

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Geociências

Programa de Pós-graduação em Geografia

Gabriel Luca Nascimento

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS POTENCIAIS
GEOTURÍSTICO E DIDÁTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO BOM
JARDIM E DA SERRA DO BENÉ, EM JABOTICATUBAS – MG**

Belo Horizonte

2022

Gabriel Luca Nascimento

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS POTENCIAIS
GEOTURÍSTICO E DIDÁTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO BOM
JARDIM E DA SERRA DO BENÉ, EM JABOTICATUBAS – MG**

Versão Final

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia Física.

Área de concentração: Análise ambiental
Linha de pesquisa: Geografia física

Orientadora: Profa. Dra. Úrsula Ruchkys de Azevedo.

Coorientador: Dr. Ítalo Sousa de Sena

Belo Horizonte

2022

N244a
2022

Nascimento, Gabriel Luca.

Avaliação qualitativa e quantitativa dos potenciais geoturístico e didático da bacia hidrográfica do Ribeirão Bom Jardim e da Serra do Bené, em Jaboticatubas – MG [manuscrito] / Gabriel Luca Nascimento. – 2022.
113 f., enc. il. (principalmente color.)

Orientadora: Úrsula Ruchkys de Azevedo.

Coorientador: Ítalo Sousa de Sena.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2022.

Área de concentração: Análise Ambiental.

Linha de pesquisa: Geografia Física.

Bibliografia: f. 110-112.

Inclui apêndice.

1. Geoturismo – Teses. 2. Geodiversidade – Minas Gerais – Teses. 3. Material didático – Teses. I. Ruchkys, Úrsula de Azevedo. II. Sena, Ítalo Sousa de. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. IV. Título.

CDU: 551:577.4(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

"AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS POTENCIAIS GEOTURÍSTICO E DIDÁTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO BOM JARDIM E DA SERRA DO BENÉ, EM JABOTICATUBAS - MG"

GABRIEL LUCA NASCIMENTO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia **28 de novembro de 2022**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes professores:

Tiago Amâncio Novo

IGC/UFMG

Fábio Soares de Oliveira

IGC/UFMG

Úrsula Ruchkys de Azevedo - orientadora

IGC/UFMG

Belo Horizonte, 28 de novembro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Úrsula Ruchkys de Azevedo, Professora do Magistério Superior**, em 30/11/2022, às 07:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tiago Amâncio Novo, Vice diretor(a)**, em 30/11/2022, às 13:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do



[Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Soares de Oliveira, Professor do Magistério Superior**, em 30/11/2022, às 17:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1917515** e o código CRC **69E3D180**.

A todos que lutam pelo ambiente e
buscam formas de conservar as belas
riquezas naturais e proteger daqueles que
só pensam no progresso pelo progresso,
sem ordem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, principalmente à mamãe e ao papai, que me proporcionaram a possibilidade de estudar desde muito cedo e que sempre me incentivaram nos estudos, seja financeiramente, seja me dando o suporte familiar e psicológico para que isso fosse possível. Obrigado e amo vocês. Também em nome do Marinho (*in memorian*), que primeiro me falou que é possível estudar até o pós-doutorado e me ouviu falar “então eu vou ser pós-doutor”. Estou no caminho!

Aos meus amigos, que me deram a força necessária para não desistir em nenhum momento dessa trajetória, que sabemos que foi árdua. Mozão, Ed e Filé, além de muitos outros que se eu for citar nominalmente os agradecimentos serão mais longos que a própria dissertação. Amo vocês de um tanto que vocês não medem e sem vocês isso jamais seria possível. Obrigado por cada cerveja tomada e reclamação ouvida.

Um obrigado ao meu primo “Marco Aurélio” que me acompanhou na primeira etapa do trabalho e foi crucial para que essa segunda etapa se tornasse realidade. De nada/desculpas por te trazer para esse mundo maluco e maravilhoso que são as geociências. Obrigado também ao Lucas Pedroso (Virj), pessoa sem a qual a primeira etapa jamais teria sido concluída. Sem me esquecer também da minha amiga Jaqueline, porque sem ela não teria sido possível entrar no mestrado e, provavelmente, eu teria abandonado no meio do caminho sem a sua amizade.

Agradeço também à minha namorada maravilhosa, que me deu todo o suporte e carinho durante a caminhada. Sem você essa dissertação não seria uma realidade, Gatinha.

Um agradecimento aos governos Lula e Dilma, que promoveram a expansão das vagas nas universidades e permitiram que eu estudasse em uma universidade de renome e da melhor qualidade possível durante a graduação e o mestrado.

Agradecimentos à minha orientadora, Professora Úrsula Ruchkys, que me deu o apoio e suporte necessários para a confecção e conclusão dessa dissertação. Sem a sua paciência e sabedoria, isso não seria possível. Obrigado. Agradeço também ao meu coorientador, Ítalo Sena, que me serviu de inspiração e fonte de ideias.

Ao professor Tiago Novo (Tião), que me apresentou a área na época da graduação, e ao professor Fábio “Solos”, que me orientou na primeira etapa desse projeto que agora está tendo continuidade. Vocês foram cruciais para trazer vida a esse projeto que inicialmente era apenas um sonho.

Agradeço também à CAPES, que permitiu que eu fizesse meu mestrado com segurança e que fomenta a educação e a pesquisa de alto nível, mesmo em tempos sombrios.

À Tolkien, Stephen King, Suassuna, George Lucas, Rowling e infinitos outros autores, que sempre me incentivaram a imaginar, a sonhar, a querer mudar o mundo e a moldá-lo à minha forma “fantástica” de enxergar.

A beleza, quando não é óbvia, precisa de
olhar treinado para ser percebida...”
(Elisabete Rocha do Nascimento)

“Do or do not. There is no try”
(Mestre Yoda)

RESUMO

O Ribeirão Bom Jardim, localizado no Estado de Minas Gerais, na cidade de Jaboticatubas, é um afluente dos rios das Velhas e São Francisco. Localmente, é utilizado como fonte de captação de água para consumo humano, agricultura familiar, dessedentação animal e atividades recreativas. Além disso, no Ribeirão Bom Jardim são localizadas as cachoeiras do Bené e Bom Jardim, locais frequentados por turistas devido ao potencial hídrico recreativo. O objetivo desse trabalho é avaliar o potencial geoturístico e didático do Ribeirão Bom Jardim e da Serra do Bené. Os métodos aplicados compõem a análise qualitativa e quantitativa dos sítios de geodiversidade e espacialização da geodiversidade, por meio do cálculo das relações entre a capilaridade, visibilidade, fragilidade ambiental e índice de geodiversidade. Foram identificados sete sítios da geodiversidade (em ambientes geológicos diversos) que possuem potencial turístico e didático e a partir disto foi proposto um roteiro geoturístico-didático com linguagem acessível para auxiliar os visitantes locais e docentes de diferentes níveis de ensino.

Palavras-Chave: Roteiro Geoturístico. Roteiro didático. Geodiversidade. Serra do Bené. Ribeirão Bom Jardim. Cachoeira do Bené. Potencial Geoturístico. Potencial Didático.

ABSTRACT

The Ribeirão Bom Jardim, located in the State of Minas Gerais, in the city of Jaboticatubas, is a tributary of the Velhas and São Francisco rivers. Locally, it is used as a source of water collection for human consumption, family farming, animal watering and recreational activities. In addition, in Ribeirão Bom Jardim are located the Bené and Bom Jardim waterfalls, places attended by tourists due to the recreational water potential. The objective of this study is to evaluate the geotouristic and didactic potential of Ribeirão Bom Jardim and Serra do Bené. The applied methods comprise the qualitative and quantitative analysis of geodiversity sites and geodiversity spatialization, by calculating the relationships between capillarity, visibility, environmental fragility, and geodiversity index. There were seven geodiversity sites identified with both geotouristic and didactic potential. The results indicate the possibility of geotouristic and didactic use of the evaluated sites and, from this, it was possible to propose a geotourist-didactic itinerary with accessible language to help teachers and local visitors.

Keywords: geotourist-didactic itinerary. geodiversity. Serra do Bené. Ribeirão Bom Jardim. Cachoeira do Bené.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Acesso à área de estudos a partir de Jaboticatubas, MG.....	28
Figura 3-2: Gráfico de temperatura - Jaboticatubas, MG.	29
Figura 3-3: Gráfico de pluviosidade média - Jaboticatubas, MG.....	30
Figura 3-4: Mapa hidrográfico da UTE Jabó/Baldir.....	32
Figura 3-5: Coluna Estratigráfica da Área	33
Figura 3-6: Mapa geológico da área.....	35
Figura 3-7: Mapa de Solos da Serra do Bené	36
Figura 3-8: Mapa de Domínios Hidrogeológicos	37
Figura 3-9: Mapa de Uso e Ocupação de Solos da Area de Estudo.	38
Figura 3-10: Compartimentos da Paisagem da Área de Estudo	39
Figura 4-1: Fluxograma-resumo da metodologia aplicada	41
Figura 5-1: Mapa de capilaridade de acessos.....	52
Figura 5-2: Mapa de Geodiversidade	54
Figura 5-3: Mapa de Índice de concentração de rugosidade	55
Figura 5-4: Mapa de Índice de vulnerabilidade ambiental	56
Figura 5-5: Mapa de Índice de potencial didático	58
Figura 5-6: Mapa de Índice de potencial geoturístico.....	59
Figura 6-1: Localização dos sítios da geodiversidade em relação ao mapa de potencial geoturístico	60
Figura 6-2: Localização dos sítios da geodiversidade em relação ao mapa de potencial didático.....	61
Figura 6-3: rocha granitoide	62
Figura 6-4: letreiro da Serra do Bené	65
Figura 6-5: queda superior da Cachoeira do Bené.....	66

Figura 6-6: queda inferior da Cachoeira do Bené.....	66
Figura 6-7: Cachoeira do Bené	67
Figura 6-8: Queda próxima ao “S”	67
Figura 6-9: Cachoeira do Bené	68
Figura 6-10: Cachoeira do Bené	68
Figura 6-11: Poço na “curva do S”	69
Figura 6-12: Caverna na “curva do S”	69
Figura 6-13: brecha autoclástica	70
Figura 6-14: marcas de onda	71
Figura 6-15: estratificação cruzada métrica.....	71
Figura 6-16: ribeirão correndo no eixo de dobra	72
Figura 6-17: ribeirão correndo no eixo de dobra	72
Figura 6-18: poço em falha geológica	73
Figura 6-19: vista de baixo da Cachoeira Bom Jardim, com vegetação tampando a visão do poço	75
Figura 6-20: vista de cima da Cachoeira Bom Jardim	76
Figura 6-21: queda próxima à Cachoeira Bom Jardim	76
Figura 6-22: poço próximo à Cachoeira Bom Jardim	77
Figura 6-23: marcas de onda assimétricas.....	78
Figura 6-24: área do Chalé Coqueiros Bar	81
Figura 6-25: diamictito próximo ao Chalé Coqueiros Bar	82
Figura 6-26: detalhe dos clastos do diamictito próximo ao Chalé Coqueiros Bar.....	82
Figura 6-27: intercalação de metarenito (topo) e conglomerado (base)	85
Figura 6-28: estratificação cruzada acanalada decimétrica	85
Figura 6-29: matacões e blocos de metarenito e conglomerado em leito de rio	86

Figura 6-30: intercalação de metarenito (base) e conglomerado (topo).....	87
Figura 6-31: foto em detalhe do conglomerado.....	87
Figura 6-32: Visão geral do ambiente marinho.....	90
Figura 6-33: Filito dobrado em leito de rio.....	91
Figura 6-34: Banco de sedimentos no leito de drenagem.....	92
Figura 6-35: Seixo de rocha carbonática.....	92
Figura 6-36: leito de drenagem.....	93
Figura 6-37: leito de drenagem próximo à Pousada Dois Rios.....	94
Figura 6-38: leito de drenagem.....	94
Figura 6-39: leito de drenagem.....	95
Figura 6-40: metassiltito com veio de quartzo no meio da foliação.....	97
Figura 6-41: metassiltito apresentando planos regulares de fratura.....	97
Figura 6-42: metassiltito com estratificação planar-paralela.....	98

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico Brasileiro

EUA – Estados Unidos da América

Fm – Formação

Gr - Grupo

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

MMA – Ministério do Meio Ambiente

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

Sg - Supergrupo

UC – Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO TEÓRICA.....	21
2.1 Geodiversidade	21
2.2 Geoturismo e conservação da geodiversidade.....	22
2.3 Interpretação ambiental.....	23
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	28
3.1 Clima	28
3.2 Hidrografia	31
3.3 Geologia.....	32
3.4 Solos	36
3.5 Hidrogeologia	37
3.6 Uso e ocupação dos solos	38
3.7 Relevo e compartimentos da Paisagem.....	39
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
4.1 Aquisição dos dados cartográficos.....	42
4.2 Trabalhos de campo	42
4.3 Tratamento dos dados.....	43
4.4 Inventário dos Sítios da Geodiversidade	43
4.5 Quantificação dos Sítios da Geodiversidade	43
4.6 Avaliação do risco de degradação dos sítios de geodiversidade	48

4.7	Modelagem do índice de uso de potencial didático e geoturístico	50
4.8	Criação de um roteiro geoturístico em linguagem acessível	51
5.	MODELAGEM DOS ÍNDICES GEOTURÍSTICO E DIDÁTICO	52
5.1	Capilaridade.....	52
5.2	Índice de geodiversidade	53
5.3	Índice de vulnerabilidade ambiental.....	54
5.4	Índice de potencial didático	56
5.5	Índice de potencial geoturístico.....	58
6.	AVALIAÇÃO DOS SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE.....	60
6.1	Ambiente Ígneo	61
6.2	Ambiente Desértico.....	64
6.2.1	Sítio Cachoeira do Bené	65
6.2.2	Sítio Cachoeira Bom Jardim	74
6.3	Ambiente Glacial	79
6.3.1	Sítio Chalé Coqueiros Bar.....	80
6.3.2	Sítio Estrada Cachoeira do Bené.....	84
6.4	Ambiente Marinho	89
6.4.1	Sítio Filitos em leito de rio	90
6.4.2	Sítio Metassiltitos em cristas.....	96
7.	ROTEIRO GEOTURÍSTICO E DIDÁTICO.....	100
7.1	Sítio filitos em leito de rio e metassiltitos em cristas	100

7.1.1	Ensino Fundamental	100
7.1.2	Ensino Médio	101
7.1.3	Ensino Superior	101
7.1.4	Turistas	102
7.2	Sítio ígneo	102
7.2.1	Ensino Fundamental	102
7.2.2	Ensino Médio	102
7.2.3	Ensino Superior	103
7.2.4	Turistas	103
7.3	Sítio Chalé Coqueiros Bar	103
7.3.1	Ensino Fundamental	103
7.3.2	Ensino Médio	104
7.3.3	Ensino Superior	104
7.3.4	Turistas	104
7.4	Sítio Estrada Cachoeira do Bené	105
7.4.1	Ensino Fundamental	105
7.4.2	Ensino Médio	105
7.4.3	Ensino Superior	105
7.4.4	Turistas	106
7.5	Sítio Cachoeira do Bené	106
7.5.1	Ensino Fundamental	106

7.5.2	Ensino médio	106
7.5.3	Ensino superior	106
7.5.4	Turistas	107
7.6	Sítio Cachoeira Bom Jardim	107
8.	Considerações Finais	108
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
	APÊNDICE A	113

1. INTRODUÇÃO

A criação e o reconhecimento de áreas protegidas no Brasil e no mundo é utilizada como uma estratégia eficiente para proteger e garantir a manutenção de áreas com significativos recursos naturais e/ou culturais.

Essas áreas são manejadas por meio de instrumentos legais, que estabelecem o controle do território, limitando as dinâmicas de uso e ocupação. A criação do Parque Nacional de Yellowstone (EUA), em 1872, é considerada um marco na criação de áreas naturais protegidas por lei. No Brasil, mesmo antes da criação dos primeiros parques nacionais, dispositivos voltados à proteção de áreas com recursos, como o pau-brasil, foram empreendidos. Medeiros (2006) cita o “Regimento do Pau-Brasil”, editado em 1605, que pode ser considerado uma das primeiras leis de proteção florestal brasileira ao estabelecer limites à prática de exploração do pau-brasil na colônia. Ao longo do século XX, o movimento em defesa do patrimônio natural foi amadurecendo em todo o mundo e, no Brasil, a Constituição Federal de 1937 coloca que é responsabilidade da União, Estados e Municípios a proteção de monumentos de valores históricos, artísticos e naturais. Nessa mesma concepção, foram reconhecidos os parques nacionais brasileiros, descritos no Decreto nº 23.793/1934 como monumentos públicos naturais: “Os parques nacionais, estaduais ou municipais, constituem monumentos públicos naturais, que perpetuam sua composição florística primitiva, trechos do país, que, por circunstâncias peculiares, o merecem” (BRASIL, 1934, Art.9º).

O Regimento do Serviço Florestal, criado pelo decreto nº 16.677/1944, tem os parques nacionais como uma de suas responsabilidades e coloca como objetivos de sua gestão: conservar para fins científicos, educativos, estéticos e recreativos as áreas sob sua jurisdição. O Decreto ainda atribui ao Regimento a responsabilidade de “promover estudos da flora, fauna e geologia das respectivas regiões; organizar museus e herbário regionais” (BRASIL, 1944).

Em 2000, é criado o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) pela Lei nº 9.985/2000, que estabelece diferentes categorias de unidades de conservação em função de objetivos específicos de proteção e de usos permitidos em seu território. Os objetivos gerais do SNUC enfatizam a necessidade: de proteção de espécies ameaçadas de extinção; de preservação e restauração da diversidade de

ecossistemas naturais; de possibilitar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica; de desenvolver estudos e monitoramento ambiental; de promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico.

O SNUC brasileiro tem como foco central a conservação de recursos da biodiversidade, embora muitas unidades de conservação tenham, explícitos em seus objetivos de criação, a importância da geodiversidade. Justamente por essa importância, muitos estudos têm apontado a necessidade de que os valores relacionados à geodiversidade sejam também contemplados nas práticas de educação ambiental, já existentes em unidades de conservação (SANTOS, 2021; LIMA, 2015; SANTOS, 2017; SENA, 2015; ZAFALON, 2020). Esse direcionamento pode ampliar o uso das unidades de conservação como espaços privilegiados para educação e interpretação ambiental e fomentar o desenvolvimento do geoturismo.

De modo simplista, a geodiversidade diz respeito a variedade de rochas, relevo, solos, paisagens, minerais e outros elementos abióticos da natureza. Para Ruchkys et al. (2018), esse termo juntamente com os termos (geo)patrimônio, (geo)conservação e (geo)turismo abordam uma visão sistêmica da Terra, podendo-se dizer que o prefixo geo neles utilizado está associado à teoria de Gaia postulada por Lovelock (1995), que considera que o planeta e todos os seus elementos bióticos e abióticos constituem um sistema único de interações, que apresenta uma dinâmica integrada de funcionamento. A inspiração para o nome da teoria vem da mitologia grega em que Gaia, Geia ou Ge (em grego Γαία) é a Mãe-Terra.

Não existe biodiversidade sem geodiversidade e a biodiversidade ajuda também a moldar a geodiversidade. É um sistema que se desenvolve e evolui em conjunto e, a conservação do ambiente, deve valorizar biodiversidade e geodiversidade em uníssono.

Os processos geológicos, que determinam a evolução da Terra e, conseqüentemente, da geodiversidade, são processos que não acontecem rapidamente, sendo datados de dezenas de milhões de anos. Isso torna o trabalho do geocientista algo difícil de ser explicado para pessoas fora do âmbito acadêmico.

Da mesma maneira, é muito difícil convencer as pessoas de que elas devem conservar algo que elas não conhecem. É necessário que as geociências sejam abordadas de maneira efetiva para o público leigo, levando à mobilização social em prol da conservação dos elementos da geodiversidade. Popularizar a ciência é uma

estratégia de defesa da própria ciência e “A beleza, quando não é óbvia, precisa de olhar treinado para ser percebida...” (ROCHA, 2016).

Uma alternativa para facilitar a compreensão popular sobre a importância dos sítios da geodiversidade é o uso do geoturismo como ferramenta didática de ensino de geociências. Com um roteiro turístico bem estruturado, é possível ensinar sobre vários temas geocientíficos, maximizando o aprendizado ao explorar métodos que englobem as diferentes formas de inteligência apresentadas por Howard Gardner (1994).

Nesse contexto, o trabalho tem como principal objetivo mapear o potencial geoturístico e didático da região da Serra do Bené. Os objetivos específicos são: i) inventariar os geossítios da região; ii) quantificar os geossítios inventariados em relação a seu potencial de uso geoturístico e didático; iii) propor estratégias para uso desse geossítios; iv) criar um roteiro geoturístico em linguagem acessível.

2. REVISÃO TEÓRICA

Para a criação de um roteiro geoturístico com linguagem acessível, é necessário inicialmente entender os conceitos de geodiversidade, geoturismo e geoconservação.

2.1 Geodiversidade

Para definir a geodiversidade, Gray (2004) sugere ao leitor que ele imagine um planeta extremamente uniforme, composto apenas de alguma rocha monominerálica como um quartzito puro, sem topografia (uma esfera perfeita), sem tectônica de placas, com clima regular em todo o planeta, sem ventos e com solo uniforme. O autor sugere as poucas vantagens de viver em um planeta com essa configuração e, após isso, o autor tenta convencer o leitor sobre as desvantagens, elencando-as, como: ausência de produtos metálicos, a impossibilidade de produção de energia elétrica, a monotonia da paisagem, a baixa diversidade biológica (devido à ausência de fatores que selecionam características evolutivas diferentes). Esta introdução é finalizada com a descrição da diversidade do planeta Terra e as vantagens de se viver em um planeta como o nosso em comparação com o planeta previamente imaginado.

O termo geodiversidade passou por algumas mudanças na concepção, sendo que a forma como é utilizado atualmente tem se desenvolvido desde a Convenção da Biodiversidade (GRAY, 2004). Em 1993, a *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido definiu a geodiversidade como a variedade de ambientes geológicos, processos ativos e fenômenos que originam as paisagens, rochas, minerais, solos e demais feições que servem como substrato para a vida terrestre. De maneira similar, CPRM (2008) definiu a geodiversidade como “natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, solos, água, 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”.

De maneira simplista, a geodiversidade pode ser definida como os diferentes elementos abióticos que, em conjunto com os elementos bióticos, formam os domínios de paisagem. Alguns desses elementos são únicos em determinados contextos e por

isso são considerados geopatrimônios, sendo que Brilha (2015) define estes como elementos de geodiversidade que possuem valor científico, didático e/ou identitário elevado, podendo ser *in situ* (elementos encontrados na natureza) ou *ex situ* (elementos encontrados em museus, coleções etc.).

