossítios, pisoteio do gado, somados aos processos naturais de intemperização do quartzito, faz com que o processo de arenização seja destaque nessa área.

O Geossítio 3 apresenta significativa variação altimétrica, e, juntamente com a drenagem formam degraus escalonados na paisagem. Ainda, o geossítio em questão compreende o divisor de águas das bacias hidrográficas do rio Santa Bárbara (ao norte) e do rio Preto (ao sul), demonstrando sua influência no escoamento superficial e na distribuição dos recursos hídricos. Inclusive, o acesso para os limites do geossítio se dá pela margem esquerda do rio Santa Bárbara.

Um dos atrativos de grande expressão, localizado nos limites desse geossítio, é a Gruta da Água Santa, cuja visitação é procurada por turistas que utilizam a área para abrigo e acampamentos. A gruta pode ser classificada como um geossítio Ponto, pois a disposição dos paredões rochosos, bem como a configuração do quartzito em acamamentos, pode ser observada facilmente.

É importante frisar a importância da geologia dentro da inventariação da geodiversidade. Sendo a geologia a disciplina que deu o pontapé inicial nos estudos, parte das áreas que estão atreladas a grandes índices de geodiversidade possuem essa característica por estarem associadas às configurações geológicas. Estudos como Mantesso-Neto et al. (2012) se desdobram em diminuir a subjetividade na análise geológica, elencando critérios consistentes para que haja a classificação correta.

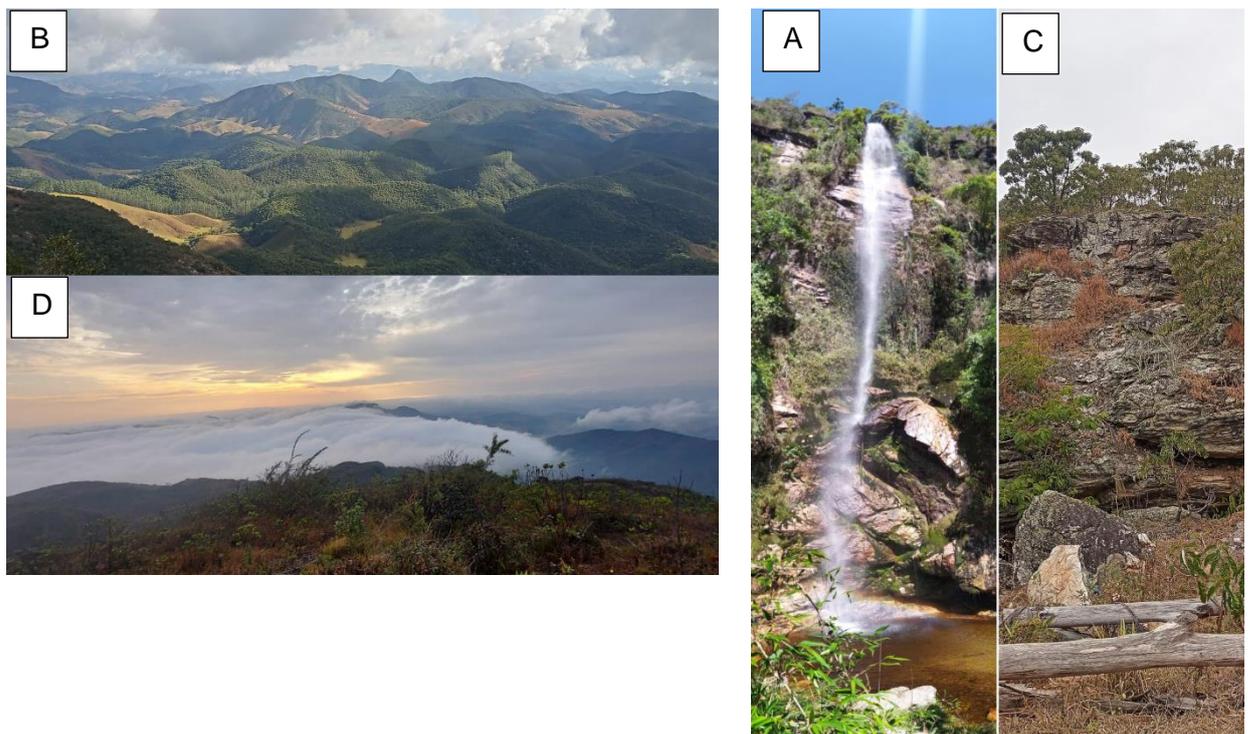
#### **Geossítio 4: Caveira D'Anta**

O Geossítio 4 está localizado nos limites do compartimento da Serra da Caveira D'Anta, na porção oeste das delimitações do PSNM. De acordo com a classificação empregada nesse trabalho, é considerado como geossítio do tipo mirante. Está inserido em um contexto de modelados de dissecação em controle estrutural, concentrando a maior parte de sua área nos topos e altas vertentes, bordeando as cristas médias escarpadas. Trata-se de uma descontinuidade da Serra Negra nomeada de Serra da Caveira d'Anta, ocasionada pelo intenso processo de dissecação da drenagem, exercendo a função de divisor de águas dos córregos Caveira d'Anta, afluente do rio Preto e Posses, este por sua vez afluente do rio São João.

Justamente pela inserção em compartimentos com encostas íngremes e vertentes com amplitudes altimétricas acentuadas, o acesso até a localidade não pode ser realizado em razão da insegurança e instabilidade do terreno. Em relação aos demais geossítios mapeados, não possui nenhum geopatrimônio em seus limites, contando apenas com alguns atrativos na borda leste: Lagoa das Vertentes, Caveira d'Anta e Pico das Lagoas; a noroeste encontra-se a Cachoeira das Voltas.

Conforme foi possível apreender, os geossítios apresentam diferenciações quanto às suas respectivas categorias, tipicidades e aspectos geomorfológicos específicos. A Figura 4 traz uma visada??, a partir de contextos representativos, de cada geossítio encontrado.

Figura 4 - Geossítios encontrados no Parque Estadual da Serra Negra da Mantiqueira (A) Geossítio 1; (B) Geossítio 2; (C) Geossítio 3 (destaque para a gruta existente no mirante); (D) Geossítio 4



Fonte: Imagens A, B e C: Ferreira (2023); Imagem D: Fernandes Júnior (2019).

### Proposições para o geoturismo

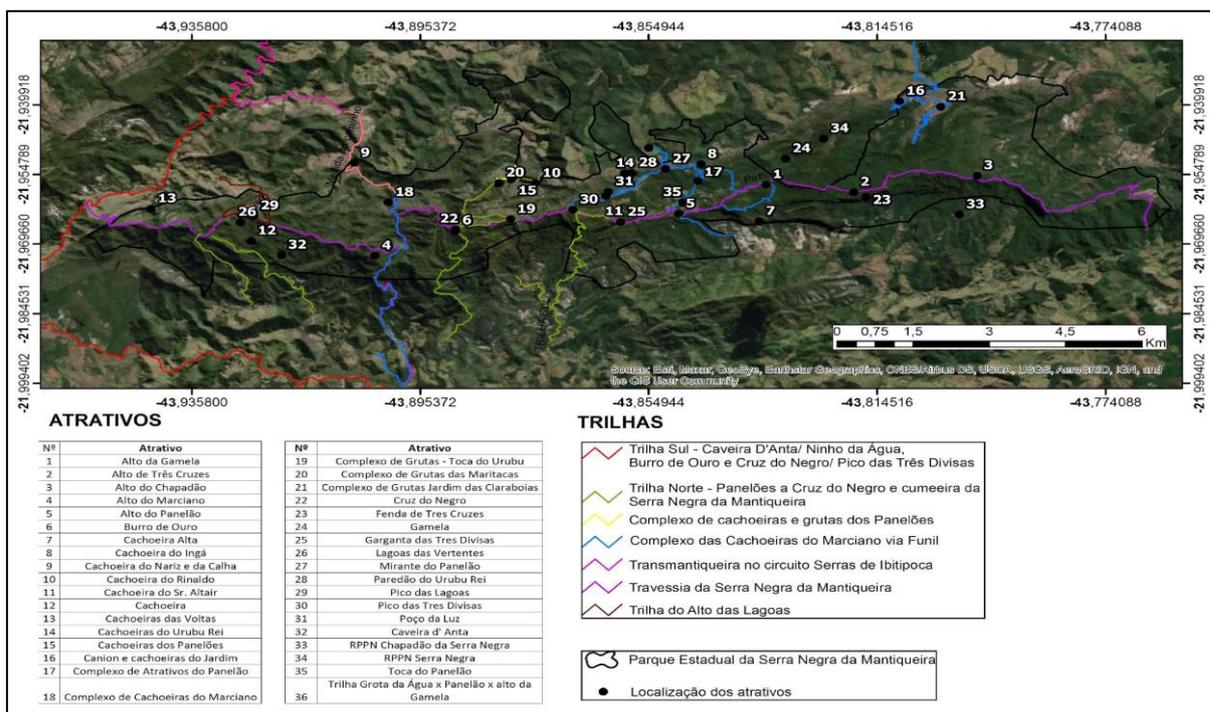
Segundo Hose et al. (2011), geoturismo é uma modalidade turística relativamente recente, com considerável potencial de expansão tanto na Europa quanto globalmente. A oferta de geoturismo, centrada na geologia e com um foco especial em áreas naturais, tem experimentado um crescimento notável desde o início do século atual, principalmente com o surgimento dos geoparques.