Diversos autores propuseram metodologias para quantificar o geopatrimônio, com destaque para as propostas por Brilha (2005) e Brilha (2015). Além disto, Ruchkys (2009) defende que a conservação do geopatrimônio depende da valorização e divulgação da relevância da geodiversidade para a sociedade.

Quanto aos índices de potencial geoturístico e didático, Sena (2015) e Santos (2017), propõem as variáveis necessárias para se calcular os índices, sendo que as propostas diferem entre si para melhor se adaptar à realidade da área de estudos e do foco de pesquisa de cada autor.

2.2 Geoturismo e conservação da geodiversidade

Diversas ações com o intuito de conservar o ambiente são conhecidas durante os últimos séculos. Apesar de comumente focadas para a conservação dos fatores bióticos do ambiente, desde o século XVII são conhecidas iniciativas pontuais de tentativas de proteção de afloramentos, cavernas e formas de relevo, até o século XIX, sendo que a partir do século XX começou a existir a organização de instituições conservacionistas com objetivos mais globalizados (GARCIA *et al.*, 2020).

Sharples (2002) define a geoconservação como “a metade esquecida” da conservação da natureza, que lida com a conservação da porção inanimada da natureza. O autor prossegue dizendo que essa porção possui valores significantes e que muitos aspectos da geodiversidade são tão sensíveis às perturbações quanto aspectos da biodiversidade. Além disso, a biodiversidade é dependente da geodiversidade, então para que a conservação natural seja efetiva, é necessária a integração da bioconservação com a geoconservação.

Ribeiro e Travassos (2015) falam sobre a importância do ensino e aprendizagem dos temas relacionados à geodiversidade e à geoconservação serem baseados em aspectos objetivos e subjetivos, nos quais os educadores possam abordar tanto as informações a serem apresentadas ao público-alvo quanto fornecer liberdade para que o conhecimento seja desenvolvido em concordância com os estudantes e turistas que participarem das dinâmicas. Ressalta-se que, no caso do

uso geoturismo como ferramenta de ensino de geociências, é necessário criar formas de abordagem que foquem nos fatores abióticos da educação ambiental, uma vez que as estratégias comumente adotadas focam principalmente na parte biológica.

Ruchkys (2009) afirma que a geoconservação deve ser uma ferramenta de defesa do geopatrimônio, mas que não deve ser vista de maneira isolada nesse papel, sendo importante a valorização e divulgação da sua importância para a sociedade.

A partir disto, o geoturismo, pode servir como uma ferramenta de divulgação e valorização do geopatrimônio e da necessidade de promover a geoconservação, por se tratar de uma forma de apresentar à sociedade de maneira simplificada, interessante e fora do âmbito acadêmico os fatores abióticos que compõem a natureza.

Segundo Garcia *et al.* (2020), o geoturismo é uma das principais ferramentas na promoção da geodiversidade e do geopatrimônio, sendo descrito como um segmento turístico cujos atrativos são relacionados aos componentes da geodiversidade.

Moreira (2009) diz que o geoturismo não pode ser considerado como uma forma de ecoturismo, mas como uma atividade específica com seus próprios potenciais e objetivos, apesar de ambas atividades terem um objetivo em comum que é agir como uma ferramenta para assegurar a conservação e a sustentabilidade ao ambiente visitado.

Para utilizar o geoturismo como ferramenta de geoconservação, é necessário que inicialmente sejam inventariados os sítios da geodiversidade na área de interesse para que a partir disso seja possível elaborar ferramentas e estratégias de manejo do ambiente para que a exploração seja feita de maneira sustentável.

O Programa de Geoparques da UNESCO, criado no final da década de 1990, destaca-se por englobar uma série de parques geológicos globais e atender a necessidade de reconhecimento e conservação do geopatrimônio.

2.3 Interpretação ambiental

Um dos maiores fatores limitantes ao ensinar e explicar sobre geociências está relacionado à dificuldade de traduzir para o vocabulário popular a linguagem científica. No âmbito das geociências, isso se torna mais complexo devido aos processos estudados serem demasiadamente demorados, o que dificulta a observação destes no dia a dia. Dessa forma, é necessário que um profissional faça o papel de tradutor

da linguagem, tornando o conteúdo acessível às pessoas fora do ambiente acadêmico.

O primeiro autor a definir formalmente a interpretação ambiental foi Freeman Tilden (1957), que não era cientista, mas sim um filósofo e dramaturgo. A interpretação ambiental, segundo Tilden seria, em tradução livre, “uma atividade educacional que propõe revelar os significados e as relações por meio do uso de objetos únicos, por meio de experiências em primeira pessoa e por meios ilustrativos, ao invés de simplesmente comunicar informação literal”.

Ham (1992) sugere que a interpretação ambiental consiste em traduzir o vocabulário científico para o vocabulário popular, fazendo o ambiente ser inteligível por agricultores, políticos ou visitantes de bosques, parques e museus, ou seja para ser possível de ser entendida por quaisquer tipos de pessoas, que podem a partir disto apreciar o ambiente e buscar formas de conservá-lo. Ainda dentro deste pensamento, Ham indica que o desenvolvimento da interpretação ambiental deve ser focado localmente, pelo fato de cada local ter características singulares. Além disto, o autor informa que a maior parte dos problemas encontrados pela conservação no mundo são problemas relacionados a questões humanas, de forma que o apoio para conservar áreas seria construído de maneira mais eficiente caso se fundamentasse em mostrar a importância da área para a população atual.

A partir da interpretação ambiental, é possível promover o ensino de geociências de maneira efetiva, mesmo quando os recursos são limitados. Ham (1992) afirma que o dinheiro (ou a falta dele) apresenta-se como uma inconveniência e que, mais importante que o dinheiro, é o entendimento de como funciona a comunicação, de maneira conjunta ao conhecimento prático de como aplicá-la.

Conforme apresentado por Ham (1992), a interpretação ambiental não pode ser, simplesmente, a apresentação de material acadêmico ao público geral, devendo ser adaptada à audiência, utilizando de diferentes métodos que permitam que a comunicação seja mais eficiente. A partir disto, Ham (1992) apresenta as diferenças entre audiências cativas e não-cativas, conforme apresentado na Tabela 2-1. O entendimento das diferenças entre os dois tipos distintos de audiência é essencial para que a interpretação ambiental seja bem desenvolvida.

Tabela 2-1: Diferenças entre audiência cativa e não-cativa

Diferenças entre as audiências cativa e não-cativa	
Cativa	Não-cativa
Audiência involuntária	Audiência voluntária
O compromisso é fixo (tem tempo determinado)	O compromisso não é fixo
As recompensas externas são importantes	As recompensas externas não são importantes
Precisa prestar atenção e demanda dedicação	Não precisa prestar atenção
Aceitou um ambiente acadêmico formal	Esperam um ambiente informal e não acadêmico
Fará esforço para se concentrar no assunto mesmo quando entediado	Mudará sua atenção para outras coisas quando entediado
Possui como motivação: qualificações, diplomas, certificados, licenças, trabalho/emprego, dinheiro, promoções e sucessos	Possui como motivação: interesse, diversão, entretenimento, enriquecimento pessoal, automelhora, passar tempo
Ambientes típicos: aulas, cursos de capacitação para trabalho, seminários profissionais, cursos requeridos para obter permissões (como permissão para dirigir).	Ambientes típicos: parques, museus, reservas ambientais, programas de extensão, em casa (em frente à televisão, computador, celular ou <i>tablet</i>), escutando rádio ou <i>podcast</i> , lendo revistas.

Fonte: traduzido e adaptado de Ham (1992).

Makruski (1978 *apud* Knudson *et al.* 1995) define a interpretação ambiental como “um tipo de empreendimento educacional em que a preocupação é o que é interessante para o visitante, ou o que pode ser feito interessante para o público, não o que alguém acha que o leitor deveria saber, independentemente do quão interessante isso é”.

Dessa forma, após analisar a tabela com as diferenças entre os tipos de audiências e levando em consideração as definições de Tilden (1957), Ham (1992) e Makruski (1978), é possível pensar em formas de se fazer a interpretação ambiental de maneira mais eficiente, propondo atividades que sejam interativas, dinâmicas, interessantes, diversificadas e que se ajustem ao público-alvo. Propor atividades lúdicas, por exemplo, pode ser muito mais efetivo com o público infantil do que com

público adulto. O simples fato de tornar o ambiente mais informal pode ser suficiente para que o público se interesse mais pelo tema.

Ham (1992) indica algumas formas de fazer com que a informação técnica seja apresentada de forma mais amena. Essas técnicas, traduzidas de maneira livre e adaptada, estão apresentadas a seguir:

- Sorria: Uma cara sorridente indica prazer. Isso significa que a audiência tenderá a refletir seu comportamento e se sentir de maneira parecida. O ato de sorrir ajudará a criar uma atmosfera mais informal e agradável.

- Utilize verbos ativos: opte por frases do tipo “a abertura dos oceanos gerou os empurrões” ao invés de “os empurrões foram gerados pela abertura dos oceanos”. A escrita acadêmica foca em verbos passivos e as formas de verbos ativos apresentam maior poder de entretenimento.

- Mostre a relação causa-efeito: as pessoas gostam de saber quais os efeitos de determinadas ações. Mostre a relação direta entre as causas e os efeitos por elas gerados.

- Vincule a ciência à história humana: as pessoas fora do âmbito acadêmico/científico estão mais interessadas na ciência quando esta pode ser relacionada com as pessoas que viveram em outros tempos.

- Utilize “metáforas visuais” para descrever ideias completas: uma metáfora visual é uma ilustração que indica visualmente o que poderia ser difícil de se descrever unicamente em palavras.

- Utilize estratégias para deixar um tópico mais interessante: exagere no tamanho, exagere na escala de tempo, utilize uma analogia predominante, utilize situações imaginárias, utilize personificação, enfoque a história em um indivíduo, etc.

Com o advento da tecnologia acessível a grande parte da população através de *smartphones*, o intérprete ambiental pode utilizar efeitos sonoros que emulem o ambiente (seja ele presente ou passado), de modo a entreter o público. É possível também que o intérprete crie apresentações gráficas coloridas e interativas que podem ser disponibilizadas de forma virtual, de modo a reduzir os gastos e atingir maiores públicos. No âmbito das geociências, é possível ainda disponibilizar mapas multitemáticos que sejam compatíveis com aplicativos de localização como o AvenzaMaps.

De forma sintetizada, a interpretação ambiental pode ser definida como uma série de métodos que, em conjunto, são responsáveis por transformar um tema

científico em um tema interessante para o público geral, apresentando de forma leve, informal, didática e, principalmente, interessante. Através da interpretação ambiental, é possível apresentar para a população a importância da conservação e as relações do ambiente com o bem-estar da sociedade.

A interpretação ambiental, aliada ao geoturismo, pode ser uma forte ferramenta auxílio na geoconservação da geodiversidade e deve ser explorada de modo que o público entenda a importância destes temas e torne-se disposto a defendê-los.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A Serra do Bené, denominação local da Serra do Cipó, está inserida na bacia hidrográfica do Ribeirão Bom Jardim, localizada na porção central do Estado de Minas Gerais, no município de Jaboticatubas. A área abrange 48,45 km² e a Cachoeira do Bené, encontra-se a aproximadamente 31 km de distância da entrada do Parque Nacional da Serra do Cipó e a 16,3km da Prefeitura Municipal Jaboticatubas, MG. O acesso a área a partir do centro de Jaboticatubas está representado na Figura 3-1.

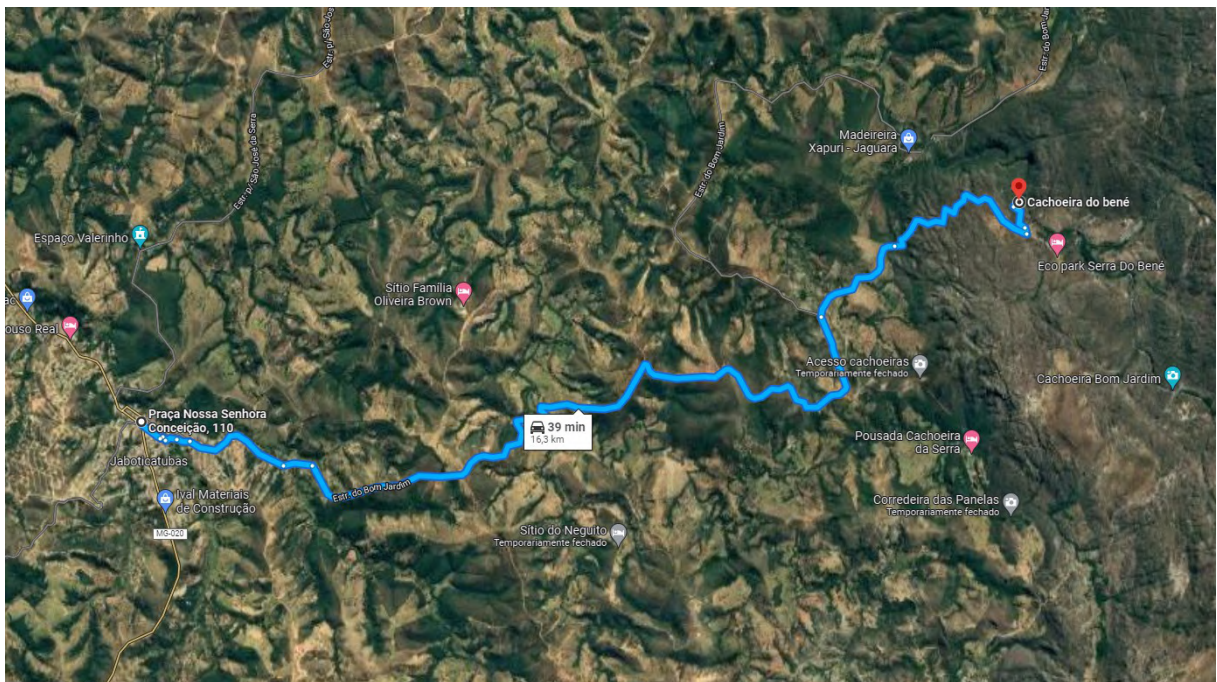


Figura 3-1: Acesso à área de estudos a partir de Jaboticatubas, MG.
Fonte: Google maps, acesso em 26/06/2022.

A área se encontra no mesmo contexto geomorfológico, geológico e climático do Parque Nacional da Serra do Cipó, tendo sido detalhada por Nascimento et al. (2018).

3.1 Clima

O clima em Jaboticatubas é caracterizado como quente e temperado, com verões chuvosos e invernos secos. A classificação do clima é CWa segundo a Köppen e Geiger. As temperaturas máxima e mínima são, respectivamente, 27,5°C (outubro)

e 12,6°C (julho), sendo o mês de fevereiro o com temperatura média mais elevada (22,8°C) e média anual de 20,7°C. As temperaturas mais elevadas são registradas nos meses de dezembro e janeiro e as menos elevadas nos meses de junho e julho. Figura 3-2. (CLIMATE-DATA, 2022).

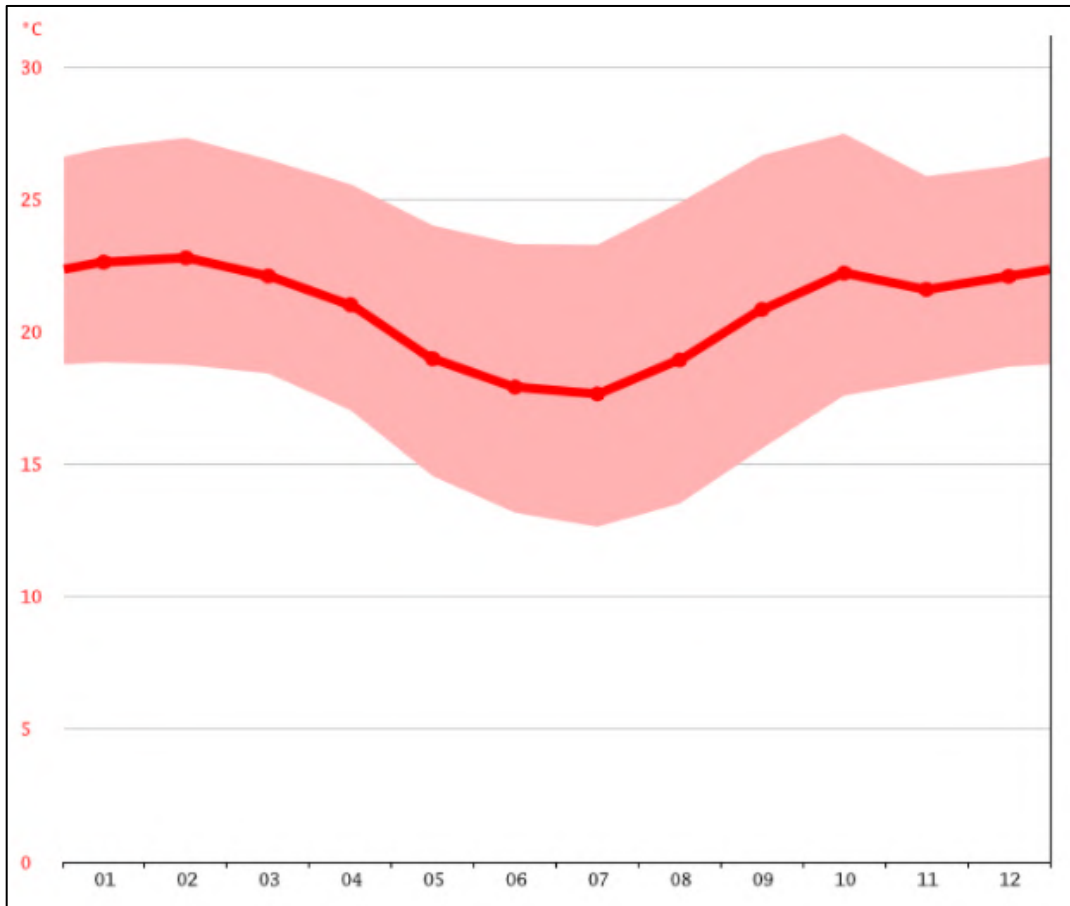


Figura 3-2: Gráfico de temperatura - Jaboticatubas, MG.
Fonte: climate-data.org, 2022.

A estação seca ocorre entre os meses de abril e setembro, enquanto a estação seca delimita-se entre os meses de outubro e março, com pluviosidade anual média de 1149mm. O mês mais chuvoso é o mês de dezembro, com pluviosidade média de 248 mm, 20,97 dias chuvosos e umidade relativa do ar de 79,25%. Por outro lado, o mês de julho possui o menor número de dias chuvosos (1,23), com a menor pluviosidade (8mm), enquanto o mês de setembro registra a menor umidade relativa do ar (58,29%), conforme apresentado na Figura 3-3. (CLIMATE-DATA, 2022).

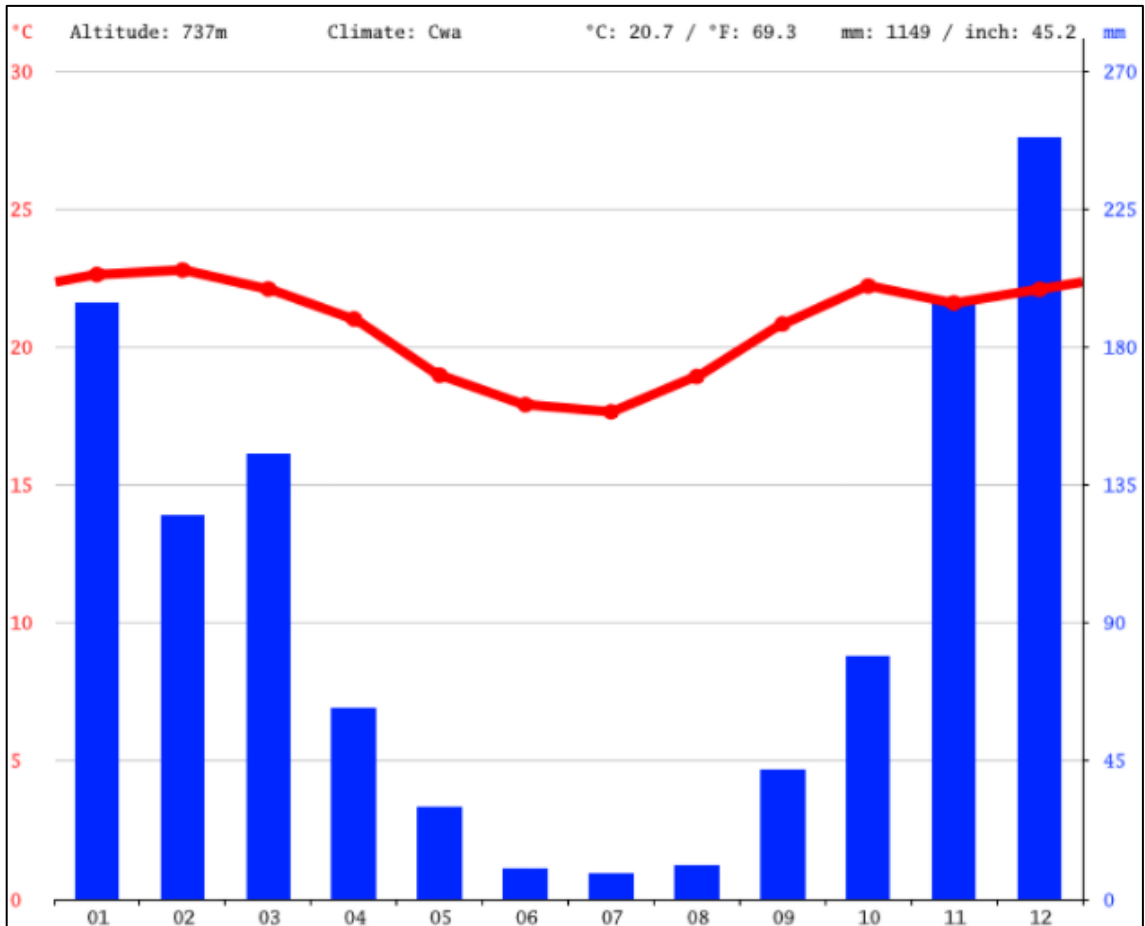


Figura 3-3: Gráfico de pluviosidade média - Jaboticatubas, MG.
Fonte: climate-data.org, 2022.

A Tabela 3-1 apresenta uma síntese dos dados climatológicos disponíveis para o município de Jaboticatubas.

Tabela 3-1: Síntese dos dados climatológicos disponíveis para o município de Jaboticatubas - MG.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura Média (°C)	22.6	22.8	22.1	21	19	17.9	17.7	18.9	20.8	22.2	21.6	22.1
Temperatura Mínima (°C)	18.8	18.7	18.4	17	14.5	13.2	12.6	13.5	15.6	17.6	18.1	18.7
Temperatura Máxima (°C)	26.9	27.3	26.5	25.6	24	23.3	23.3	24.9	26.7	27.5	25.9	26.3
Chuva (mm)	194	125	145	62	30	10	8	11	42	79	195	248
Umidade (%)	76	73	78	76	72	71	67	59	58	62	75	79
Dias Chuvosos	12	9	12	8	4	1	1	2	5	8	14	16
Horas de sol	8.6	8.7	7.7	7.2	7.2	7.4	7.7	8.4	8.5	8.4	7.3	7.9

Fonte: climate-data.org, 2022.

3.2 Hidrografia

A bacia do Ribeirão Bom Jardim é de quarta ordem, com uma rede de drenagem ramificada, sendo que grande parte dos canais de primeira ordem são intermitentes, com escoamento superficial apenas nos períodos de chuva. O Ribeirão Bom Jardim é afluente do Rio Jaboticatubas, que está localizado no médio curso do Rio das Velhas, na Unidade Territorial Estratégica (UTE) 12: Jabó/Baldirim (Figura 3-4). A preservação do Ribeirão Bom Jardim se faz importante, pois segundo o Plano de Manejo de Saneamento Básico de Jaboticatubas (PMSB JABOTICATUBAS, 2014), o Rio Jaboticatubas é o principal responsável pelo abastecimento hídrico da cidade.

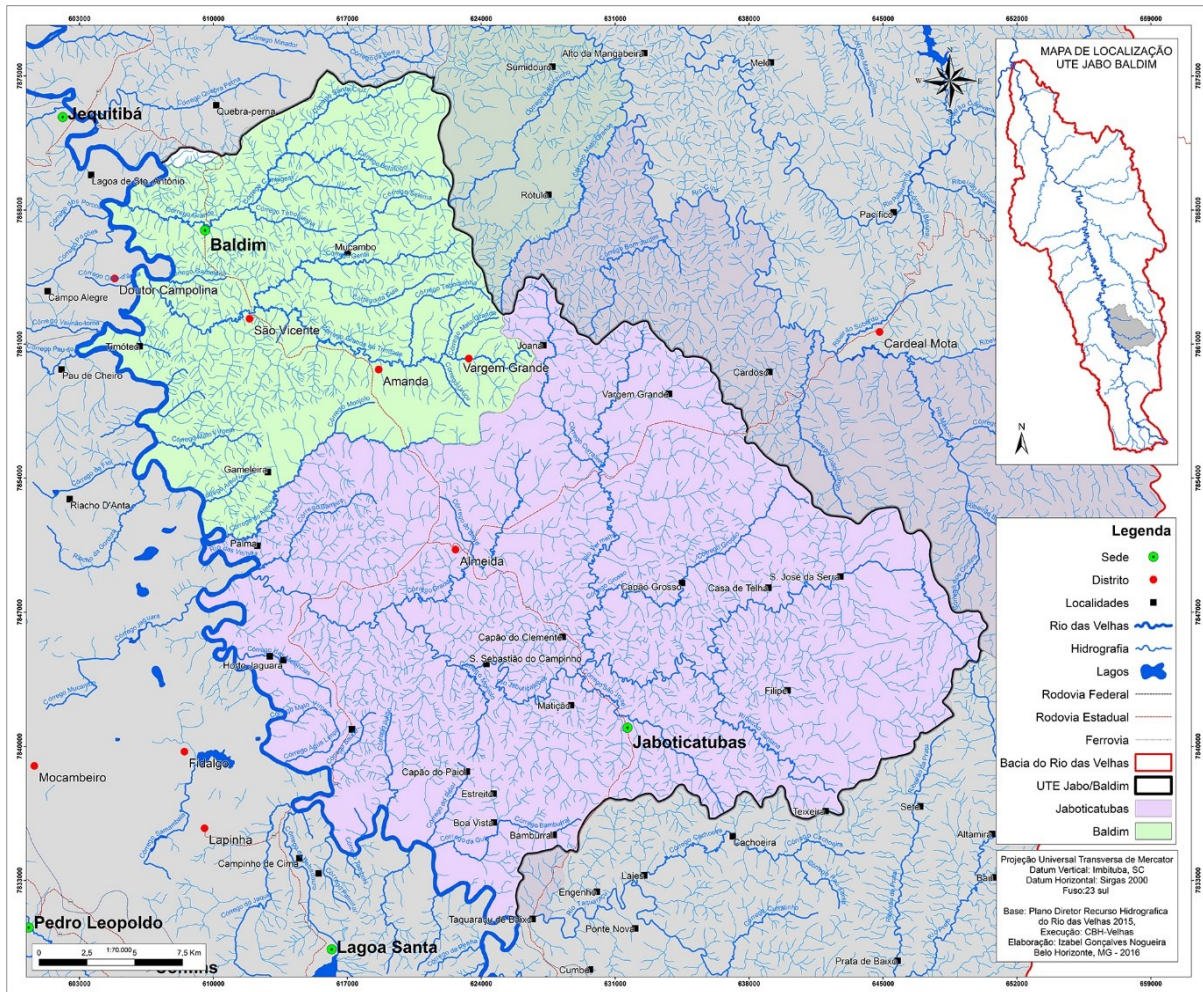


Figura 3-4: Mapa hidrográfico da UTE Jabó/Baldim.
 Fonte: CBH Velhas, 2016.

3.3 Geologia

Na área de estudo, afloram rochas do Complexo Belo Horizonte, do Supergrupo Espinhaço, Grupo Macaúbas e Supergrupo São Francisco, além de coberturas cenozoicas. A figura 3-5 apresenta a coluna estratigráfica da área proposta por Nascimento *et al.* (2018).

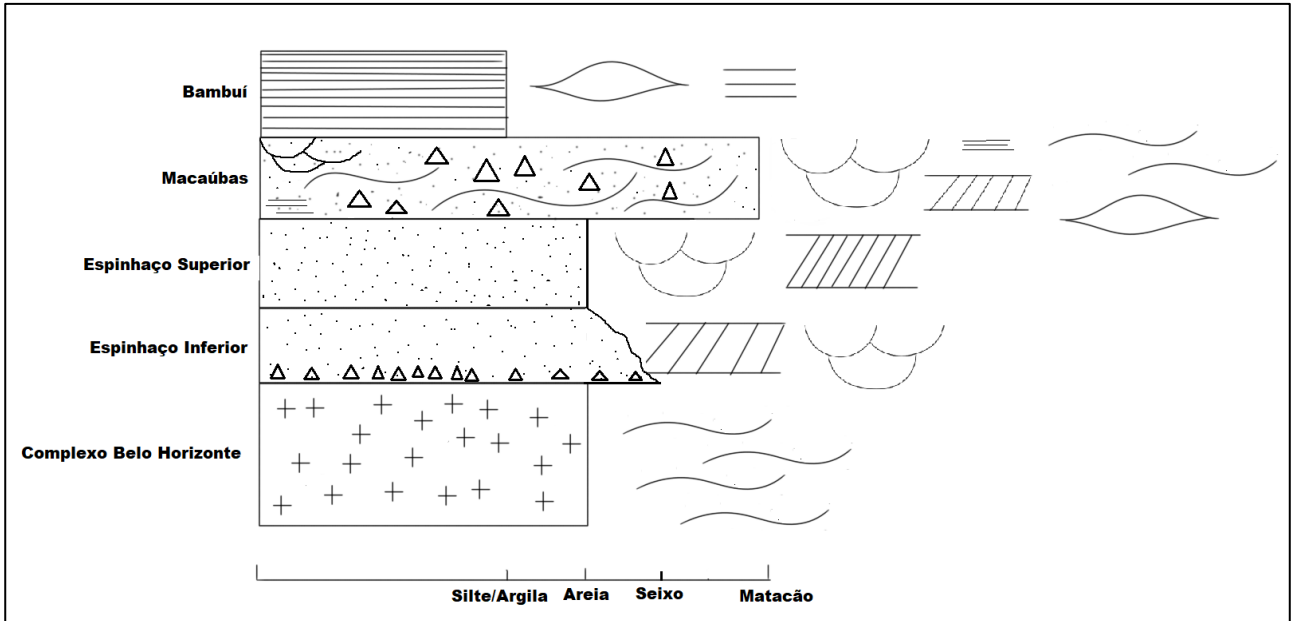


Figura 3-5: Coluna Estratigráfica da Área

Fonte: Nascimento *et al.*, 2018.

O Complexo Belo Horizonte (NOCE, 1994) é representado na área por álcali-feldspato granito, sendo mineralogicamente composto por sericita, caulinita, feldspato alcalino, quartzo e biotita, por vezes cloritizada (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Segundo Nascimento *et al.* (2018), na área de estudo o Supergrupo Espinhaço, é subdividido em Espinhaço Inferior e Superior, conforme proposto por Sperber (1977). De maneira geral, é representado por metarenitos maduros mineralógica e texturalmente, com pouca contribuição micácea. A granulometria varia entre areia fina e média, sendo possível identificar grãos recristalizados em algumas porções (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Em alguns pontos são identificáveis acumulações de óxidos e material pelítico, que, por vezes, evidencia os sigmoides que indicam o movimento do Sg. Espinhaço de leste ao oeste. São identificáveis estruturas sedimentares como marcas de onda assimétricas e estratificações cruzadas, acanaladas e tabulares, sendo estas de dimensões centimétricas à decamétricas. Nas bases dos morros, é possível identificar porções de metabrechas autoclásticas com contribuição micácea pouco mais elevada quando comparada aos demais metarenitos desse supergrupo, o que caracteriza o Supergrupo Espinhaço Inferior e o diferencia do Supergrupo Espinhaço Superior (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

O Grupo Macaúbas ocorre em contato tectônico com o Supergrupo Espinhaço e é representado por metarenitos, conglomerados e diamictitos (NASCIMENTO *et al.*,

2018). De maneira diferente do observado nos metarenitos do Supergrupo Espinhaço, os metarenitos do Grupo Macaúbas são imaturos mineralógica e texturalmente, apresentando grande contribuição pelítica, com variação granulométrica visível. Apresentam marcas de onda simétricas e assimétricas, estratificações cruzadas tabulares e acanaladas. Em alguns pontos é possível identificar laterita ferruginosa.

Os conglomerados do Grupo Macaúbas aparecem intercalados aos metarenitos e, por vezes, como lentes dentro destes. Os conglomerados são suportados pela matriz, de composição quartzosa com grãos subarredondados a subangulosos, esfericidade média a baixa e com contribuição pelítica. Os clastos são de tamanho grânulo a bloco, com composição majoritária de quartzo e quartzito, com granitoide e pelito em menor proporção.

Os diamictitos do Grupo Macaúbas possuem composição polimítica dos clastos, sendo formados por quartzo, quartzito, granitoide, rochas carbonáticas e pelíticas. Os clastos são angulosos, de baixa esfericidade e variam de tamanho grânulo à matacão. A matriz é composta por minerais micáceos e quartzo, sendo este em menor quantidade.

O Supergrupo São Francisco está representado na área por meio do Grupo Bambuí, pela Formação Serra de Santa Helena, e se encontra em contato tectônico com o Grupo Macaúbas (NASCIMENTO *et al.*, 2018). A Formação Serra de Santa Helena é composta por filitos, que quando estão preservados apresentam coloração acinzentada e laminação muito fina. A granulometria é variável entre argila e silte, com pouca composição arenosa. Segundo Nascimento *et al.* (2018), a composição dos filitos pode ser, localmente, ferruginosa ou carbonática, com lâminas de óxido, sendo que, majoritariamente, é composto por sericita e quartzo.

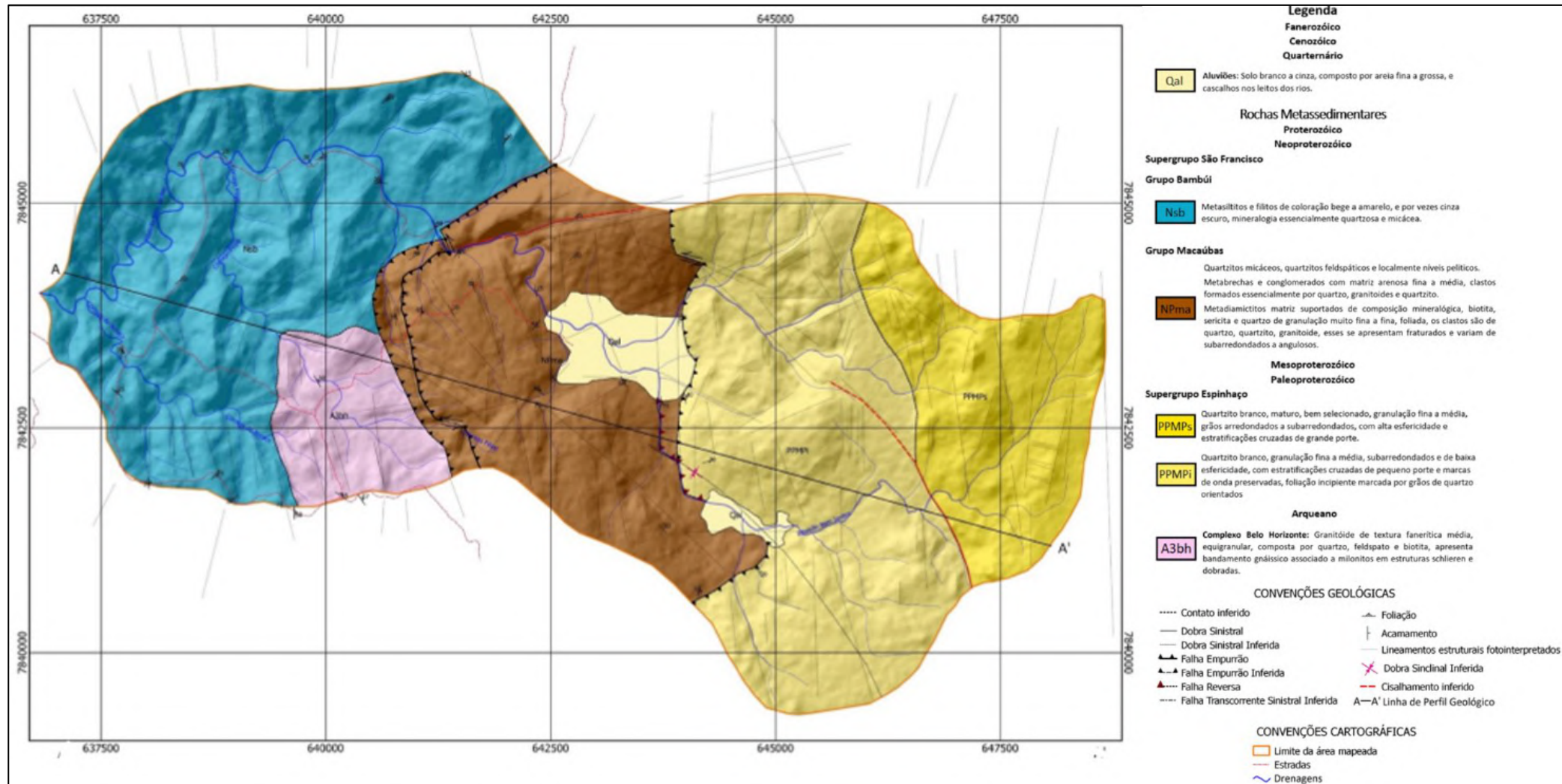


Figura 3-6: Mapa geológico da área
 Fonte: Nascimento et al., 2018.

3.4 Solos

Na área da Serra do Bené, é possível identificar solos comumente de pequena espessura, podendo ser identificadas áreas em que a cobertura de solos é mais desenvolvida. Os tipos de solo identificáveis na área são cambissolos háplicos, latossolos vermelho-amarelos, neossolos quartzarênicos, neossolos regolíticos, neossolos litólicos, espodossolos e coberturas aluvionares (NASCIMENTO et al., 2018). A Figura 3-7 apresenta a distribuição desses tipos de solo na região:

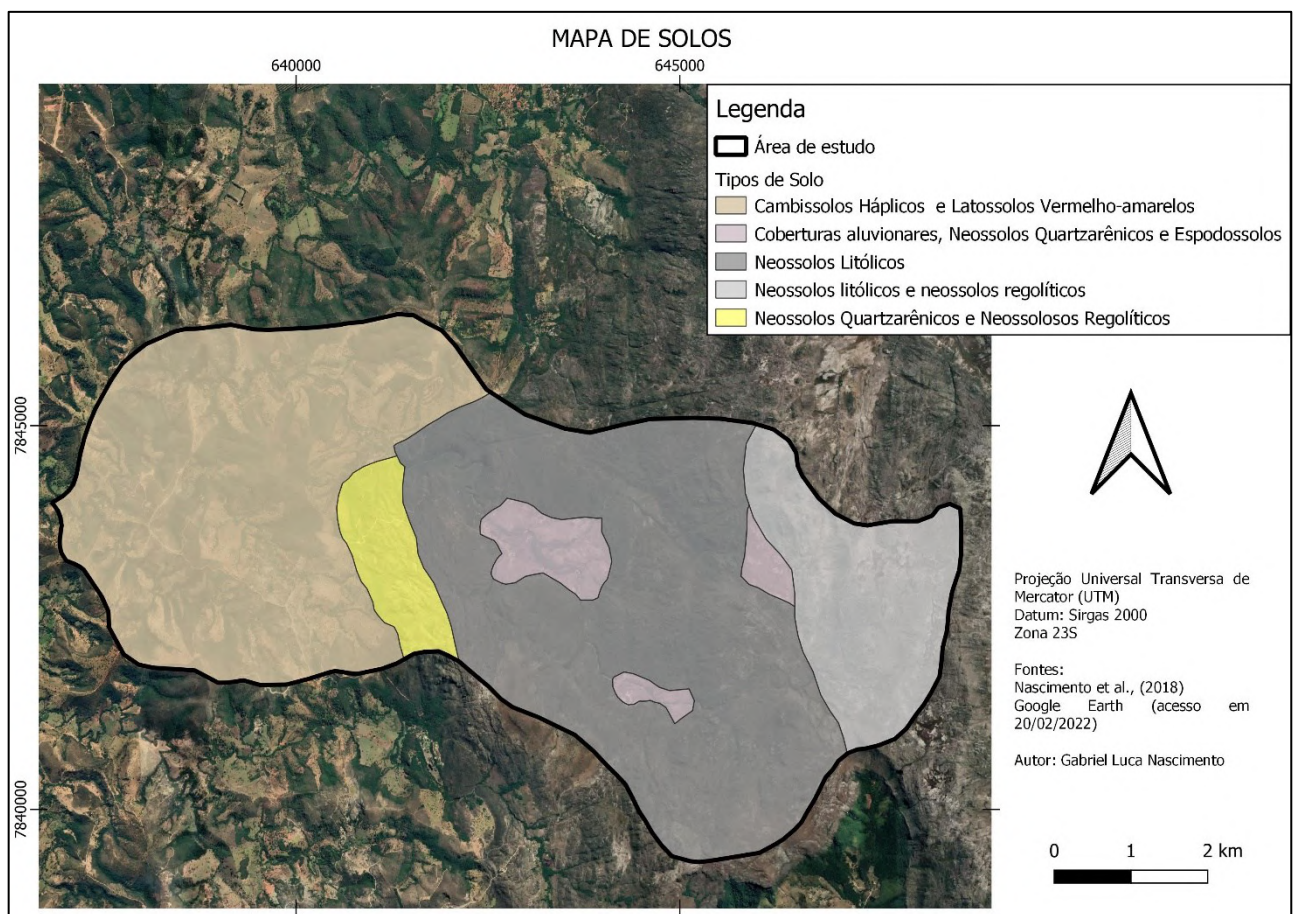


Figura 3-7: Mapa de Solos da Serra do Bené

Fonte: produzido pelo autor.

3.5 Hidrogeologia

Considerando as litologias presentes na área, o mapa da ANA (2007) apresenta quatro domínios hidrogeológicos na área. Os domínios são dos tipos Poroso/Fissural, Metassedimento/Vulcânica, Cristalino e Carbonatos/Metacarbonatos, conforme apresentado na Figura .

As zonas de recarga encontram-se nos altos topográficos, na região leste, nas litologias correspondentes ao Supergrupo Espinhaço, onde são identificáveis, em campo, sistemas de fraturas que permitem a penetração da água nesses litotipos, mesmo quando estes apresentam baixa porosidade primária.

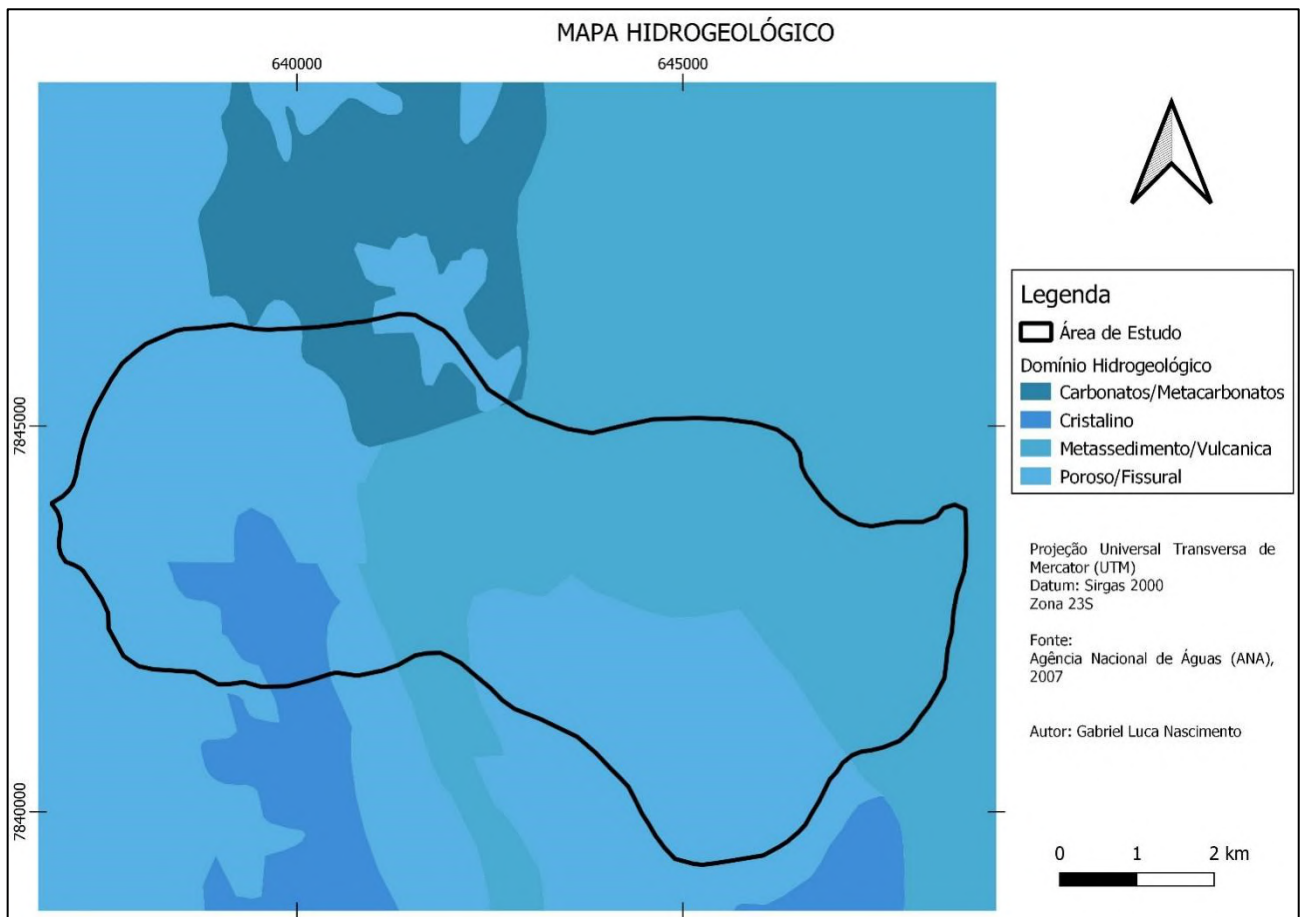


Figura 3-8: Mapa de Domínios Hidrogeológicos

Fonte: produzido pelo autor.