De acordo com os dados e informações levantados, entende-se que o valor intrínseco, cultural e científico e educativo são encontrados em todos os geossítios, configurando-se de grande importância para a ciência e para a disseminação dos conhecimentos, assim como para a comunidade local e sua história.

O PSNM foi criado pelo decreto estadual nº 301, de 4 de julho de 2018 (MINAS GERAIS, 2018) e desde então vem se estruturando e se organizando para poder cumprir os requisitos de uma UC, dentre elas as atividades de visitação.

Apesar da UC em apreço ainda não contar com um plano de manejo, há propostas de trilhas que já são utilizadas pelos moradores locais e por visitantes. Tais trilhas levam aos 36 pontos mapeados, que são considerados atrativos turísticos, seja por sua beleza cênica, história e relevância paisagística. Esses pontos foram identificados pelo escritório regional do IEF, em Lima Duarte, a partir de contribuições de condutores e montanhistas (Figura 5).

Figura 5 - Infográfico de atrativos e trilhas geoturísticas do Parque Estadual da Serra Negra da Mantiqueira



Fonte: Autor (2023); Imagem: ESRI.

Diante disso, a proposta de uma implementação mais efetiva do geoturismo como um agente da geoconservação se aplicará à área do PESNM, discutindo acerca de sua estrutura já dispostas, melhorias e planos de ações que possam vir a contribuir com uma conservação do patrimônio natural da área mais efetiva.

Trabalhos como de Bento (2014), que se dedicou ao inventário da geodiversidade do vizinho Parque Estadual do Ibitipoca. Tal estudo observou o viés da educação ambiental, com a elaboração de painéis geoturísticos para a localidade, a exemplo de outras pesquisas correlatas, enquanto importantes referências de implementações futuras para o PESNM.

Para isso, é preciso compreender a infraestrutura já existente, basicamente restrita à abertura de diversas trilhas ao longo dos geopatrimônios; porém, a infraestrutura de tais caminhos é precária, já que o PESNM se encontra em processo de implementação do seu plano de manejo.

Estruturas básicas de apoio como a recepção e estradas também já foram planejadas, mas ainda não foram instaladas. Todavia, é necessário pensar em instalações proporcionais ao número de visitantes, bem como o acesso pelas estradas, já que parte do trajeto perfaz uma estrada não pavimentada. Assim, em um quadro de demanda maior de turistas talvez não seja suficiente; logo, uma melhoria nas condições de acesso e nas estradas a fim de facilitar a chegada e a mobilidade de visitantes figura como uma das agendas prioritárias.