3.6 Uso e ocupação dos solos

Segundo a Coleção 6 do Projeto Mapbiomas, a área de estudos é composta majoritariamente por formações campestres, savânica e florestal, além de pastagens, mosaicos de agricultura e pastagem, campos alagados e áreas pantanosas e outras áreas não-vegetadas. O mapa de uso e ocupação dos solos está representado na Figura 3-9.

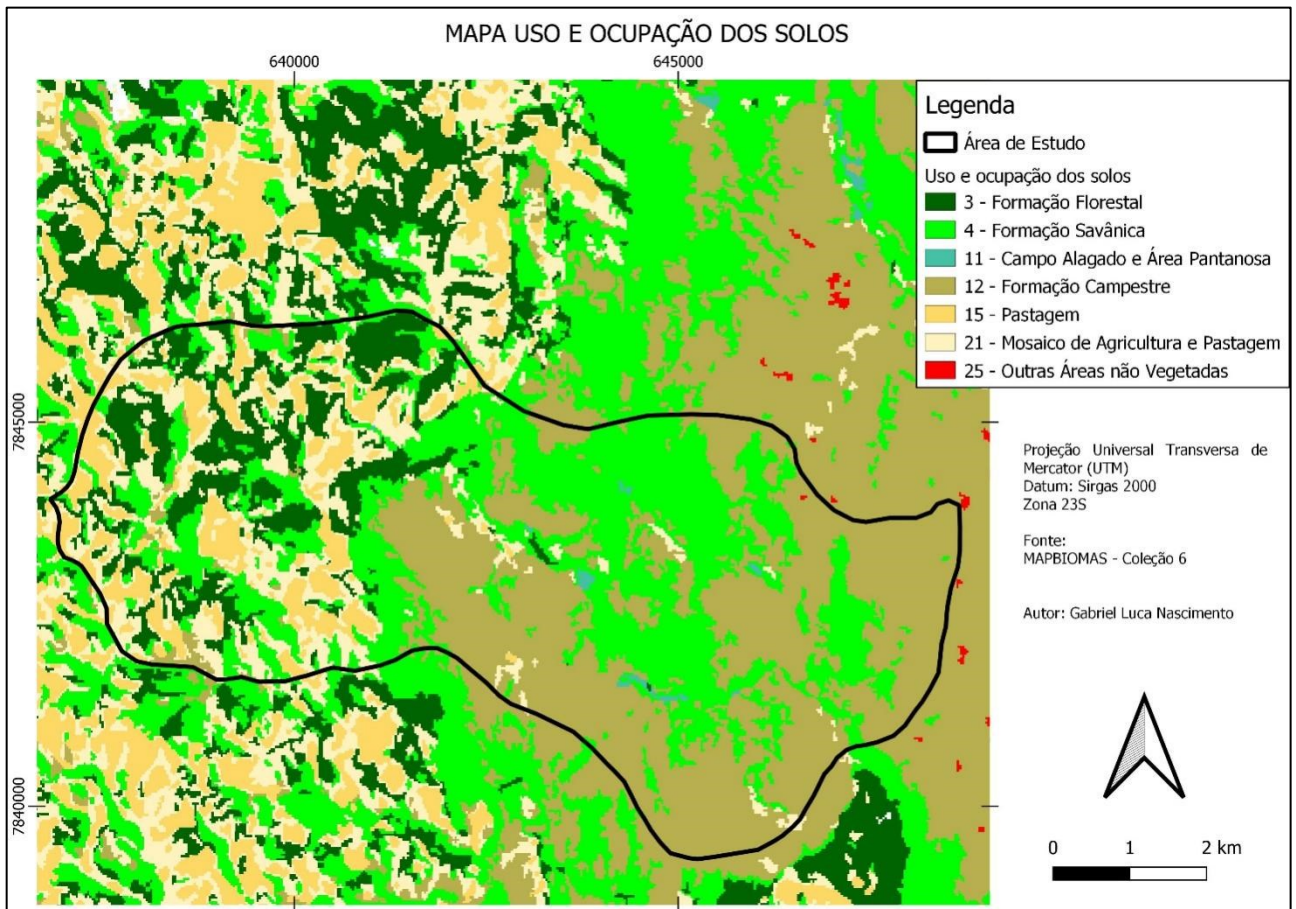


Figura 3-9: Mapa de Uso e Ocupação de Solos da Área de Estudo.

Fonte: produzido pelo autor.

Conforme é possível observar no mapa, as áreas antropizadas são concentradas na porção oeste, com as formações vegetais originais aparecendo mais à leste, na área correspondente à Serra do Bené, na porção mais a montante da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Bom Jardim.

Na porção leste é possível identificar maior concentração de formação florestal, sendo a porção com vegetação de maior porte da área, enquanto na porção oeste a

vegetação tem predominância de porte gramíneo e arbustivo, característico do cerrado, com árvores de caule retorcido e arbustos.

3.7 Relevo e compartimentos da Paisagem

A área de estudos foi dividida em 9 compartimentos da paisagem, cuja divisão foi definida utilizando critérios como textura, geomorfologia, altitude, inclinação do terreno, padrões de drenagem e vegetação. Os domínios estão espacializados e representados na Figura 3-10, sendo descritos a seguir conforme Nascimento *et al.* (2018).

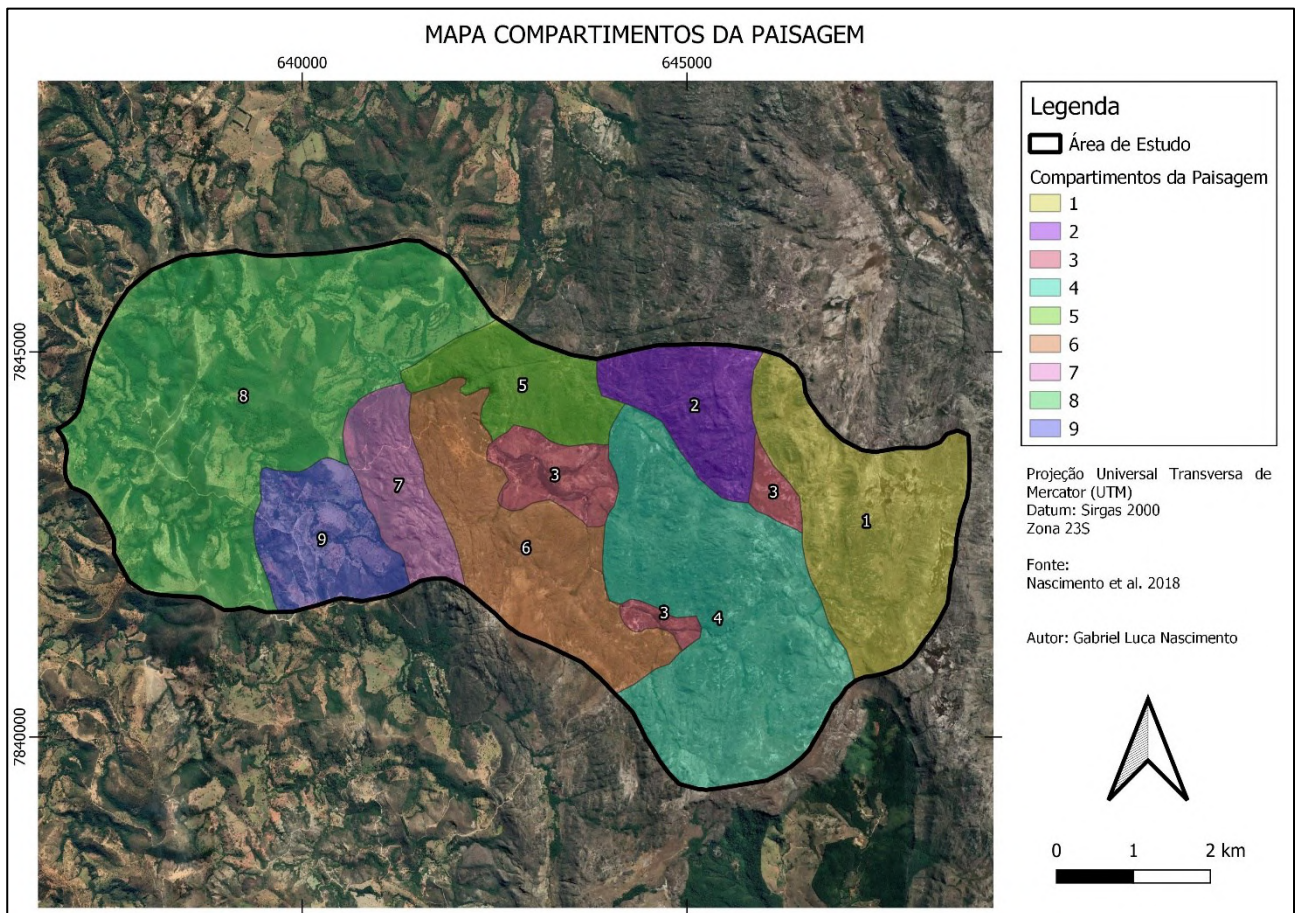


Figura3-10: Compartimentos da Paisagem da Área de Estudo

Fonte: produzido pelo autor.

O compartimento 1 é localizado na porção mais alta da bacia, entre altitudes de 1400 e 1540 metros. Possui escarpas e as drenagens possuem fluxo em sentido

para sudoeste em curso retilíneo. Apresenta textura estriada a grosseira e vegetação herbácea rasteira, típica de campos rupestres.

O compartimento 2 apresenta textura grosseira e vegetação típica de campos rupestres, com altitude variando de 1100 a 1400 metros. A área possui inclinação elevada e o fluxo das drenagens corre em sentido sudoeste a oeste.

O compartimento 3 ocorre em áreas com pouco ou nenhum declive, com drenagens meandantes curvilíneas de intenso fluxo. Apresenta espessamento do solo, que pode estar associado à maior retenção de água, gerando os bolsões de vegetação verificados.

O compartimento 4 é composto por vegetação de baixo porte, com drenagens concentradas na porção sul da área, com forte controle estrutural direcionando o fluxo para noroeste. Apresenta baixa declividade à leste e escarpas na porção oeste com altitudes variando entre 900 e 1450 metros.

O compartimento 5 apresenta a alta taxa de cobertura vegetal, sendo composto por vegetação gramínea a arbórea de grande porte, conferindo uma textura rugosa. Apenas uma drenagem retilínea é identificada na área. O relevo é bastante acentuado com altitudes, variando entre 820 e 1300 metros.

O compartimento 6 apresenta drenagens orientadas para norte, pouca vegetação, com altitudes predominantemente entre 950 e 1150 metros e relevo com declividade suave, com exceção da área mais à oeste, onde uma escarpa faz com que a altitude caia para 820 metros.

O compartimento 7 apresenta porção oeste escarpada, com altitudes entre 820 e 1050 metros, textura rugosa estriada, com vegetação arbórea e drenagens escassas direcionadas para oeste e norte.

O compartimento 8 é composto por texturas lisas e rugosas, com relevo caracterizado por vales e cristas de morro com repetição lateral, encostas íngremes e drenagens curvilíneas sem direção preferencial.

O compartimento 9 é descrito como a área com maior taxa de cobertura vegetal da bacia, com árvores de grande porte nas galerias das drenagens e nas vertentes, com textura lisa a rugosa e altitudes que variam entre 820 e 900 metros.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A síntese dos materiais e métodos aplicados no desenvolvimento deste trabalho é apresentada na Figura 4-1 e a metodologia completa encontra-se descrita nos subcapítulos a seguir.

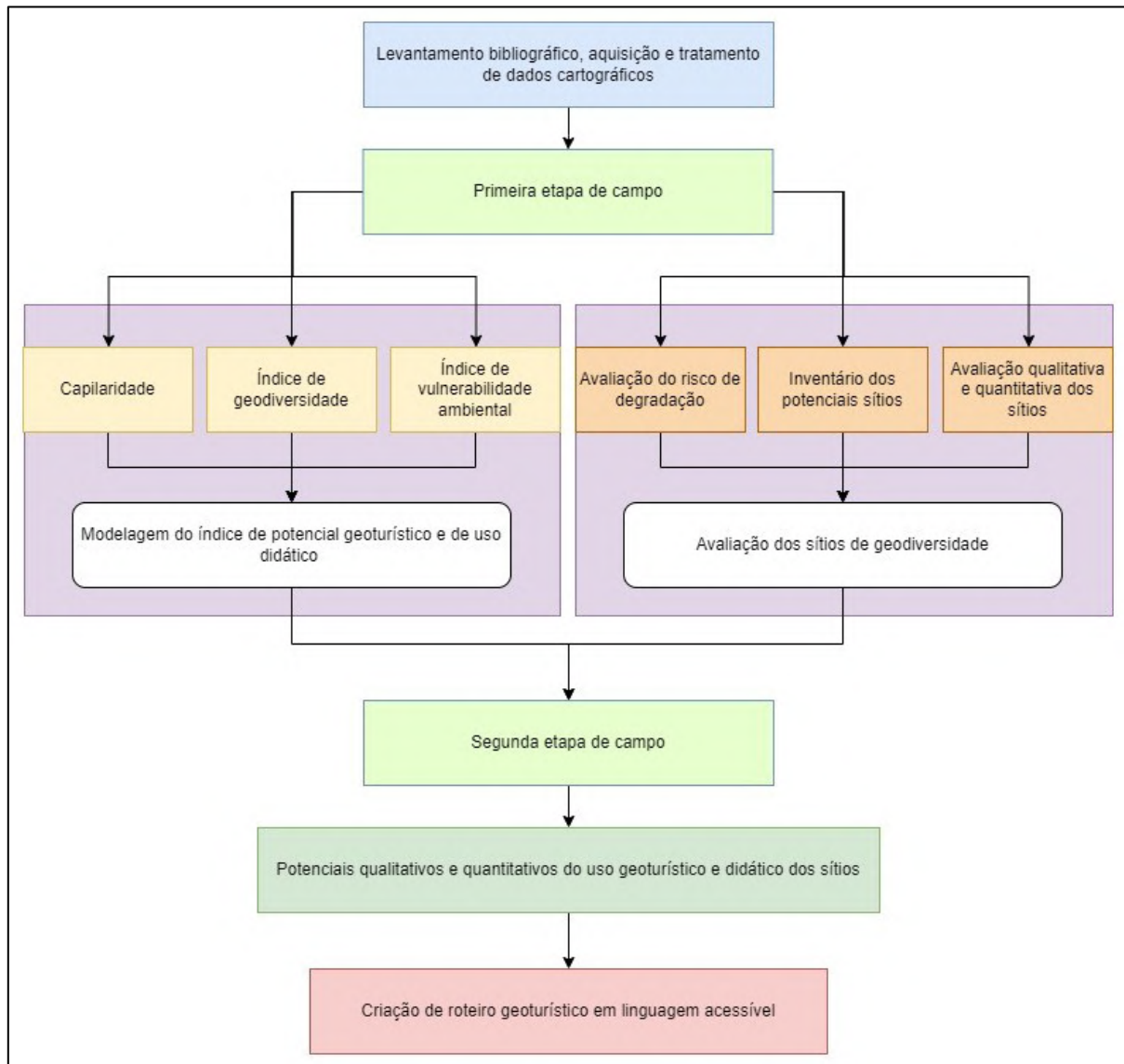


Figura 4-1: Fluxograma-resumo da metodologia aplicada

Fonte: produzido pelo autor.

4.1 Aquisição dos dados cartográficos

As bases de dados foram obtidas em formatos matriciais ou vetoriais, conforme apresentado na Tabela 4-1.

Tabela 4-1: Dados cartográficos disponíveis

Arquivo	Fonte	Extensão	Escala	Resolução Espacial
Base de Hidrografia	CBH Velhas	<i>Shapefile</i>	1:50.000	-
Limite Municipal	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	<i>Shapefile</i>	1:250.000	-
Geologia	Nascimento <i>et al.</i> , 2018	<i>Shapefile</i>	1:25.000	-
Estruturas Geológicas	Nascimento <i>et al.</i> , 2018	<i>Shapefile</i>	1:25.000	-
Solos	Autor	<i>Shapefile</i>	1:25.000	-
Domínios da paisagem	Nascimento <i>et al.</i> , 2018	<i>Shapefile</i>	1:25.000	-
Trilhas e acessos	Autor	<i>Shapefile</i>	-	-
Uso e ocupação dos solos	Mapbiomas – Coleção 6	<i>Raster</i>	-	30 m
Modelo digital de elevação	ALOS PALSAR	<i>Raster</i>	-	12,5 m
Hidrogeologia	ANA	<i>Shapefile</i>	1:250.000	-

Fonte: produzido pelo autor.

4.2 Trabalhos de campo

Foram executadas duas campanhas de campo na área, com objetivos diferentes:

- A primeira campanha foi feita para reconhecimento da área, visitação dos sítios da geodiversidade propostos por Nascimento *et al.* (2018) e demais

áreas apresentadas por moradores locais e apresentação da área para pessoas fora do âmbito das geociências. Além disso, a campanha inicial serviu como primeiro passo para contato com os moradores da região, para que eles pudessem expor a visão deles quanto ao turismo, proteção ambiental e o histórico de exploração da região.

- A segunda campanha foi promovida com o intuito de validação dos pontos anteriormente visitados como sítios da geodiversidade, verificação da eficácia do método de modelagem dos índices de potencial geoturístico e didático para identificação de potenciais sítios da geodiversidade e para avaliação qualitativa e quantitativa dos sítios da geodiversidade com o auxílio das fichas apresentadas no item 4.5.

4.3 Tratamento dos dados

Os dados coletados foram tratados em ambiente SIG utilizando o *software* QGIS 3.22. Alguns dos dados foram disponibilizados em formato *shapefile* e convertidos em formato *raster* para que fosse possível realizar as operações matriciais necessárias para o processamento destes.

4.4 Inventário dos Sítios da Geodiversidade

Esse passo metodológico se baseia no método proposto e adaptado por Brilha (2015), que divide o inventário dos sítios em categorias qualitativas e quantitativas. Para melhor adequação à área, alguns ajustes foram propostos ao método do autor. O inventário qualitativo foi baseado nos sítios da geodiversidade propostos por Nascimento *et al.* (2018), em outros pontos já usados para o turismo, pontos levantados pelo autor durante os trabalhos de campo e conversa com moradores locais acerca dos atrativos.

4.5 Quantificação dos Sítios da Geodiversidade

Para a quantificação dos sítios de geodiversidade, foram utilizados na avaliação parâmetros quantificáveis de modo a minimizar os impactos de fatores subjetivos. A partir disso, os dados foram tratados de acordo com os métodos adaptados de Brilha

(2015) e Santos (2017), sendo os critérios/indicadores e parâmetros utilizados apresentados na Tabela 4-2.

Tabela 4-2: Ficha para avaliação quantitativa do potencial de uso didático e geoturístico dos sítios de geodiversidade

Potencial de uso didático e geoturístico	
Avaliação quantitativa	
Critério/Indicador	Parâmetro
A) Vulnerabilidade	
Os elementos de geodiversidade do sítio não apresentam risco de deterioração por atividades didáticas ou turísticas	4
Existe a possibilidade de deterioração de elementos da geodiversidade secundários por atividades didáticas ou turísticas	3
Existe a possibilidade de deterioração de alguns elementos da geodiversidade por atividades didáticas ou turísticas	2
Existe a possibilidade de deterioração de todos os elementos da geodiversidade por atividades didáticas ou turísticas	1
B) Acessibilidade	
Sítio localizado a menos de 100 metros de uma estrada acessível por veículos do tipo ônibus ou van.	4
Sítio localizado a menos de 500 metros de uma estrada acessível por veículos do tipo ônibus ou van	3
Sítio localizado a menos de 500 metros de uma estrada acessível por veículos 4x4 ou localizado a menos de 1 km de estrada acessível por transporte tipo ônibus ou van	2
Sítio sem acesso direto por estrada, sendo necessário caminhar distâncias superiores a 500 metros para observação dos elementos da geodiversidade	1
C) Limitações de uso	
O sítio não apresenta limitações de uso para ser usado por estudantes e turistas	4
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas, mas apenas ocasionalmente ou parcialmente	3
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas, mas apenas após superar algumas limitações (legais, permissionárias, físicas, inundações)	2
O uso do sítio por estudantes e turistas é muito difícil de ser conseguido devido às limitações difíceis de superar (legais, permissionárias, físicas)	1
D) Segurança	
Sítio com estruturas de segurança (escadas, corrimãos, contenção/limitação de acesso, etc.) e cobertura de telefonia móvel	4

Sítio com estruturas de segurança (escadas, corrimãos, etc.), mas sem cobertura de telefonia móvel	3
Sítio sem estruturas de segurança, mas com cobertura de telefonia móvel	2
Sítio sem estruturas de segurança e sem cobertura de telefonia móvel	1
E) Segurança – 2ª parte	
Localizado a menos de 5km de serviços de emergência	4
Localizado a menos de 25km de serviços de emergência	3
Localizado a menos de 50km de serviços de emergência	2
Localizado a mais de 50km de serviços de emergência	1
F) Segurança – 3ª parte	
Sítio sem risco geológico evidente	4
Sítio com baixo risco geológico	3
Sítio com risco geológico elevado, mas com sinalização quanto aos riscos	2
Sítio com risco geológico elevado e sem sinalização quanto aos riscos	1
G) Associação entre sítios de geodiversidade	
Sítio localizado a menos de 3 km de, ao menos, outros dois sítios	4
Sítio localizado a menos de 3 km de, ao menos, outro sítio e a menos de 10 km de, ao menos, outros dois sítios	3
Sítio localizado a menos de 10 km outro sítio	2
Sítio localizado a mais de 10 km outro sítio	1
H) Cenário e Visibilidade	
Sítio apresenta condições para visualização da paisagem onde está inserido e da paisagem de seu entorno, inclusive da inserção de outros sítios de geodiversidade	4
Sítio apresenta condições para visualização da paisagem onde está inserido e da paisagem de seu entorno	3
Sítio apresenta condições para visualização da paisagem onde está inserido	2
Sítio com baixa visibilidade paisagística	1
I) Singularidade	
O sítio apresenta feições únicas e incomuns, considerando o estado e estados vizinhos	4
O sítio apresenta feições únicas e incomuns no estado, mas comuns no país	3
O sítio apresenta feições que são comuns na região, mas incomuns em outras regiões do estado	2
O sítio apresenta feições comuns em todo o país	1
J) Condições de observação	
Todos os elementos da geodiversidade são observáveis em boas condições	4
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos da geodiversidade	3

Existem alguns obstáculos que dificultam a observação dos principais elementos da geodiversidade	2
Existem alguns obstáculos que obstruem quase completamente a visão dos principais elementos da geodiversidade	1
K) Potencial Didático	
O sítio apresenta elementos da geodiversidade que são ensinados nos níveis fundamental, médio e superior de ensino	4
O sítio apresenta elementos da geodiversidade que são ensinados no nível fundamental de ensino	3
O sítio apresenta elementos da geodiversidade que são ensinados no nível médio de ensino	2
O sítio apresenta elementos da geodiversidade que são ensinados em alguns cursos do nível superior de ensino	1
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	
Mais de 3 tipos de elementos da geodiversidade ocorrem no sítio (geológicos, geomorfológicos, estruturais, pedológicos, etc.)	4
Ocorrem 3 tipos de elementos da geodiversidade no sítio	3
Ocorrem 2 tipos de elementos da geodiversidade no sítio	2
Ocorre apenas um tipo de elemento da geodiversidade no sítio	1

Fonte: adaptada de Brilha (2015).

Os indicadores de vulnerabilidade consideram se os elementos de geodiversidade no sítio estão vulneráveis a impactos diretos das atividades a serem executadas na área, sendo levadas em consideração as atividades de cunho didático e geoturístico.

Os indicadores de acessibilidade foram ajustados para adequarem de maneira mais efetiva à área, sendo utilizadas as redes de trilhas percorridas ao longo da execução do trabalho de campo e trilhas identificadas manualmente no Google Earth. No geral, essas trilhas são acessíveis por meio de deslocamento a pé ou com auxílio de veículos pequenos, sendo algumas delas acessíveis por ônibus ou vans.

Os indicadores de limitação do uso dos geossítios consideram os indicadores de acessibilidade para definir as limitações de uso, uma vez que áreas mais dificilmente acessadas possuirão uso mais limitado em relação àquelas em que o acesso é fácil.

Os indicadores de fatores de segurança foram divididos em três categorias, sendo a primeira correlacionada à existência de infraestrutura no sítio, como a presença de cobertura de sinal telefônico, enquanto a segunda é relacionada à

distância entre o sítio e serviços de saúde de emergência e a terceira está correlacionada ao risco geológico associado e a presença de sinalização indicando este.

O indicador de distância entre o sítio e demais sítios foi levado em questão em conjunto com a análise de quais trilhas os sítios possuem em comum, de forma que, em uma mesma trilha, os estudantes e demais integrantes do público-alvo possam usufruir de maneira mais ágil e eficiente de sítios diferentes.

Além dos indicadores acima descritos, o indicador de singularidade leva em consideração as características de geodiversidade do sítio em comparação com os demais do entorno (em escala local e regional). A singularidade de um sítio está intrinsecamente ligada à necessidade de conservação do sítio.

O indicador de condições de observação leva em consideração a visibilidade dos elementos da geodiversidade no próprio sítio e nos demais sítios a partir do sítio avaliado.

É considerado, também, no cálculo, o nível de preservação e de potencial didático dos sítios, nos quais é avaliado se os elementos de geodiversidade observáveis estão em boas condições.

A próxima etapa na quantificação do potencial geoturístico e didático é a atribuição de pesos para cada indicador/critério utilizado na etapa anterior. Como os critérios utilizados para a avaliação dos sítios foram adaptados da metodologia proposta por Brilha (2015), foi necessária a adaptação da tabela de atribuição de pesos aos critérios, conforme apresentado na Tabela 4-3.

Tabela 4-3: critérios e pesos para analisar o potencial didático e geoturístico

Potencial de uso didático e geoturístico	
Critério/Indicador	Peso
A) Vulnerabilidade	10
B) Acessibilidade	10
C) Limitações de uso	5
D) Segurança	10
E) Segurança – Parte 2	5
F) Segurança – Parte 3	5
G) Associação entre sítios de geodiversidade	5
H) Cenário e visibilidade	5
I) Singularidade	5
J) Condições de observação	10
K) Potencial didático	15
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	15
Total	100

Fonte: adaptada de BRILHA (2015).

4.6 Avaliação do risco de degradação dos sítios de geodiversidade

A avaliação do risco de degradação é extremamente relevante para estabelecer planos específicos para a conservação e o manejo dos sítios, segundo Brilha (2015), que propõe que a avaliação seja realizada por meio dos seguintes critérios abaixo:

- Deterioração dos elementos da geodiversidade: relacionado à possibilidade de degradação ou destruição dos elementos de geodiversidade, seja em função de eventos naturais intrínsecos aos sítios ou em função de atividades antrópicas que aumentem o potencial de vulnerabilidade;
- Proximidade a atividades/áreas com potencial de degradação;
- Proteção legal: relacionado a localização do sítio em áreas que possuam proteção legal com possível controle de acesso;
- Acessibilidade: relacionado às condições de acesso ao sítio, sendo o potencial de degradação inversamente proporcional à facilidade de acesso;
- Densidade populacional: referente ao número de pessoas que habitam nas proximidades do sítio.

Da mesma forma que a quantificação dos sítios de geodiversidade, a avaliação do risco de degradação é realizada em duas etapas. Inicialmente os critérios listados

são divididos em quatro categorias numéricas, variando do menor ao maior risco de degradação (números maiores, representam maior risco de degradação), conforme apresentado na Tabela 4-4.

Tabela 4-4: Risco de degradação dos sítios de geodiversidade

Risco de degradação	
Avaliação quantitativa	
Critério/Indicador	Parâmetro
A) Deterioração dos elementos geológicos	
Predominam áreas com grau de vulnerabilidade muito alto	4
Predominam áreas com grau de vulnerabilidade alto	3
Predominam áreas com grau de vulnerabilidade médio	2
Predominam áreas com grau de vulnerabilidade baixo e muito baixo	1
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	
Sítio localizado a menos de 100m de área/atividade potencialmente degradadora	4
Sítio localizado a menos de 500m de área/atividade potencialmente degradadora	3
Sítio localizado a menos de 2km de área/atividade potencialmente degradadora	2
Sítio localizado a mais de 2km de área/atividade potencialmente degradadora	1
C) Proteção legal	
Sítio localizado em área sem proteção legal e sem controle de acesso	4
Sítio localizado em área sem proteção legal, mas com controle de acesso	3
Sítio localizado em área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2
Sítio localizado em área com proteção legal e com controle de acesso	1
D) Acessibilidade	
Sítio localizado a menos de 100 metros de uma estrada acessível por veículos do tipo ônibus ou van	4
Sítio localizado a menos de 500 metros de uma estrada acessível por veículos do tipo ônibus ou van	3
Sítio localizado a menos de 500 metros de uma estrada acessível por veículos 4x4 ou localizado a menos de 1 km de estrada acessível por transporte tipo ônibus ou van	2
Sítio sem acesso direto por estrada, sendo necessário caminhar distâncias superiores a 500 metros para observação dos elementos da geodiversidade	1

Fonte: adaptada de BRILHA (2015).

O indicador referente a deterioração dos elementos geológicos é determinado através do mapa de índice de vulnerabilidade ambiental, sendo calculado o percentual de área ocupado por cada classe de vulnerabilidade dentro dos sítios.

O indicador de proximidade de áreas/atividades com potencial de degradação foi avaliado tendo como base o mapa de uso e ocupação dos solos apresentado no item 3.6, levando em consideração um raio de 2 km além da área de estudos.

O critério de densidade populacional se apresenta irrelevante na diferenciação dos sítios, pois todos os sítios da área de estudos se encontram no município de Jaboticatubas – MG. Dessa forma, o peso referente a esse critério/indicador foi dividido entre as demais categorias.

A segunda etapa de avaliação do risco de degradação dos sítios consiste na definição dos pesos dos critérios, conforme apresentado na Tabela 4-5.

Tabela 4-5: Atribuição de pesos de risco de degradação dos sítios de geodiversidade

Risco de degradação	
Critério/Indicador	Peso
A) Deterioração dos elementos geológicos	40
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	20
C) Proteção legal	20
D) Acessibilidade	20

Fonte: adaptada de BRILHA (2015).

O peso total calculado para cada sítio da geodiversidade determina o grau de risco de degradação, conforme proposto por Brilha (2015) e apresentado na Tabela 4-6.

Tabela 4-6: Classificação do risco de degradação dos sítios de geodiversidade

Classificação do risco de degradação	
Peso total	Risco de degradação
<200	Baixo
201 – 300	Médio
301 – 400	Alto

Fonte: BRILHA (2015).

4.7 Modelagem do índice de uso de potencial didático e geoturístico

Essa etapa da metodologia, adaptada de Sena (2015) e Santos (2017), consiste em modelar espacialmente a área da bacia do Ribeirão Bom Jardim. O produto resultante é o mapa de potencial de uso didático/geoturístico, dividido em cinco classes: muito alto potencial, alto potencial, médio potencial, baixo potencial e muito baixo potencial.

Conforme proposto por Sena (2015) e adaptado por Santos (2017), as variáveis de índice de geodiversidade, vulnerabilidade ambiental e capilaridade foram equacionadas para modelar o potencial de uso didático.

4.8 Criação de um roteiro geoturístico em linguagem acessível

Buscando promover a difusão dos aspectos da geodiversidade da Serra do Bené e da bacia do Ribeirão Bom Jardim para os visitantes, foi proposto um roteiro de visitação, considerando os geossítios quantificados. Para esse roteiro, serão utilizadas as técnicas de interpretação ambiental (TILDEN, 1957) e (HAM, 1992). Os temas abordados serão baseados nos sítios levantados, mas, a princípio, buscar-se-á valorizar: a formação da Serra do Bené e os ambientes de formação das rochas que compõem a área da bacia hidrográfica do Ribeirão Bom Jardim, o histórico de exploração sustentável e a importância cultural e ambiental.

5. MODELAGEM DOS ÍNDICES GEOTURÍSTICO E DIDÁTICO

5.1 Capilaridade

A definição de capilaridade é uma expressão da extensão da área em que é possível se locomover utilizando estradas, trilhas e afins. Os acessos foram vetorizados com suporte de análise por meio do Google Earth e dados de GPS. Os dados foram compilados em um único arquivo *shapefile*, que, posteriormente, foi transformado em um *shapefile* de pontos por intermédio da ferramenta QChainage, sendo o *shapefile* resultante utilizado para determinar a capilaridade a partir do uso da ferramenta Mapa de Calor (Estimativa de densidade Kernel) no *software* QGIS 3.22, que calcula a densidade de pontos (por meio da *Kernel Density Estimative*), conforme proposto por Sena (2015). O uso da densidade de Kernel se faz interessante, pois apresenta uma representação visual de fácil entendimento. A Figura 5-1 apresenta o mapa de capilaridade de acessos para a Serra do Bené.

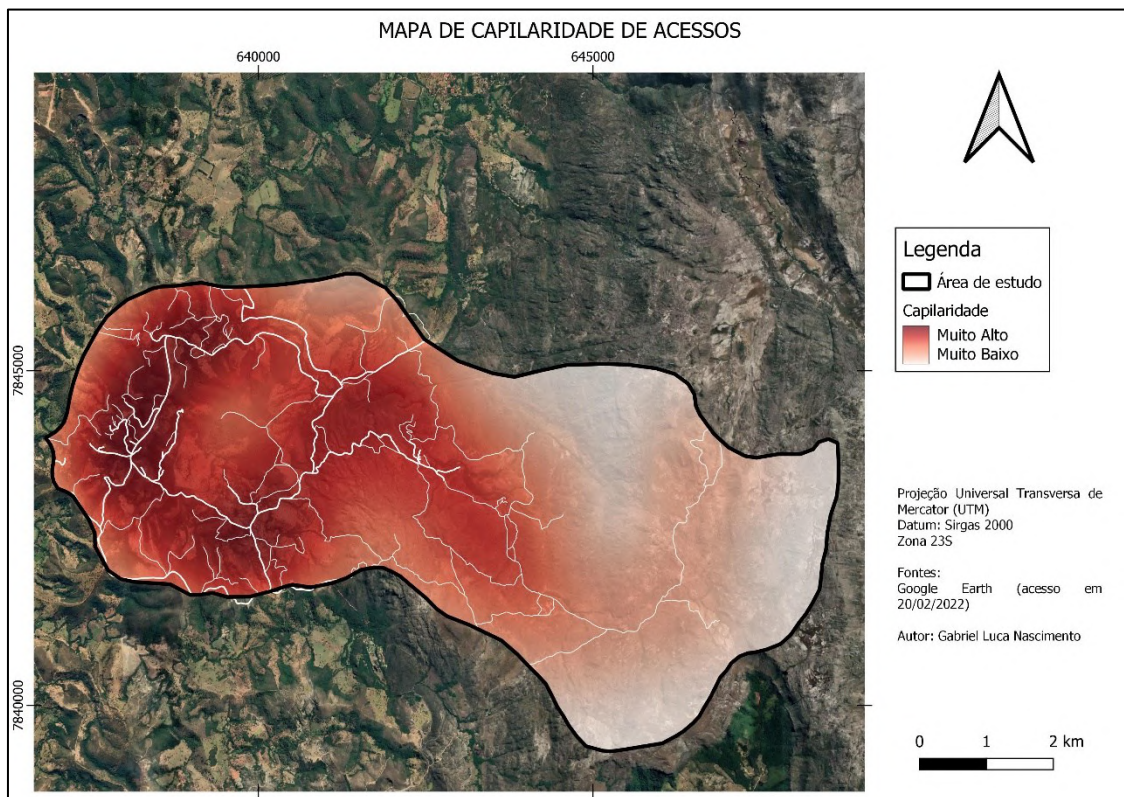


Figura 5-1: Mapa de capilaridade de acessos

Fonte: produzido pelo autor.

5.2 Índice de geodiversidade

O índice de geodiversidade foi modelado por intermédio da adaptação do método aplicado por Pereira et al. (2013) e Pereira (2013), baseado na equação proposta por Serrano & Ruiz-Flaño (2007). O índice de geodiversidade é referente ao número de diferentes elementos presentes em uma mesma área.

Os dados das variáveis foram disponibilizados em formato *shapefile* e o primeiro passo para o tratamento destes foi a separação em classes. Os solos foram classificados em 5 categorias, unidades de paisagem em 9 categorias, unidades hidrogeológicas em 4 categorias, litologias em 6 categorias e estruturas geológicas em 7 categorias. Após a separação em classes, os *shapefiles* foram transformados em *raster*, por meio da ferramenta “Converter vetor para *raster* (rasterizar)” no *software* QGIS 3.22.

Com os dados em formato *raster*, é possível utilizar álgebra matricial para calcular o índice de geodiversidade. Esse cálculo envolve as variáveis pedologia, unidades de paisagem, unidades hidrogeológicas, litologias e estruturas geológicas. Os dados são processados no QGIS 3.22, utilizando a ferramenta *Cell Statistics*, usando o método Variabilidade. O resultado é um arquivo com a variedade de elementos por pixel, indicando o índice de geodiversidade, conforme apresentado na Figura 5-2.

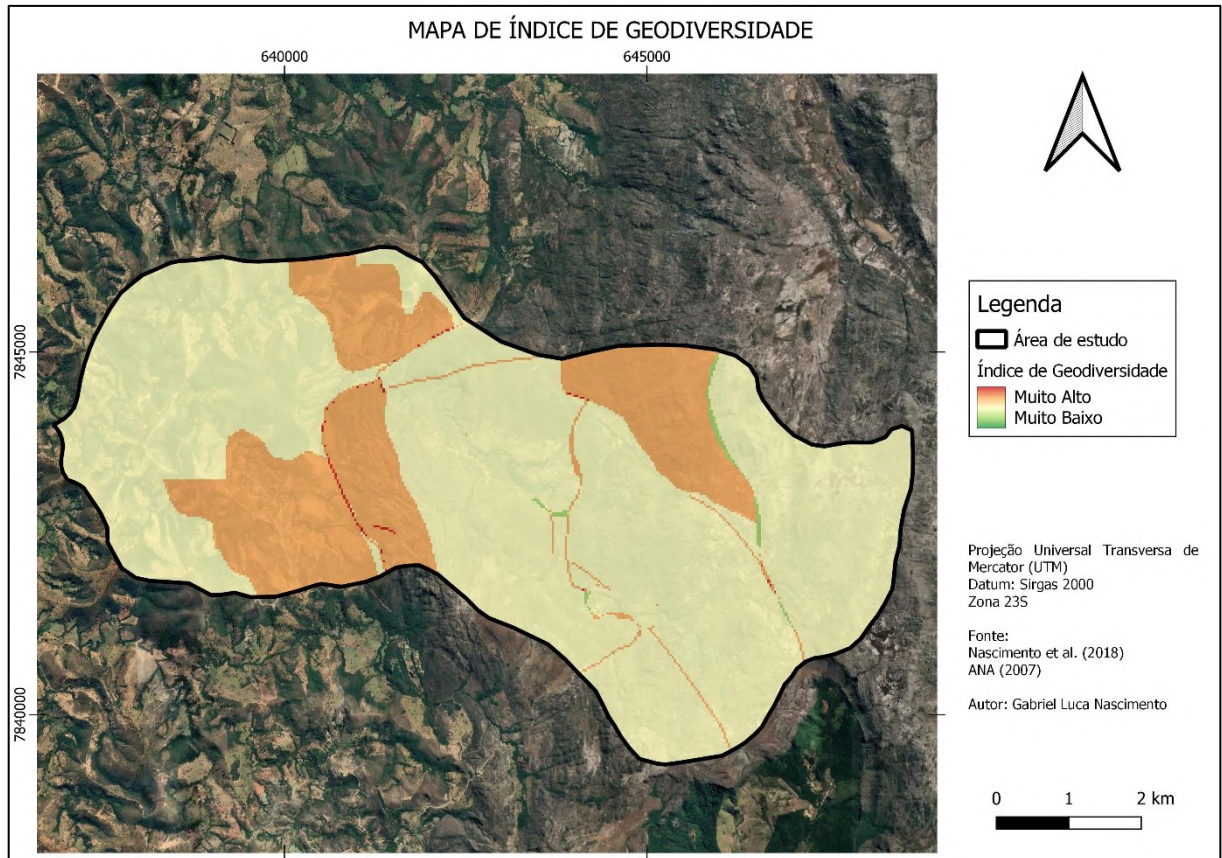


Figura 5-2: Mapa de Geodiversidade

Fonte: produzido pelo autor.

5.3 Índice de vulnerabilidade ambiental

Para a modelagem do índice de vulnerabilidade ambiental, foram considerados fatores bióticos (uso e ocupação dos solos) e abióticos (geologia, pedologia e geomorfologia, através do índice de concentração de rugosidade). Os mapas geológico (Figura 3-6), pedológico (Figura 3-7) e de uso e ocupação dos solos (Figura 3-9) foram apresentados nos itens 3.3, 3.4 e 3.6, respectivamente. A seguir será apresentado na Figura 5-3 o mapa de índice de concentração de rugosidade da área, gerado através da ferramenta “Índice de rugosidade” do QGIS 3.22 aplicada em um MDE gerado a partir de imagens de satélite ALOS PALSAR (2011).

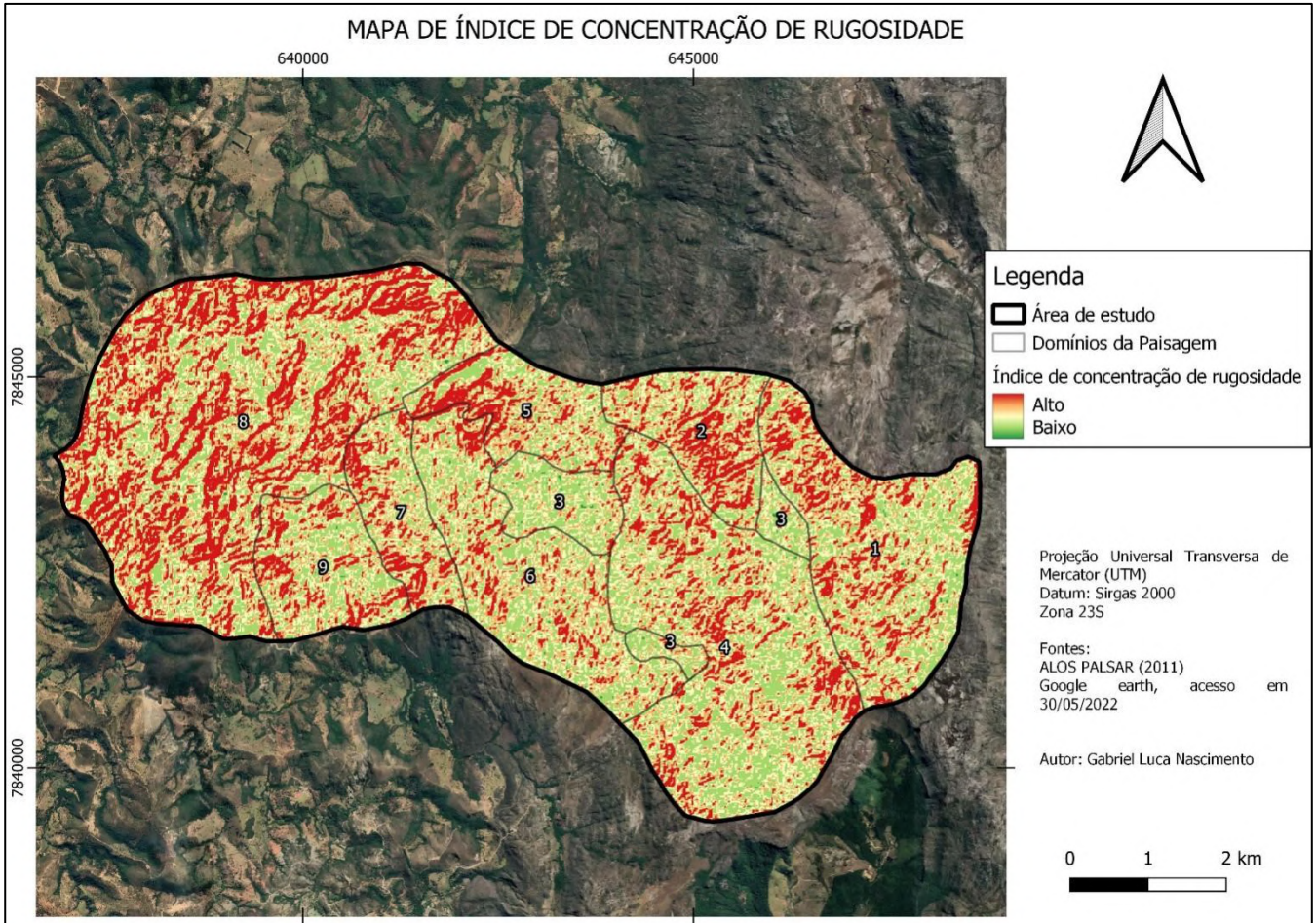


Figura 5-3: Mapa de Índice de concentração de rugosidade

Fonte: produzido pelo autor.