As trilhas existentes se mostram bastante precárias e, mais uma vez, a questão quanto à mobilidade deve ser evocada, afinal, para que seja possível receber visitantes para um viés mais didático, é necessário que haja caminhos limpos, de fácil acesso e com o devido planejamento de impactos para que não haja a degradação do solo por conta do pisoteio excessivo dos visitantes.

Cumpra salientar que a textura predominantemente arenosa dos solos rasos e mal intemperizados provenientes da alteração dos quartzitos engendra considerável erodibilidade para os mesmos, condição que deve nuclear o planejamento da visita. Recomendam-se verticalizações nessa problemática, associando as condições do solo às técnicas estatísticas voltadas para a mensuração da capacidade de carga de trilhas.

Então, é necessário um plano de visita das trilhas, para que a passagem não fique centrada em apenas um caminho, evitando assim o comprometimento da capacidade de suporte e a emergência de impactos mais graves. A distribuição dessas trilhas deve respeitar o caráter da visita, considerando o público (idade, escolaridade, nível de aptidão para trilhas), finalidade da trilha (lazer, estudo de área), tempo de percurso, condições climáticas etc.

Os roteiros temáticos definem um ponto ainda a ser explorado. Um bom roteiro deve ser construído considerando também o público, as trilhas, os elementos dispostos no local e, principalmente, um plano político-pedagógico que case com os patrimônios a serem mostrados, assim como a exposição de um conhecimento prévio sobre aquilo que é mostrado.

No contexto em lume, diversos roteiros podem ser explorados, como os tipos de rochas e afloramentos; os patrimônios geológicos existentes no parque, as águas e cachoeiras, considerando temáticas como conservação, degradação, políticas públicas; roteiro histórico, bem como trazendo os elementos culturais da paisagem que fomentam lendas e contos regionais. Ainda, a área apresenta auspicioso potencial para práticas como observação de pássaros, observações de cunho astronômico, entre outros potenciais que viabilizam práticas tanto diurnas como noturnas de atividades educativas.

Dois pontos importantes para um geoturismo flexível e independente, ou seja, que o geoturista possa ter um guia ou não, se encerram na oportunidade de se fazer uma visita guiada, onde são abordadas a história do local, suas principais atrações, propostas de roteiros temáticos, ou uma visita autônoma. Para isso são essenciais as implementações de placas didáticas estrategicamente dispostas ao longo das rotas. Caminhos bem sinalizados, trilhas com entradas e saídas demarcadas, mapas de localizações dos geopatrimônios são elementos facilitadores para uma visita segura e profícua.

Em concordância ao que foi discutido por Bento (2014), a disposição de geopatrimônios em uma determinada localidade é o que move o interesse por visitá-la. Possuir em seus limites uma variedade de cachoeiras, grutas, mirantes e outras feições instigantes, faz como que haja a estima em conhecer. É a partir desse interesse que as ações devem se fundamentar.

Ocupar-se em visitar uma área apenas com a finalidade de apreciação é comumente realizado nas unidades de conservação. Todavia, é preciso pensar em todas as funções que uma UC possui e organizar os programas de visita para que as mesmas sejam exercidas.

Assim, uma proposta eficiente e que vai de encontro com as propostas educativas da legislação das UC's são os painéis interpretativos ou geoturísticos, que esboçaram as características inerentes ao geopatrimônio sem a necessidade de conhecimentos prévios da parte do visitante. Os painéis geoturísticos não excluem as necessidades de sinalização, infraestrutura turística, demais painéis informativos ou indicativos, mas suprem a necessidade de sensibilizar e ensinar ao visitante, de forma autônoma, sobre o geopatrimônio a ser visitado.

Conforme já pontuado, por conta da recente implementação do PESN, a infraestrutura da localidade ainda é um ponto problemático. Para atrair visitas e se adequar à realidade do uso do espaço, um parque estadual deve possuir uma estrutura adequada, que ofereça, no mínimo, segurança para o público que, porventura, acessar a reserva.