É possível observar que as áreas com maior concentração de índice de rugosidade estão relacionadas às áreas onde afloram as rochas do Grupo Bambuí, Complexo Belo Horizonte e nos diamictitos do Grupo Macaúbas, que são correspondentes aos compartimentos da paisagem de números 7, 8 e 9, localizados na porção mais oeste da área de estudos. Conforme apresentado no item 3.7, esses compartimentos são compostos por escarpas, vales e cristas com repetições laterais e encostas íngremes. Na porção mais a leste, são identificáveis também algumas áreas com maior concentração de rugosidade, sendo essas áreas referentes às escarpas identificadas nas litologias do Sg. Espinhaço.

Com a junção dos itens acima dispostos, foi calculado o índice de vulnerabilidade ambiental, conforme representado na Figura 5-4.

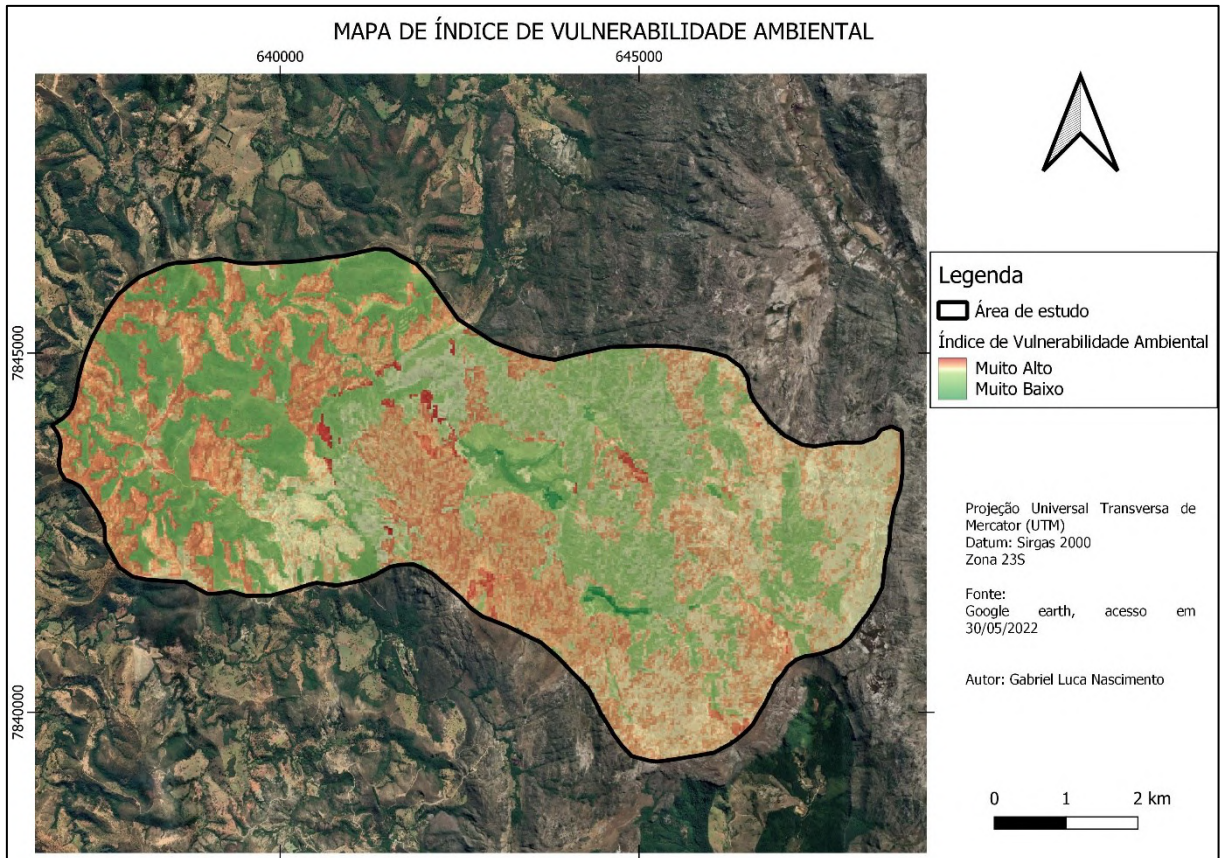


Figura 5-4: Mapa de Índice de vulnerabilidade ambiental

Fonte: produzido pelo autor.

5.4 Índice de potencial didático

Para a modelagem do índice de potencial didático, foram utilizados os mapas de índice de geodiversidade, capilaridade e índice de vulnerabilidade ambiental, segundo a fórmula a seguir:

$$\text{Índice de potencial didático} = (\text{índice de geodiversidade} * 0,4) + (\text{índice de vulnerabilidade ambiental} * 0,35) + (\text{capilaridade} * 0,25)$$

Para a utilização da fórmula supracitada, as variáveis foram reclassificadas em classes, de acordo com a Tabela 5-1:

Tabela 5-1: Valores das variáveis reclassificadas no cálculo do índice de potencial didático

Variável	Classes	Reclassificação
Geodiversidade	Muito Alto	5
	Alto	4
	Médio	3
	Baixo	2
	Muito Baixo	1
Vulnerabilidade Ambiental	Muito Alto	1
	Alto	2
	Médio	3
	Baixo	4
	Muito Baixo	5
Capilaridade	Muito Alto	5
	Alto	4
	Médio	3
	Baixo	2
	Muito Baixo	1

Fonte: produzido pelo autor, adaptado de Sena (2015).

Foi considerado que para o cálculo do potencial didático, quanto maior o índice de vulnerabilidade ambiental, menor o potencial relacionado àquela área. Isso se dá pelo fato que ambientes mais vulneráveis são menos propícios a receber docentes e discentes. O resultado dessa análise está apresentado na Figura 5-5.

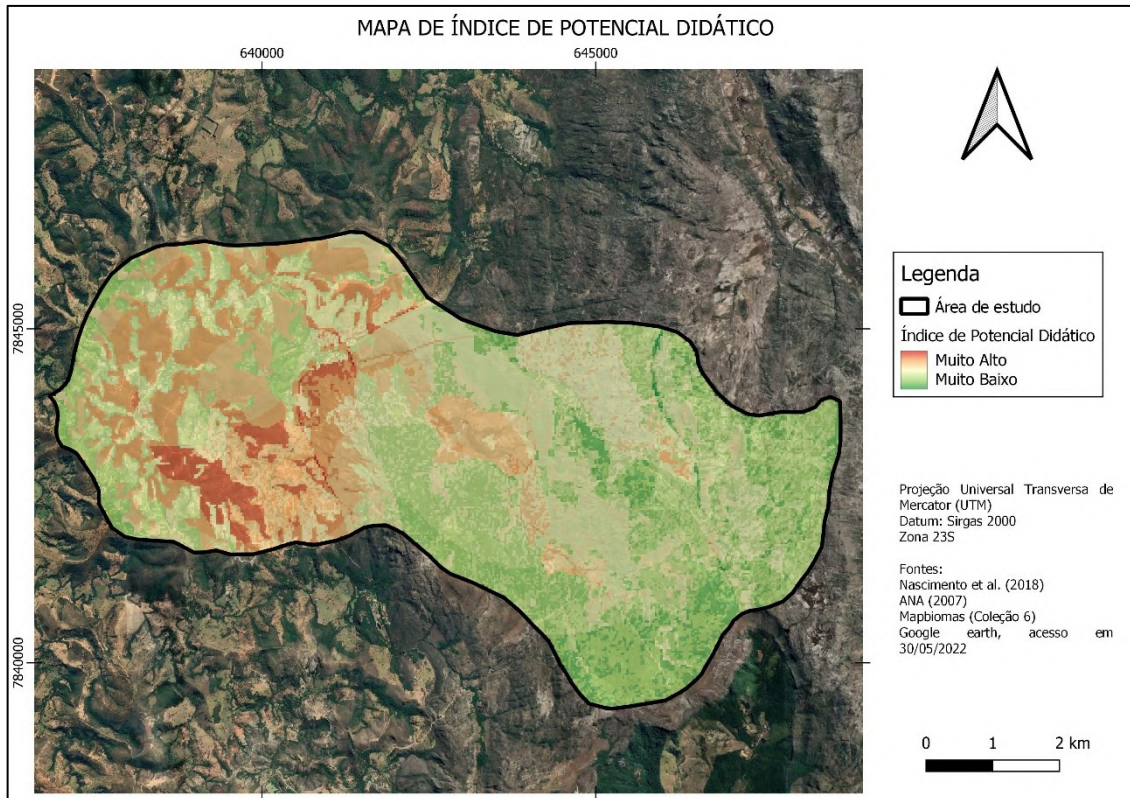


Figura 5-5: Mapa de Índice de potencial didático
Fonte: produzido pelo autor.

5.5 Índice de potencial geoturístico

De maneira semelhante ao cálculo do potencial didático, o índice de potencial geoturístico utiliza as mesmas variáveis e classes apresentadas na Tabela, porém, foram selecionados pesos diferentes para cada variável, uma vez que o autor avaliou que, no caso do potencial geoturístico, a capilaridade terá maior influência, enquanto o índice de geodiversidade terá menor importância. Dessa forma, a fórmula abaixo foi definida para o cálculo do potencial geoturístico.

$$\text{Índice de potencial geoturístico} = (\text{índice de geodiversidade} * 0,2) + (\text{índice de vulnerabilidade ambiental} * 0,35) + (\text{capilaridade} * 0,45)$$

O resultado apresentado é semelhante ao potencial didático, conforme apresentado na Figura 5-6.

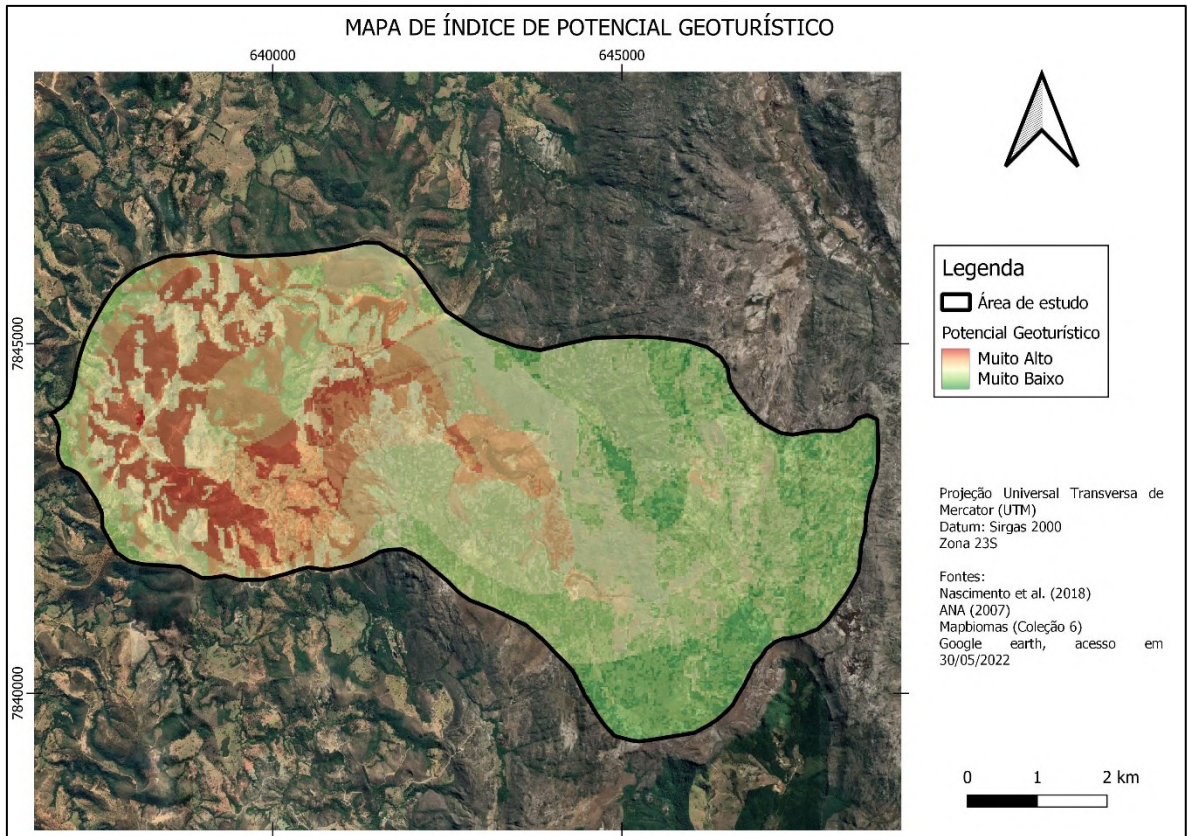


Figura 5-6: Mapa de Índice de potencial geoturístico
Fonte: produzido pelo autor.

6. AVALIAÇÃO DOS SÍTIOS DE GEODIVERSIDADE

Durante as avaliações qualitativas e quantitativas dos sítios, após análise individual das características destes, optou-se por agrupá-los de acordo com os ambientes de formação das unidades geológicas aos quais são referentes. Tal divisão se mostrou efetiva e interessante, pois é possível identificar peculiaridades geológicas, geomorfológicas, pedológicas, de domínios da paisagem, hídricas, de uso dos solos, reológicas e de alteração antrópica características para cada um dos sítios definidos.

Desta maneira, foi decidido que os ambientes serão apresentados inicialmente de maneira genérica e que os sítios serão apresentados e quantificados quanto a seu potencial didático e potencial geoturístico dentro dos ambientes que os representam. A Figura 6-1 apresenta a espacialização dos sítios da geodiversidade em relação ao mapa de potencial geoturístico e a Figura 6-2 apresenta a espacialização referente ao mapa de potencial didático.

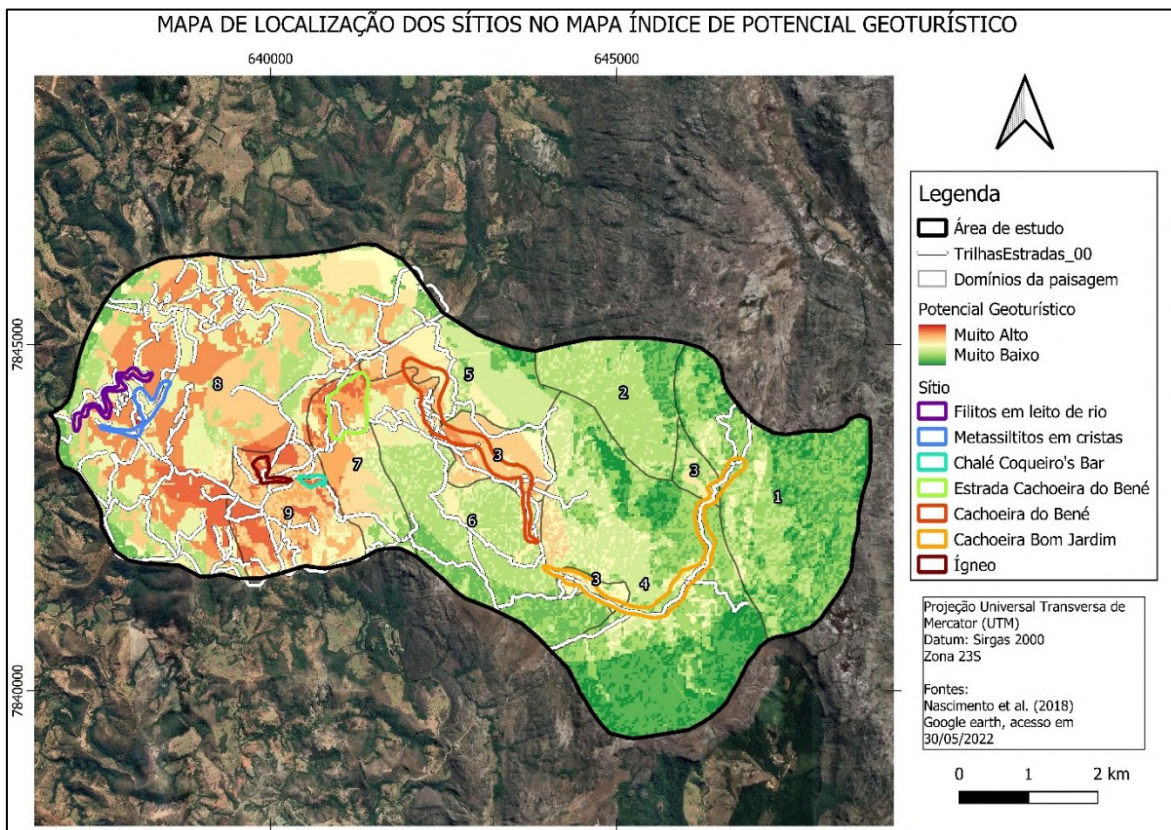


Figura 6-1: Localização dos sítios da geodiversidade em relação ao mapa de potencial geoturístico

Fonte: acervo do autor.

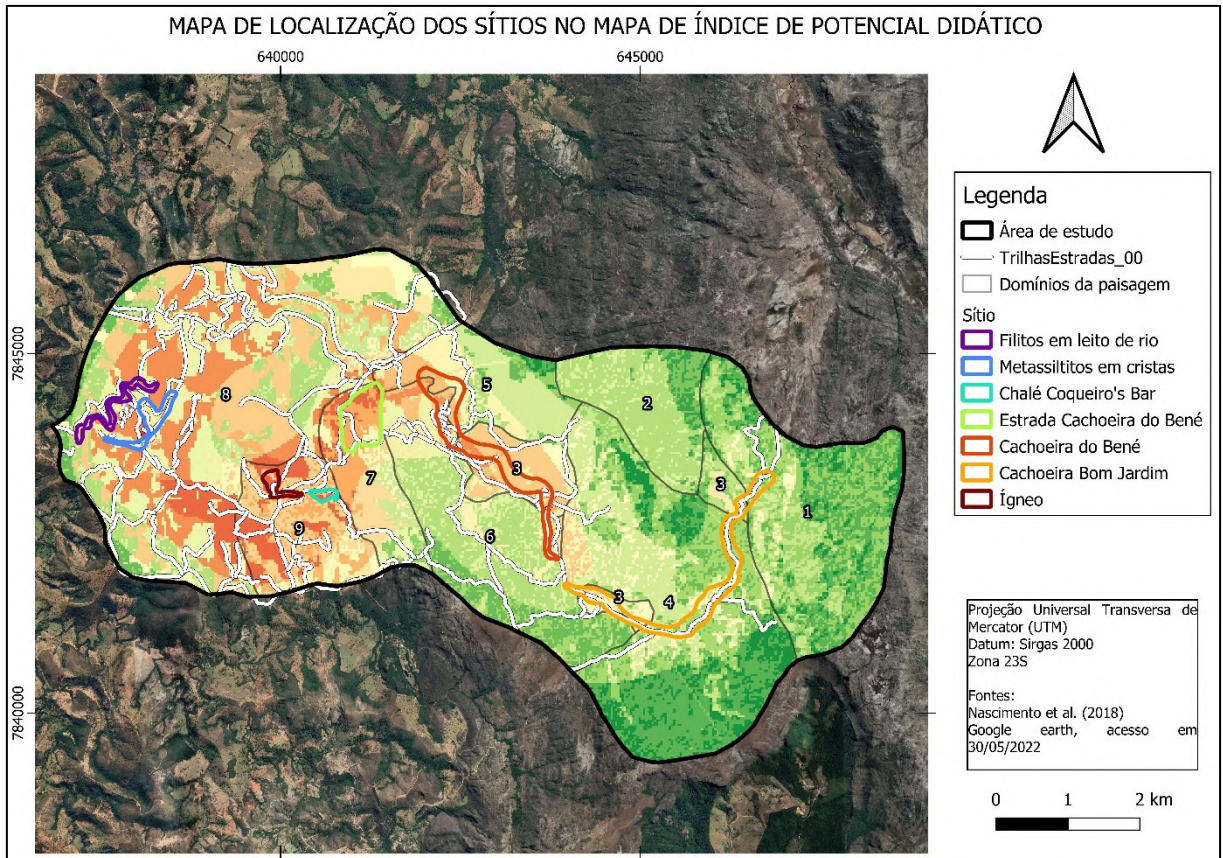


Figura 6-2: Localização dos sítios da geodiversidade em relação ao mapa de potencial didático

Fonte: acervo do autor.

Conforme observado, os sítios da geodiversidade se concentram nas áreas de muito alto e alto potencial, sendo apenas o Sítio Cachoeira Bom Jardim localizado predominantemente em área de médio e baixo potencial geoturístico e didático. A inclusão deste sítio, a despeito de sua localização, se dá pela necessidade de maior representatividade da área, com abrangência do maior número de domínios da paisagem quanto possível.

6.1 Ambiente Ígneo

O ambiente ígneo é o de menor expressão em termos de cobertura da área de estudo na região e a reologia das rochas presentes favorece o aparecimento sistemas de falhas e fraturas, porém, de maneira distinta ao ambiente desértico, esta área não está associada ao risco de queda de blocos e de trombas d'água.

Neste ambiente é possível verificar a relação das cores dos solos formados e a saturação destes e a vegetação varia em relação direta com a posição estratigráfica (crista ou vale).

No ambiente ígneo foi definido apenas um sítio de geodiversidade, que permite a observação de minerais primários, por vezes bem formados. O produto de alteração dessa rocha possui cores variadas de acordo com sua posição topográfica, sendo predominantemente avermelhado nos topos da serra (ambiente oxidante) e esbranquiçado próximo às drenagens (ambiente redutor). A Figura 6-3 apresenta a rocha característica desse sítio de geodiversidade.



Figura 6-3: rocha granitoide

Fonte: Nascimento et al., 2018.

O sítio encontra-se predominantemente em área de índice de rugosidade baixo a médio, capilaridade alta, vulnerabilidade baixa a média, índice de geodiversidade alto, potencial didático médio a alto e potencial geoturístico médio a alto, sendo situado totalmente no domínio da paisagem 9, onde é possível verificar a textura geomorfológica lisa a rugosa, com grande aporte vegetal.

Na Tabela 6-1 está apresentada a avaliação quantitativa do potencial de uso didático do sítio, correlacionando o critério/indicador ao seu peso e o valor do potencial

total, conforme levantado pelo autor durante visitas de campo e no processamento dos dados na etapa pré e pós-campo.

Tabela 6-1: critérios e pesos para analisar o potencial didático e geoturístico

Potencial de uso didático e geoturístico			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Vulnerabilidade	4	10	40
B) Acessibilidade	3	10	30
C) Limitações de uso	4	5	20
D) Segurança	1	10	10
E) Segurança – Parte 2	3	5	15
F) Segurança – Parte 3	4	5	20
G) Associação entre sítios de geodiversidade	3	5	15
H) Cenário e visibilidade	3	5	15
I) Singularidade	1	5	5
J) Condições de observação	4	10	40
K) Potencial didático	3	15	45
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	1	15	15
Total		100	270

Fonte: produzida pelo autor.

Na Tabela 6-2 está apresentada a avaliação do risco de degradação, correlacionando os critérios/indicadores com seus respectivos pesos.

Tabela 6-2: critérios e pesos para analisar o potencial de risco de deterioração

Risco de degradação			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Deterioração dos elementos geológicos	2	40	80
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	1	20	20
C) Proteção legal	4	20	80
D) Acessibilidade	4	20	80
Total		100	260

Fonte: produzida pelo autor.

6.2 Ambiente Desértico

O ambiente desértico apresenta as rochas metassedimentares mais antigas da região. Nesse ambiente, é possível verificar a homogeneidade das rochas do Supergrupo Espinhaço, que, mesmo com as diferenças entre suas unidades Inferior e Superior, apresentam composição litológica de metarenitos maduros mineral e texturalmente, apresentando predominantemente quartzo em sua composição.

Nesse ambiente, a reologia das rochas favoreceu o aparecimento de falhas e fraturas em detrimento das dobras e estruturas sigmoidais presentes no ambiente marinho. Devido à disposição estrutural e como reflexo da reologia, o ambiente desértico apresenta hidrografia composta por quedas e corredeiras, sendo o ambiente que compreende a maior quantidade de cachoeiras presentes na área de estudos.

Dessa forma, correlacionando a litologia predominante, com a reologia, o arranjo estrutural, a hidrografia e a disposição de famílias de falhas e fraturas, neste sítio de geodiversidade, o risco geológico está predominantemente associado às trombas d'água e queda de blocos.

O ambiente desértico apresenta, predominantemente, vegetação associada ao cerrado típico, com formações gramíneas, arbustivas e árvores de médio porte com caule retorcido. A drenagem principal é o Ribeirão Bom Jardim, que se encontra apresenta em vales encaixados e áreas de poços (comumente localizadas em zonas de falhas geológicas).

A Figura 6-4 mostra a aparência característica da Serra do Bené e o letreiro afixado pela população em reconhecimento do nome local da serra.



Figura 6-4: letreiro da Serra do Bené

Fonte: acervo do autor.

6.2.1 Sítio Cachoeira do Bené

Neste sítio está localizada a cachoeira que possui maior número de visitantes na região de estudo. Gerida por Werley e Eunice, a Cachoeira do Bené possui cuidado permanente e periódico em relação à utilização e manutenção dos acessos, limpeza e preservação da área.

Neste sítio da geodiversidade, as drenagens são regidas pela ambientação estrutural, marcadas por quedas e corredeiras intercaladas com poços propícios para atividades recreativas. Na Cachoeira do Bené (Figura 6-5, Figura 6-6Figura , Figura 6-7, Figura 6-8, Figura 6-9 e Figura 6-10) algumas empresas especializadas promovem a prática de atividades como rapel e escalada. Com visual cativante, este sítio possui grande apelo turístico.



Figura 6-5: queda superior da Cachoeira do Bené

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-6: queda inferior da Cachoeira do Bené

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-7: Cachoeira do Bené
Fonte: foto cedida por Bárbara Berg.



Figura 6-8: Queda próxima ao "S"
Fonte: foto cedida por Bárbara Berg.



Figura 6-9: Cachoeira do Bené

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-10: Cachoeira do Bené

Fonte: acervo do autor.

Conforme é possível observar na Figura 6-10, as rochas neste sítio se apresentam muito fraturadas, promovendo risco geológico associado à queda de blocos, uma vez que a água percola entre as fraturas, diminuindo a resistência do maciço rochoso. É necessário o monitoramento das fraturas e blocos soltos para evitar acidentes geológicos como o ocorrido em Capitólio – MG no início do ano de 2022.

A jusante da Cachoeira do Bené, na “curva do S”, é possível identificar uma queda com poço, onde foi identificada uma ocorrência de caverna em metarenito (Figura 6-11 e Figura 6-12).



Figura 6-11: Poço na “curva do S”

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-12: Caverna na “curva do S”

Fonte: foto cedida por Douglas Faleiro.

A montante da Cachoeira do Bené, está localizado o Eco Park Serra do Bené, área privativa com o intuito de preservação ambiental, em que o proprietário promove a exploração sustentável com alguns atrativos turísticos.

Mais acima no Ribeirão Bom Jardim são encontradas estruturas geológicas interessantes como brechas autoclásticas na base dos morros (Figura 6-13), marcas de onda (Figura 6-14), estratificações cruzadas acanaladas métricas a decimétricas (Figura 6-15), dobras nas quais o Ribeirão Bom Jardim corre pelo eixo axial (Figura 6-16 e Figura 6-17) e falhas geológicas (Figura 6-18).



Figura 6-13: brecha autoclástica

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-14: marcas de onda

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-15: estratificação cruzada métrica

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-16: ribeirão correndo no eixo de dobra
Fonte: acervo do autor.



Figura 6-17: ribeirão correndo no eixo de dobra
Fonte: acervo do autor.



Figura 6-18: poço em falha geológica

Fonte: acervo do autor.

O sítio encontra-se predominantemente em área de índice de rugosidade baixo a muito alto, capilaridade média a alta, vulnerabilidade muito baixa a baixa, com porções em índices de vulnerabilidade média a alta, índice de geodiversidade médio, potencial didático médio a alto e potencial geoturístico médio a alto, sendo situado nos domínios da paisagem 3, 5 e 6, limitado aos entornos do Ribeirão Bom Jardim. Por ter acesso fácil e poços onde é possível a prática de atividades recreativas, é o sítio mais visitado atualmente.

Na Tabela 6-3 está apresentada a avaliação quantitativa do potencial de uso didático do sítio, correlacionando o critério/indicador ao seu peso e o valor do potencial total, tendo como base para valorização dos critérios a análise em campo e a etapa de geoprocessamento.

Tabela 6-3: critérios e pesos para analisar o potencial didático e geoturístico

Potencial de uso didático e geoturístico			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Vulnerabilidade	4	10	40
B) Acessibilidade	4	10	40
C) Limitações de uso	2	5	10
D) Segurança	3	10	30
E) Segurança – Parte 2	3	5	15
F) Segurança – Parte 3	1	5	5
G) Associação entre sítios de geodiversidade	4	5	20
H) Cenário e visibilidade	3	5	15
I) Singularidade	2	5	10
J) Condições de observação	4	10	40
K) Potencial didático	2	15	30
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	4	15	60
Total		100	315

Fonte: produzida pelo autor.

Na Tabela 6-4 está apresentada a avaliação do risco de degradação, correlacionando os critérios/indicadores com seus respectivos pesos.

Tabela 6-4: critérios e pesos para analisar o potencial de risco de deterioração

Risco de degradação			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Deterioração dos elementos geológicos	1	40	40
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	1	20	20
C) Proteção legal	3	20	60
D) Acessibilidade	4	20	80
Total		100	200

Fonte: produzida pelo autor.

6.2.2 Sítio Cachoeira Bom Jardim

Com acesso um pouco mais complicado em relação ao Sítio Cachoeira do Bené, o Sítio Cachoeira Bom Jardim também apresenta grande apelo estético para as atividades de turismo, sendo propício para atividades recreativas. A cachoeira que empresta o nome ao sítio possui queda d'água magnífica, seguida de poço profundo (Figura 6-19 e Figura 6-20).



Figura 6-19: vista de baixo da Cachoeira Bom Jardim, com vegetação tampando a visão do poço

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-20: vista de cima da Cachoeira Bom Jardim

Fonte: Nascimento et al., 2018.

Este sítio da geodiversidade apresenta outras quedas de menor magnitude (Figura 6-2) e poços menos expressivos (Figura 6-22) que os comumente encontrados no sítio Cachoeira do Bené.



Figura 6-21: queda próxima à Cachoeira Bom Jardim

Fonte: Nascimento et al., 2018.



Figura 6-22: poço próximo à Cachoeira Bom Jardim

Fonte: Nascimento et al., 2018.

Neste sítio de geodiversidade, os metarenitos se apresentam da maneira mais madura textural e mineralogicamente quando em comparação com as demais litologias da área de estudos, apresentando variação mínima quanto à granulometria e variação imperceptível a olho nu em relação à mineralogia. São identificáveis marcas de onda assimétricas (Figura 6-23) e estratificações planares, cruzadas tabulares e cruzadas acanaladas (NASCIMENTO et al., 2018)



Figura 6-23: marcas de onda assimétricas

Fonte: Nascimento et al., 2018.

O sítio encontra-se predominantemente em área de índice de rugosidade baixo, capilaridade baixa, vulnerabilidade baixa a muito alta, índice de geodiversidade médio, potencial didático médio à baixo e potencial geoturístico médio à baixo, sendo situado totalmente nos domínios da paisagem 1, 3 e 4, com geomorfologia variada, apresentando zonas escarpadas e zonas com declividade baixa, nas altitudes mais elevadas da área, uma vez que as rochas que compõem o sítio sustentam a Serra do Bené.

Na Tabela 6-5 está apresentada a avaliação quantitativa do potencial de uso didático do sítio, correlacionando o critério/indicador ao seu peso e o valor do potencial total, baseados nas características levantadas em campo e no geoprocessamento dos dados.

Tabela 6-3: critérios e pesos para analisar o potencial didático e geoturístico

Potencial de uso didático e geoturístico			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Vulnerabilidade	3	10	30
B) Acessibilidade	1	10	10
C) Limitações de uso	2	5	10
D) Segurança	1	10	10
E) Segurança – Parte 2	3	5	15
F) Segurança – Parte 3	1	5	5
G) Associação entre sítios de geodiversidade	3	5	15
H) Cenário e visibilidade	4	5	20
I) Singularidade	2	5	10
J) Condições de observação	4	10	40
K) Potencial didático	2	15	30
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	4	15	60
Total		100	255

Fonte: produzida pelo autor.

Na Tabela 6-6 está apresentada a avaliação do risco de degradação, correlacionando os critérios/indicadores com seus respectivos pesos.

Tabela 6-6: critérios e pesos para analisar o potencial de risco de deterioração

Risco de degradação			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Deterioração dos elementos geológicos	1	40	40
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	1	20	20
C) Proteção legal	4	20	80
D) Acessibilidade	1	20	20
Total		100	160

Fonte: produzida pelo autor.

6.3 Ambiente Glacial

O ambiente glacial representa as rochas do Grupo Macaúbas, que são referentes às formações originadas em ambiente glacial, sendo composto principalmente por diamictitos, conglomerados e metarenitos imaturos textural e

mineralogicamente. Dos ambientes sedimentares, é o que representa maior energia envolvida no transporte, sendo possível identificar clastos dos mais diversos tamanhos, graus de esfericidade, graus de arredondamento e composição presentes nos diamictitos e conglomerados.

Apresenta a faixa de transição vegetal entre os ambientes marinho e desértico, sendo possível identificar vegetação característica do cerrado nas porções mais elevadas e vegetação de mata atlântica mais próximo às drenagens.

No aspecto de reologia apresenta também uma zona de transição entre os ambientes marinho e desértico, uma vez que possui características semelhantes a ambos.

6.3.1 Sítio Chalé Coqueiros Bar

O sítio Chalé Coqueiros Bar apresenta um local onde é possível alugar chalés ou acampar, com restaurante com comida mineira tradicional, feita no fogão a lenha (Figura 6-24). Os donos do local, Werley e Eunice, são responsáveis por grande parte da área de estudos, onde também residem, desde o local que dá o nome ao sítio até a Cachoeira do Bené. Após herdar a área de Benedicto Rodrigues Quintão, o “Seu Bené”, que empresta o nome à região, o casal mantém a ideia de exploração sustentável.



Figura 6-24:área do Chalé Coqueiros Bar

Fonte: acervo do autor.

Na área do Sítio Chalé Coqueiros Bar, é possível identificar afloramentos de diamictitos e metarenitos. O afloramento de diamictito polimítico mais próximo ao Chalé Coqueiros Bar apresenta grande potencial didático, por ser uma excelente representação da energia envolvida no transporte glacial, bem como na variabilidade composicional e textural desse tipo de rocha. Conforme observada na Figura 6-25 e na Figura 6-26, a variação granulométrica no afloramento vai de argila a matacão, passando por silte, areia, grânulo, seixo e bloco. Além disso, é possível verificar clastos subarredondados a angulosos, de esfericidade baixa a alta e clastos em forma de ponta de lança (característico de transporte glacial).



Figura 6-25: diamictito próximo ao Chalé Coqueiros Bar
Fonte: acervo do autor.



Figura 6-26: detalhe dos clastos do diamictito próximo ao Chalé Coqueiros Bar
Fonte: Nascimento *et al.*, 2018.

No geral, os diamictitos deste sítio afloram em áreas mais baixas, enquanto os metarenitos afloram nos topos e são responsáveis pela estruturação da serra. As variações entre as duas litologias podem ser verificadas na forma de lentes, em que as vezes o metarenito aparece dentro do diamictito. Essa configuração ajuda a elucidar a formação de rios de degelo entre as geleiras, de forma que os antigos leitos vão apresentar o acúmulo de material arenoso (que posteriormente dá origem ao metarenito), enquanto o diamictito se forma após o degelo total, sedimentando grãos das mais variadas granulometrias, conforme apresentado nos afloramentos.

O sítio encontra-se predominantemente em área de índice de rugosidade baixo, capilaridade alta, vulnerabilidade baixa a média, índice de geodiversidade alto, potencial didático muito alto a alto e potencial geoturístico muito alto a alto, sendo situado totalmente no domínio da paisagem 9, com baixa declividade, na base dos morros.

Na Tabela 6-7 está apresentada a avaliação quantitativa do potencial de uso didático do sítio, correlacionando ao peso de cada variável e o valor do potencial total, conforme levantado em atividades de campo e geoprocessamento.

Tabela 6-7: critérios e pesos para analisar o potencial didático e geoturístico

Potencial de uso didático e geoturístico			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Vulnerabilidade	3	10	30
B) Acessibilidade	4	10	40
C) Limitações de uso	4	5	20
D) Segurança	4	10	20
E) Segurança – Parte 2	3	5	15
F) Segurança – Parte 3	4	5	20
G) Associação entre sítios de geodiversidade	4	5	20
H) Cenário e visibilidade	2	5	10
I) Singularidade	3	5	15
J) Condições de observação	4	10	40
K) Potencial didático	2	15	30
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	4	15	60
Total		100	340

Fonte: produzida pelo autor.

Na Tabela 6-8 está apresentada a avaliação do risco de degradação, correlacionando os critérios/indicadores com seus respectivos pesos.

Tabela 6-8: critérios e pesos para analisar o potencial de risco de deterioração

Risco de degradação			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Deterioração dos elementos geológicos	3	40	120
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	1	20	20
C) Proteção legal	4	20	80
D) Acessibilidade	4	20	80
Total		100	300

Fonte: produzida pelo autor.

6.3.2 Sítio Estrada Cachoeira do Bené

Neste sítio, é facilmente identificável os pulsos de variação de energia que ocorreram na bacia sedimentar que originou o Grupo Macaúbas na região. Por meio da análise da variação do tamanho dos sedimentos que compõem os metarenitos e conglomerados deste sítio da geodiversidade, que se apresentam de maneira didática ao longo de todo o sítio, é possível explicar o funcionamento dessa variação de energia.

Conforme apresentado na Figura 6-27 e na Figura 6-28, localizadas na serra cortada pela Estrada Cachoeira do Bené, a alternância de camadas de conglomerado e metarenito é bem definida, expondo os pulsos de maior energia (deposição dos conglomerados) e de menor energia (deposição dos metarenitos com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas de dimensão decimétrica a métrica).



Figura 6-27: intercalação de metarenito (topo) e conglomerado (base)

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-28: estratificação cruzada acanalada decimétrica

Fonte: acervo do autor.

De maneira diferente ao observado no diamictito, os clastos presentes nos conglomerados são subarredondados a arredondados, com grau de esfericidade médio a alto, apresentando composição predominantemente de quartzo e metarenito. O metarenito apresenta-se imaturo textural e mineralogicamente, com matriz com alta contribuição pelítica. Esse arranjo pode significar que a deposição destas litologias se deu em ambiente pré ou pós-glacial.

No leito do Ribeirão Bom Jardim, ainda na faixa referente a este sítio da geodiversidade, é comum encontrar matacões rolados tanto de metarenito quanto de conglomerado (Figura 6-29) e em alguns pontos do canal ocorre deposição de sedimentos que possibilitam a utilização de bateia como ferramenta de identificação das litologias presentes na região. Os leitos apresentam mata ciliar semelhante à mata atlântica e nos topos de serra, a vegetação predominante é típica do cerrado.



Figura 6-29: matacões e blocos de metarenito e conglomerado em leito de rio

Fonte: acervo do autor.

Ainda no leito do rio, conforme apresentado na Figura 6-30 e na Figura 6-31, a intercalação das duas litologias se apresenta de maneira expressiva, com lentes métricas de conglomerado dentro do metarenito.



Figura 6-30: intercalação de metarenito (base) e conglomerado (topo)

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-31: foto em detalhe do conglomerado

Fonte: acervo do autor.

Além disto, a área apresenta alguns poços próprios para atividades recreativas, com lâmina d'água de espessuras variáveis. O risco geológico está associado às trombas d'água nos leitos dos rios e queda de blocos (de menor amplitude quando comparados aos do Sítio Cachoeira do Bené) próximos à alguns afloramentos.

O sítio encontra-se predominantemente em área de índice de rugosidade baixo, com alguns núcleos de rugosidade alto, capilaridade alta, vulnerabilidade muito baixa a muito alta, índice de geodiversidade alto, potencial didático muito alto a alto e potencial geoturístico muito alto a alto, sendo situado totalmente no domínio da paisagem 7, porções escarpadas. Os metarenitos do sítio sustentam o pedaço da serra na estrada.

Na Tabela 6-9, está apresentada a avaliação quantitativa do potencial de uso didático do sítio, correlacionando o critério/indicador ao seu peso e o valor do potencial total, avaliado nas atividades de campo e através do geoprocessamento.

Tabela 6-9: critérios e pesos para analisar o potencial didático e geoturístico

Potencial de uso didático e geoturístico			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Vulnerabilidade	3	10	30
B) Acessibilidade	4	10	40
C) Limitações de uso	4	5	20
D) Segurança	3	10	30
E) Segurança – Parte 2	3	5	15
F) Segurança – Parte 3	4	5	20
G) Associação entre sítios de geodiversidade	4	5	20
H) Cenário e visibilidade	4	5	20
I) Singularidade	2	5	10
J) Condições de observação	4	10	40
K) Potencial didático	1	15	15
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	4	15	60
Total		100	320

Fonte: produzida pelo autor.

Na Tabela 6-10, está apresentada a avaliação do risco de degradação, correlacionando os critérios/indicadores com seus respectivos pesos.

Tabela 6-10: critérios e pesos para analisar o potencial de risco de deterioração

Risco de degradação			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Deterioração dos elementos geológicos	3	40	120
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	1	20	20
C) Proteção legal	4	20	80
D) Acessibilidade	4	20	80
Total		100	300

Fonte: produzida pelo autor.

6.4 Ambiente Marinho

O ambiente marinho é o ambiente de geodiversidade mais recente da área e é litologicamente representando por filitos e metassiltitos. Essas rochas se formam em bacias sedimentares marinhas, caracterizadas por baixa energia o que permite a deposição de material fino (silte e argila). Após essa fase de deposição, as rochas sofrem metamorfismo e passam a ser encontradas na forma atual. Esse ambiente é caracterizado por rochas de reologia mais dúctil, sendo possível identificar mais feições relacionadas a dobramentos do que a falhas. Devido à reologia do material, após o empurrão promovido pelo ciclo Brasileiro, esse ambiente apresenta relevo ondulado, com repetição lateral de cristas e vales, com dobras, sigmoides que indicam a direção e o sentido do movimento e com a hidrografia representada de maneira meandrante e sinuosa, sem a presença de quedas d'água.

Nesse ambiente sedimentar as drenagens apresentam lâmina d'água de até 60cm na maior parte da área, não sendo propícia para atividades recreativas de banho, no entanto promovem uma apreciação visual e passeios ao longo dos leitos.

Usualmente, nos leitos das drenagens, as rochas apresentam-se menos alteradas do que nos topos das cristas. A vegetação predominante é a gramínea nas áreas antropizadas e vegetação de médio a grande porte nas porções de mata nativa, sendo semelhante à vegetação de mata atlântica nas drenagens e vegetação menos densa nas cristas.

Em relação à questão de risco geológico associado às atividades de geoturismo e didáticas, o maior risco é correlacionado à ocorrência de trombas d'água na região

e a possibilidade da ocorrência de movimentos de massa principalmente nos locais de interface rocha e solo.

No ambiente marinho foram individualizados dois sítios de geodiversidade: “Filitos em leitos de rio” e “Metassiltitos nas cristas”. A Figura 6-32 mostra uma visão geral dos geossítios que representam o ambiente marinho de sedimentação



Figura 6-32: Visão geral do ambiente marinho

Fonte: acervo do autor.

6.4.1 Sítio Filitos em leito de rio

Neste sítio da geodiversidade, as rochas dominantes são os filitos da Formação Serra de Santa Helena. Além disto, esse sítio se localiza nos leitos das drenagens, nas porções mais à jusante do Ribeirão Bom Jardim. É um sítio interessante para se verificar as rochas *in situ*, que se apresentam pouco intemperizadas e para avaliar os fragmentos de rochas que foram transportadas ao longo das drenagens a partir de áreas mais à montante que se depositam em alguns pontos do rio. Na Figura 6-33, é possível identificar a rocha *in situ* e observar o acúmulo de sedimentos no leito do rio.



Figura 6-33: Filito dobrado em leito de rio.

Fonte: acervo do autor.

Ao longo do leito do rio é possível observar bancos de seixos de rochas de naturezas diferentes (Figura 6-34). A Figura 6-35 mostra um seixo de composição carbonática, sendo também encontrados seixos de metarenito, quartzo de veio, filito, conglomerado e rocha ígnea. Como ambiente de deposição atual o leito do rio recebe material proveniente de diferentes partes da área e este material pode servir como exemplificação de quantidade de energia, tipos e distância de transporte dos sedimentos.



Figura 6-34: Banco de sedimentos no leito de drenagem

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-35: Seixo de rocha carbonática

Fonte: acervo do autor.