A garantia de acessibilidade deve ser associada à existência de um centro de visitantes, onde será possível obter informações sobre o parque e seus atrativos, orientações sobre a flora, fauna e os aspectos histórico-culturais, pontos bastante caros para o engajamento da visita. A disponibilidade de instalações de banheiros, áreas de descanso e espaço expositivos demonstram não apenas a preocupação com os turistas, mas com a conservação do local, amenizando possíveis impactos e conscientizando sobre um uso mais sustentável.

Diante disso, pontua-se a importância da elaboração de plano de manejo eficiente capaz de contemplar com clareza e rigor técnico-científico as especificidades do local. Essa ferramenta é prevista na implementação de UC; contudo as classificações de UC não abrangem os geopatrimônios em suas ações de conservação, exceção feita aos Monumentos Naturais (MONA).

Assim, tais patrimônios, bem como a geodiversidade e seus elementos, se limitam a descrição da paisagem e das variáveis que a configuram, sem dar a devida importância. Dessa forma, defende-se que no plano de manejo ainda em construção do PESNM, seja incluída a geodiversidade como aspecto integrador da área, não apenas como aspecto físico.

Também é importante pensar no zoneamento turístico da área, determinando não apenas as trilhas e caminhos para a visita, mas em quais áreas se deve ter mais atenção quanto à fragilidade ambiental. É importante considerar a acessibilidade dos geopatrimônios, indicando o regramento de usos das zonas determinadas, a fim de indicar quais atividades podem ser desenvolvidas em cada zona previamente delimitada.

Atenta-se também ao acesso a determinadas áreas, já que diante das encostas íngremes, nem todos os geopatrimônios podem ser visitados com a devida segurança. Para isso, é importante que o zoneamento turístico da área seja baseado no grau de dificuldade do acesso, indicando quais desafios terão de ser enfrentados ao longo da trilha e quais públicos conseguirão acessá-lo sem transtornos ou acidentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caso específico do PSNM é similar a um vasto rol de espaços protegidos em territórios brasileiros, amplamente visados em função de fatores abióticos dotados de beleza cênica, valor patrimonial e/ou potencialidades recreativas. Indefectivelmente, a importância dos fatores bióticos subjacentes aos aludidos valores não tem sido contemplada de forma simétrica no plano de manejo de espaços protegidos em relação à sua importância para o geoturismo. Não raro, são elementos abióticos os principais atrativos de uma UC, bem como de outras áreas sem proteção legal, mas que transcendem sua imagem turística a partir de tais elementos.

Os expedientes metodológicos empregados no presente artigo foram capazes de sublinhar o papel do meio físico e da geodiversidade associada na apreensão dos principais geossítios no PSNM, localidades estas que figuram como os principais atrativos turísticos na área em tela. Indubitavelmente, a inventariação da geodiversidade e o reconhecimento dos geossítios a ela associados se projetaram como fundamentações conceituais e caminhos metodológicos de grande valia para subsidiar os planos de visita, servindo de referência para o estabelecimento de trilhas e circuitos adstritos à UC.

Considerada então a importância do meio abiótico para a gestão de espaços protegidos e outras áreas de significativo valor geopatrimonial, é crível que a expansão dos inventários de geodiversidade, geopatrimônios e geossítios figura como prática providencial para fornecer insumos para a gestão de tais espacialidades de interesse ambiental diferenciado. Ainda, a incorporação de tais aspectos nos planos de manejo tem potencial para fomentar outras verticalizações nos documentos que ordenam tais espaços, bem como auxiliar os planos de visita neles ocorrentes, na medida em que desvelam outra ordem de valores e outros vieses na análise dos fatores de ameaça e impactos potenciais associados.

## REFERÊNCIAS

- ABREU SANTOS, P. L. **Patrimônio geológico em áreas de proteção ambiental**: Ubatuba -SP. 204. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- BENTO, L. C. **Parque Estadual do Ibitipoca/MG**: potencial geoturístico e proposta de leitura do seu patrimônio por meio da interpretação ambiental. 2014. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro (BDGEX). **Carta topográfica Lima Duarte** (Folha SF-23-Z-A-I-4). Projeto Mapeamento Sistemático. IBGE, 1974. 1 carta topográfica, color, 4465 x 3555 pixels 5,50 MB, GeoTiff. Escala 1:50.000. Projeção UTM WGS 1984. Disponível em: <https://bdgex.eb.mil.br/mediador/>. Acesso em: 14 jun. 2021.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Seção 1, p. 1. Disponível em: < [L9985 \(planalto.gov.br\)](http://www.planalto.gov.br/L9985) >. Acesso em: 6 mar. 2024.
- BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico, geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Editora Palimage, 2005.
- COVELLO, C. **O patrimônio geológico e sítios de geodiversidade do município de Florianópolis/SC**: estratégias de geoconservação. 2018. 374f. Tese (Doutorado). Curso de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Naturais (CPRM). Base geológica do estado de Minas Gerais. Projeto Sul de Minas, escala 1:250.000. Arquivo de base geológica em formato Shapefile. Disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/> . Acesso em: 14 jun. 2021.
- ESRI - Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Desktop**: Release 10.3. Redlands: ESRI, 2014.
- FERNANDES JÚNIOR, L. C. **Mirante Alto Chapadão**. Figura 4, imagem D. 2019.
- FERREIRA, A. B. B. **Geodiversidade do Parque Estadual da Serra Negra da Mantiqueira (MG)**: estratégias para a geoconservação. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 106p. 2023.
- FREITAS, L.; VERÍSSIMO, C.; BRANDÃO, R.; DANTAS, M.; SHINZATO, E. Geodiversidade: conceitos, aplicações e estado da arte no Brasil: uma aplicação ao Geopark Araripe. **Estudos Geológicos**, v. 28, p. 86-103, 2018. <https://doi.org/10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v28n1p86-103>
- FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. **Geoheritage**, 2: 2010. p.57-75. <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0012-y>
- GARCIA, T. S. **Da geodiversidade ao geoturismo**: Valorização e divulgação do geopatrimônio de Caçapava do Sul, RS, Brasil. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria. 178p. 2014
- GRAY, M. **Geodiversity**: Valuing and Conserving Abiotic Nature. Chichester/London: John Wiley and Sons, 2004.
- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES A. C.; CAMPOS NETO M.; SILVA L.C.; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. C. A Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. dal R.; BRITO NEVES, B. B. de (eds.) **O Desvendar de um Continente**: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Ed. Beca, cap. XIII, p. 203-234, 2004.
- HIJMANS, R. J.; BUSSINK, C. *et al.* **DIVA-GIS versão 5**. Manual. 2005. Disponível em <http://www.diva-gis.org/> Acesso em: 14 jun. 2021.
- HOSE, T. A. et al. Geotourism: a short introduction. **Acta geographica Slovenica**, 51-2, p. 339-342, 2011. <https://doi.org/10.3986/AGS51301>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001 - Escala 1:650.000. Arquivo de base geológica em formato Shapefile. Disponível em:  
[http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa\\_solos.php](http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php) Acesso em: 14 jun. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal**. Disponível em:  
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 14 jun. 2021.

IEF - Instituto Estadual de Florestas. **Parque Estadual da Serra da Mantiqueira**. 2020. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/article/3306-nova-categoria/2910-parque-estadual-serra-negra-da-mantiqueira>. Acesso em: 13 jun. 2020.

JAKOB, A. A. E.; YOUNG, A. F. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006. **Anais...** 18 a 22 de setembro de 2006. Caxambu, MG.

JESUS, E. P. E. R. **Análise do potencial geoturístico do Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais**. 77f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

KOZLOWSKYI, S. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. **Przeglad Geologiczny**, v. 52, n. 8, p. 833-837, 2004.

LUZARDO, R. Geoparque Cachoeiras do Amazonas (AM): proposta. *In*: SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. da (org.). **Geoparques do Brasil**: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. Cap. 3

MANOSSO, C. F.; ONDICOL, R. M. geodiversidade: considerações sobre quantificação e avaliação da distribuição espacial. **Anuário do Instituto de Geociências**, 35: 90 - 100. 2012.  
[https://doi.org/10.11137/2012\\_1\\_90\\_100](https://doi.org/10.11137/2012_1_90_100)

MANSUR, K. L. Patrimônio Geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. *In*: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (org.). **Geoturismo, Geodiversidade, Geoconservação**: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Editora Oficina de Textos, p. 01-49, 2018.

MANTESSO-NETO, V.; MANSUR, K. L.; RUCHKYS, U.; NASCIMENTO, M. A. L. O que há de geológico nos atrativos turísticos convencionais no Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 35, p.49-57, 2012. [https://doi.org/10.11137/2012\\_1\\_49\\_57](https://doi.org/10.11137/2012_1_49_57)

MINAS GERAIS. **Decreto nº 301, de 4 de julho de 2018**. Cria o Parque Estadual Serra Negra da Mantiqueira e dá outras providências. Lex: Diário Oficial, Palácio da Liberdade, Belo Horizonte, n. 122, p. 9-11, 2018.

NIETO, L. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. **Boletín Geológico y Minero**, v. 112, n. 2, p. 3-11, 2001.

OLIVEIRA, C. K. R. **Proposta de classificação de relevância de quedas d'água como subsídio à conservação**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belo Horizonte, 2016.

OLIVEIRA, C. S.; MARQUES NETO, R. Caracterização e interpretação geocológica da paisagem na Serra Negra e Serra das Três Cruzes – MG. **Caderno de Geografia**. n.1, v.24, 2014.  
<https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2014v24nespp27>

OSTANELLO, M. C. P. **Patrimônio geológico do Parque Estadual do Itacolomi (Quadrilátero Ferrífero, MG)**: Inventariação e Análise de Lugares de Interesse Geológicos e Trilhas Geoturísticas. 2012. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

PINTO, V. K. E. **Identificação de locais de interesse Geomorfológico no Parque Estadual do Sumidouro, Minas Gerais**: possibilidades para o Geoturismo. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2013.

PINTO, Y. C.; P.; COSTA, S. S.; JUNIOR, J. Perspectivas em geoturismo no mirante dos golfinhos, praia de Barra de Tabatinga, RN, Brasil. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, 8., Campinas. **Anais...** p. 623-630, 2018.

PIZANI, F. M. C.; RUCHKYS, U. Quantificação da geodiversidade e suas implicações para a geoconservação da Estrada Real – porção centro-norte do Caminho dos Diamantes. **Revista Do Departamento De Geografia**, 40, 191-202, 2020. <https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.166410>

REIS, D. L. R. **Modelagem do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra da Rola Moça – MG**. 2018. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. <https://doi.org/10.5380/raega.v46i2.62314>

RODRIGUES, S. C.; BENTO, L. C. M. Cartografia da Geodiversidade: teorias e métodos. *In*: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (org.). **Geoturismo, Geodiversidade, Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, p. 137-162, 2018.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018, 356 p.

SCIFONI, S. **A construção do patrimônio natural**. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SERRANO, E.; RUIZ-FLAÑO, P. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria), **Boletín de la A.G.E.**, v. 45, p. 79- 98, 2007.

SILVA, G. B. da; NEIVA, R. M. S.; FONSECA FILHO, R. E.; NASCIMENTO, M. A. L. do. Potencialidades do geoturismo para a criação de uma nova segmentação turística no Brasil. **Revista Turismo em Análise**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 1-18, 2021. <https://doi.org/10.11606/issn.1984-4867.v32i1p1-18>

USGS - United States Geological Survey. **Imagem em Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)**. Escala 1:50.000. Disponível em: <https://www.usgs.gov/>. Acesso em: 14 jun. 2021.

---

Recebido em: 27/08/2023

Aceito para publicação em: 25/04/2024