As Figuras 6-36, 6-37, 6-38 e 6-39 apresentam visões gerais dos leitos de drenagem apresentados neste sítio de geodiversidade. É observável que as drenagens se apresentam de forma meandrante, com pouca energia associada, as vezes em vales mais encaixados, mas comumente possui as margens com topografia mais suave nas bordas. As margens apresentam mata ciliar nativa, sendo que em alguns pontos a vegetação nativa foi substituída por pastagens e espécies invasoras.



Figura 6-36: leito de drenagem

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-37: leito de drenagem próximo à Pousada Dois Rios
Fonte: NASCIMENTO *et al.* 2018.



Figura 6-38: leito de drenagem
Fonte: acervo do autor



Figura 6-39: leito de drenagem

Fonte: acervo do autor.

O sítio encontra-se predominantemente em área de índice de rugosidade alto a muito alto, capilaridade alta, vulnerabilidade muito alta com porções de vulnerabilidade baixa a muito baixa, índice de geodiversidade médio, potencial didático médio a alto e potencial geoturístico médio a alto, sendo situado totalmente no domínio da paisagem 8, com baixa a alta declividade, na porção mais a jusante do leito do Ribeirão Bom Jardim.

Na Tabela 6-11, está apresentada a avaliação quantitativa do potencial de uso didático do sítio, correlacionando o critério/indicador ao seu peso e o valor do potencial total, calculado através do geoprocessamento e da avaliação de campo.

Tabela 6-11: critérios e pesos para analisar o potencial didático e geoturístico

Potencial de uso didático e geoturístico			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Vulnerabilidade	3	10	30
B) Acessibilidade	2	10	20
C) Limitações de uso	4	5	20
D) Segurança	1	10	10
E) Segurança – Parte 2	3	5	15
F) Segurança – Parte 3	3	5	15
G) Associação entre sítios de geodiversidade	3	5	15
H) Cenário e visibilidade	1	5	5
I) Singularidade	1	5	5
J) Condições de observação	4	10	40
K) Potencial didático	2	15	30
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	4	15	60
Total		100	265

Fonte: produzida pelo autor.

Na Tabela 6-12, está apresentada a avaliação do risco de degradação, correlacionando os critérios/indicadores com seus respectivos pesos.

Tabela 6-12: critérios e pesos para analisar o potencial de risco de deterioração

Risco de degradação			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Deterioração dos elementos geológicos	1	40	40
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	1	20	20
C) Proteção legal	4	20	80
D) Acessibilidade	2	20	40
Total		100	180

Fonte: produzida pelo autor.

6.4.2 Sítio Metassiltitos em cristas

O Sítio Metassiltitos em cristas, apresenta rochas da mesma formação que o Sítio Filitos em leito de rio, porém com diferenças evidentes quanto ao grau de intemperismo. Nas cristas, as rochas apresentam-se visivelmente mais intemperizadas, podendo ser classificadas como saprólitos em alguns trechos. Apesar de apresentarem as mesmas estruturas sedimentares e metamórficas dos filitos

encontrados nos leitos de drenagem, podem ser facilmente diferenciadas pela coloração ocre (Figura 6-40, Figura 6-41, Figura 6-42).



Figura 6-40: metassiltito com veio de quartzo no meio da foliação

Fonte: acervo do autor.

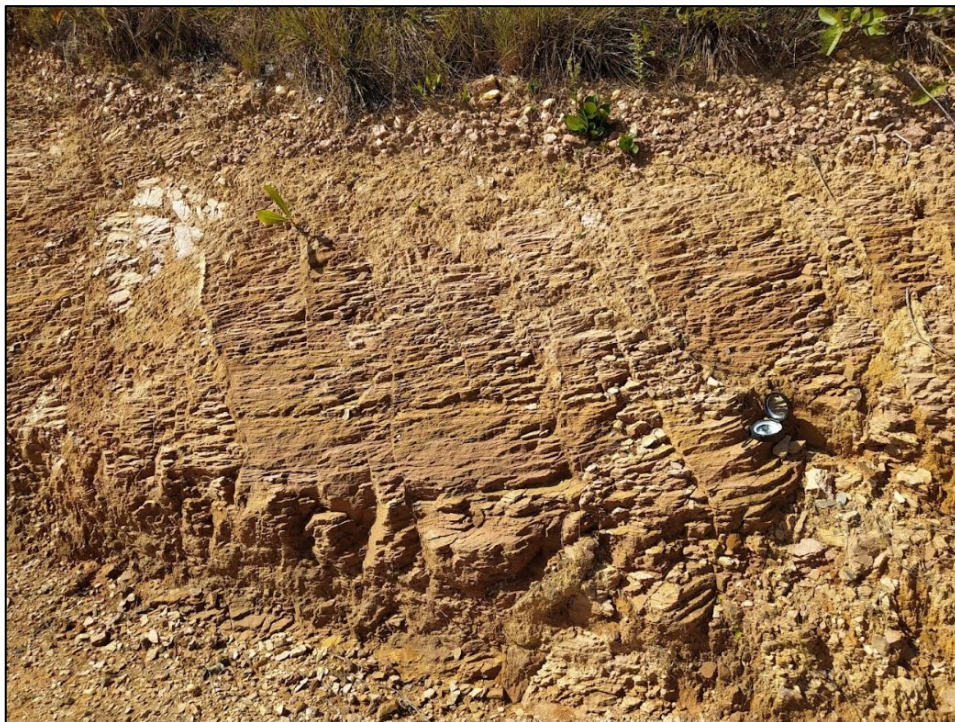


Figura 6-41: metassiltito apresentando planos regulares de fratura

Fonte: acervo do autor.



Figura 6-42: metassiltito com estratificação planar-paralela

Fonte: acervo do autor.

A abordagem didática desse sítio está associada ao papel desempenhado pela topografia nos processos intempéricos e erosivos. É interessante também apresentar a relação entre a posição topográfica e a densidade e tipo de vegetação encontrada.

O sítio encontra-se predominantemente em área de índice de rugosidade alto, capilaridade alta, vulnerabilidade muito alta a alta, índice de geodiversidade médio, potencial didático baixo a alto e potencial geoturístico muito baixo a alto, sendo situado totalmente no domínio da paisagem 8, com baixa declividade, no topo dos morros.

Na Tabela 6-13, está apresentada a avaliação quantitativa do potencial de uso didático do sítio, correlacionando o critério/indicador ao seu peso e o valor do potencial total, através de geoprocessamento e análise de campo.

Tabela 6-13: critérios e pesos para analisar o potencial didático e geoturístico

Potencial de uso didático e geoturístico			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Vulnerabilidade	3	10	30
B) Acessibilidade	3	10	30
C) Limitações de uso	4	5	20
D) Segurança	1	10	10
E) Segurança – Parte 2	3	5	15
F) Segurança – Parte 3	4	5	20
G) Associação entre sítios de geodiversidade	3	5	15
H) Cenário e visibilidade	3	5	15
I) Singularidade	1	5	5
J) Condições de observação	4	10	40
K) Potencial didático	4	15	60
L) Diversidade de elementos da geodiversidade	2	15	30
Total		100	290

Fonte: produzida pelo autor.

Na Tabela 6-14, Tabela está apresentada a avaliação do risco de degradação, correlacionando os critérios/indicadores com seus respectivos pesos.

Tabela 6-14: critérios e pesos para analisar o potencial de risco de deterioração

Risco de degradação			
Critério/Indicador	Valor	Peso	Total
A) Deterioração dos elementos geológicos	1	40	40
B) Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	1	20	20
C) Proteção legal	4	20	80
D) Acessibilidade	3	20	60
Total		100	200

Fonte: produzida pelo autor.

7. ROTEIRO GEOTURÍSTICO E DIDÁTICO

O roteiro geoturístico proposto para a área tem como principal objetivo incentivar a busca pelas diferenças entre as rochas provenientes de cada ambiente, a fim de criar teoremas sobre os processos de formação da área. Ao final do roteiro, o guia responsável pelo trajeto deverá reunir os teoremas criados pelos visitantes, questionar sobre os motivos que os levaram a pensar de tal forma. Após isso, explicar de maneira sucinta sobre a formação dos tipos de rocha em cada ambiente e a relação estratigráfica entre eles.

Como público-alvo foram definidos quatro grupos distintos: estudantes dos ensinos fundamental, médio e superior e turistas. Para melhor aproveitamento da logística, a sequência de visitação dos sítios foi definida de acordo com a localização geográfica, de modo que sejam apresentados de maneira sequencial.

Para o roteiro geoturístico proposto para os turistas, apesar de interessante, a presença de um guia não é obrigatória e a explicação pode ser acessada por meio de material impresso/disponibilizado digitalmente (**APÊNDICE A**). O conteúdo geoturístico-didático a ser proposto através de um guia em cada ponto de interesse está exemplificado nos subitens a seguir.

7.1 Sítio filitos em leito de rio e metassiltitos em cristas

7.1.1 Ensino Fundamental

Nesse sítio, os estudantes deverão ser estimulados a verificar os seixos encontrados no leito do rio, desenhar os seixos levando em consideração o tamanho, formato e cor. Fazer análise tátil-visual dos seixos, descrevendo se é liso ou áspero, leve ou pesado. Além disto, devem também ser solicitados a desenhar o entorno, dando foco à vegetação, cor do solo, espessura e profundidade do rio, o som que o rio faz. Ao final desta etapa, deve-se solicitar que os estudantes desenhem a rocha que é encontrada no leito do rio (filito).

Após a etapa no leito do rio, o grupo deve prosseguir para o sítio metassiltitos em cristas, onde os estudantes deverão desenhar a rocha (metassiltito/filito alterado), bem como fazer a análise tátil-visual, descrever a cor do solo e colorir com as cores identificadas.

7.1.2 Ensino Médio

Para os estudantes do ensino médio, podem ser abordados temas mais técnicos, como tipo de vegetação, tipo de rio e tipo de rocha. Da mesma forma que para os estudantes do ensino fundamental, os estudantes do ensino médio devem ser estimulados a perceberem as diferenças entre os seixos presentes no leito do rio e a fazer uma descrição simplificada das características dos seixos e da rocha aflorante no leito do rio, sem a necessidade da utilização dos termos geológicos técnicos de descrição.

Após a análise no leito do rio, prosseguir para os afloramentos de metassilito e questionar os estudantes sobre as mudanças na vegetação e a relação desta com a topografia e a hidrografia e solicitar que façam a análise tátil-visual da rocha e tracem um paralelo com a rocha que aflora no leito do rio.

7.1.3 Ensino Superior

Os estudantes do ensino superior devem ser capazes de identificar o tipo de rocha (sedimentar, ígnea ou metamórfica) e, caso sejam do curso de geologia, devem ser capazes de fazer a descrição indicando a nomenclatura das rochas aflorantes, os processos de transporte e sedimentação envolvidos na confecção do ambiente, bem como relacionar o formato dos seixos com a distância do local fonte.

É indicado que os alunos de ensino superior sejam estimulados a identificar o maior número possível de litologias passíveis de serem encontradas na área e propor uma coluna estratigráfica simplificada a partir da análise dos seixos encontrados. É importante também que os estudantes sejam capazes de fazer a descrição granulométrica dos materiais encontrados na área bem como apresentar uma correlação entre as granulometrias predominantemente encontradas e o tipo de transporte.

No metassilito, os estudantes devem ser estimulados a descrever a rocha encontrada, nomeá-la e fazer a correlação com a rocha encontrada no leito do rio e levantar hipóteses sobre a diferença entre as rochas encontradas e os processos que levaram à diferenciação.

Em ambas as litologias, os graduandos em geologia deverão descrever o processo de formação da rocha, com ênfase nos processos de sedimentação,

ambiente deposicional, metamorfismo e alteração, fazendo anotações pertinentes às estruturas sedimentares, metamórficas e estruturais encontradas.

7.1.4 Turistas

Para os turistas não pertencentes aos demais grupos-alvo, a abordagem deve levar em consideração o apelo visual do sítio e o guia deverá informar sobre o processo e ambiente de deposição dos filitos, explicando como a região era ambiente marinho no passado e que o processo de exposição dessas rochas na atualidade está ligado aos processos de tectônica de placas. Indicar também a correlação entre a densidade e composição vegetal próxima aos leitos e a diferenciação com os topos de serra.

É interessante que sejam ressaltadas as diferenças entre a rocha encontrada no leito do rio e nos altos topográficos, explicando como o intemperismo atua de formas diferentes.

7.2 **Sítio ígneo**

7.2.1 Ensino Fundamental

No sítio ígneo, os estudantes do ensino fundamental deverão ser incitados a desenhar a rocha ígnea e tentar representar os minerais de maneira livre. É necessário questionar aos estudantes se eles enxergaram diferenças com relação à rocha do primeiro sítio e, em caso afirmativo, solicitar que eles desenhem as diferenças encontradas.

7.2.2 Ensino Médio

No sítio ígneo, os estudantes do ensino médio devem identificar o tipo de rocha aflorante (ígnea, sedimentar ou metamórfica) e fazer descrição objetiva da rocha observada, descrevendo a aparência da rocha e exaltando as diferenças com a rocha anterior.

É necessário também que os estudantes sejam capazes de verificar as diferenças na topografia, solos e vegetação em comparação com o observado no sítio anterior.

7.2.3 Ensino Superior

Os estudantes de nível superior deverão ser capazes de identificar os minerais formadores da rocha e a partir disto nomear a mesma. É interessante que o professor/guia estimule o questionamento sobre os possíveis motivos da variação de coloração do solo neste sítio.

Além disto, os estudantes deverão tentar estimar o *trend* da intrusão e discorrer sobre a idade da rocha intrusiva.

7.2.4 Turistas

Para os turistas, é ideal que seja explicada a diferente formação da rocha, como se dão os processos ígneos, a diferença entre as rochas intrusivas e extrusivas, a composição mineral, a aplicabilidade desse tipo de rocha no cotidiano, ressaltando as variações no solo e na vegetação predominante, além de mostrar no afloramento os minerais formadores de rocha.

7.3 **Sítio Chalé Coqueiros Bar**

No Sítio Chalé Coqueiros Bar os estudantes e turistas devem ser apresentados à história do “Seu Bené” e ao processo de exploração sustentável por ele desenvolvido, que foi um dos fundamentos para a escolha desta área para a execução do trabalho.

Após o término das atividades neste sítio, é indicado que os participantes possam se alimentar e/ou utilizar a infraestrutura da pousada antes de dar prosseguimento às atividades.

7.3.1 Ensino Fundamental

Neste sítio, os estudantes do ensino fundamental deverão observar o afloramento de diamictito durante alguns minutos e, após o tempo de aproximadamente 2 minutos, deverão ser divididos em pequenos grupos (até quatro estudantes) com auxílio dos professores e devem desenhar o afloramento e os clastos que o compõem. Depois que os desenhos estejam finalizados, devem comparar os desenhos dentro de cada um dos grupos e questionar com os demais o porquê das diferentes representações.

Após este momento, os estudantes devem ser estimulados a criar hipóteses sobre como os clastos de diferentes tamanhos e formatos foram encontrados na mesma rocha. É essencial que o professor ressalte com os estudantes que todas as hipóteses são válidas, pois o importante é o estímulo da imaginação e do início do pensamento científico.

7.3.2 Ensino Médio

De maneira diferente do proposto no ensino fundamental, os estudantes do ensino médio possuirão até 5 minutos para observar o afloramento de diamictito e o entorno, descrever o que conseguem identificar tátil-visualmente e anotar até três hipóteses do motivo pelo qual os diferentes clastos foram parar naquele local e deram origem àquela rocha.

Após o término das anotações, o professor deve recolher as hipóteses, eliminar as repetidas e ler em voz alta as hipóteses levantadas pelos estudantes, questionando em cada uma delas, quem está de acordo ou em desacordo com a hipótese levantada. É necessário permitir que os estudantes possam argumentar e expressar sua opinião sobre cada hipótese, mas sem revelar a autoria das hipóteses. Ao final, a hipótese mais bem aceita será a vencedora e, em caso de empate, haverá mais de uma hipótese vencedora.

7.3.3 Ensino Superior

Os estudantes de nível superior deverão descrever a rocha, identificando-a e identificando os clastos que compõem a rocha, bem como verificar a existência de estruturas ou feições que indiquem a procedência do material e a sua posição em relação as demais litologias já identificadas.

Após o término das descrições, os estudantes deverão ser capazes de identificar o ambiente de formação da rocha.

7.3.4 Turistas

Para os turistas, o processo de aprendizado se dará de maneira parecida com a abordagem para o ensino médio, porém sem a necessidade de anotar as hipóteses. Cada participante poderá falar o motivo pelo qual acredita que a disposição dos clastos está da maneira encontrada e cada uma das hipóteses deverá ser comentada e debatida com os demais.

7.4 Sítio Estrada Cachoeira do Bené

Por motivos de segurança, os estudantes dos ensinos médio e fundamental devem ter acesso apenas aos acessos na beira da estrada, sem acessar o leito do rio, onde o deslocamento e a possibilidade de tromba d'água são fatores que aumentam os riscos.

7.4.1 Ensino Fundamental

Os estudantes do ensino fundamental deverão ser motivados a desenhar os afloramentos de metarenito e conglomerado encontrados na área, dando ênfase às intercalações que acontecem entre as duas litologias.

Após o término das ilustrações das rochas, o professor responsável deverá incentivar a observação do ambiente ao redor (facilitado pela posição topográfica) e pedir que os estudantes fechem os olhos e imaginem o local por alguns segundos. Antes de abrir os olhos, cada estudante deve falar uma palavra que venha a sua cabeça e que seja relacionada à paisagem, preferencialmente.

7.4.2 Ensino Médio

Os estudantes deverão verificar as diferenças de litologias e, dando continuidade ao sítio anterior, criar hipóteses sobre as possíveis causas de materiais tão diferentes, sendo estimulados a pensarem em relação à energia envolvida no transporte dos sedimentos de cada litologia. As hipóteses devem ser anotadas e guardadas, junto à descrição tátil-visual do que conseguirem observar.

7.4.3 Ensino Superior

Os estudantes de nível superior deverão descrever as diferentes litologias, anotar as medidas estruturais identificadas, fazer correlação com o diamictito encontrado no ponto anterior e o ambiente de formação.

Após a descrição da rocha, os estudantes devem ser questionados sobre o motivo sítio ser localizado em um alto topográfico e as diferentes resistências à erosão quando comparados às rochas do entorno.

7.4.4 Turistas

Para os turistas participantes da dinâmica, deverá ser explicada a correlação entre o diamictito e os arenitos e conglomerados, exemplificando como é possível que, em ambiente glacial, os três tipos de rocha sejam encontrados intercalados e a relação entre a energia envolvida no transporte e o tamanho dos clastos.

7.5 **Sítio Cachoeira do Bené**

7.5.1 Ensino Fundamental

Para o ensino fundamental, este sítio é apenas indicado caso haja professores/monitores suficientes para que nenhuma criança fique sem supervisão e os pais e/ou responsáveis tenham autorizado por escrito o acesso e estada no sítio por se tratar de área de cachoeira com risco de afogamento.

No caso de estudantes autorizados, sugere-se que os estudantes sejam estimulados inicialmente a ouvir o barulho feito pelo rio e criem questionamentos sobre os motivos de, neste sítio, o rio ser mais barulhento que no sítio dos filitos.

Após o término da atividade, é necessário pedir um *feedback* dos estudantes, perguntando qual parte do trajeto elas acharam mais interessante e os motivos de terem escolhido um determinado pedaço do trajeto.

7.5.2 Ensino médio

Para os estudantes do ensino médio, é possível o acesso controlado à cachoeira desde que com autorização por escrito de pais e/ou responsáveis e com a presença de professores, porém, antes de permitir o acesso à cachoeira, os estudantes devem descrever e anotar as feições de vegetação, topografia, tipo de rio e fazer a análise-tátil visual da rocha que sustenta a cachoeira.

Após a análise do ambiente, o professor deverá ser responsável por fazer um resumo-síntese do observado ao longo do trajeto e explicar o contexto de formação da área.

7.5.3 Ensino superior

Os estudantes do nível superior deverão identificar a rocha que dá sustentação à cachoeira e descrever a granulometria e mineralogia que a compõem. Deverão ser levantadas as estruturas sedimentares e tectônicas aflorantes na área e os estudantes

devem ser questionados sobre os possíveis riscos geológicos da área e, se possível, propor medidas de mitigação ou eliminação de risco, ou formar de alertar os riscos pra população que frequenta o local.

Para finalizar a atividade, os estudantes deverão, em duplas, criar uma história geológica de formação e evolução do ambiente, sustentando os argumentos com as medidas e observações coletadas ao longo do trajeto.

7.5.4 Turistas

Aos turistas participantes do roteiro geoturístico e didático, deve ser apresentado um resumo da estruturação geológica da área, fazendo a ligação entre os pontos visitados anteriormente e o ponto atual, explicando como a tectônica de placas permite o arranjo da área com estratificação invertida, explicando sobre os diferentes tipos de formação encontrados ao longo do trajeto e como é possível reconhecer cada ambiente. Contextualizar a Serra do Bené em relação à Serra do Cipó e a Serra do Espinhaço.

Para finalizar, explicar o conceito de tempo geológico, como o tempo geológico torna possível que mudanças grandes aconteçam sem que seja possível identificarmos mudanças no tempo de vida humano e como isso é um fator dificultador pra identificação e entendimento de processos geológicos.

7.6 Sítio Cachoeira Bom Jardim

Para este sítio é recomendado que o acesso através da Cachoeira do Bené seja indicado apenas aos turistas com experiência em trilhas e *trekking*, por se tratar de acesso de maior dificuldade. Caso os demais turistas desejem acessar a cachoeira, indicar o acesso encontrado próximo à Pousada Cachoeira da Serra, por se tratar de acesso de menor grau de dificuldade.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi responsável por evidenciar a geodiversidade na Bacia do Ribeirão Bom Jardim e indicar o seu potencial de uso geoturístico e didático, sendo feita a avaliação qualitativa e quantitativa de sete sítios selecionados.

A aplicação dos métodos se mostrou eficiente para a avaliação, tendo os mapas de índices de potencial geoturístico e didático servido como guia para escolha dos sítios, em conjunto com os sítios da geodiversidade levantados por Nascimento *et al.* (2018) e as indicações de moradores locais sobre os pontos que apresentam maior apelo estético/recreativo. Porém, as métricas de avaliação podem ser ajustadas para um resultado mais aderente à realidade, principalmente no quesito relacionado ao índice de geodiversidade, uma vez que estruturas lineares aumentaram o índice de geodiversidade nos locais em que ocorrem, mas a realidade é um diferente.

Os sítios avaliados, principalmente quando apresentados em conjunto, têm grande potencial didático, por se tratarem de sítios em que são muito diferentes entre si e, dessa forma, apresentam feições que se formaram em diversos ambientes e sob diversas condições. No geral, as feições principais são facilmente observáveis em cada um dos sítios e a relação entre eles pode ser explicada pelo guia.

A criação de um roteiro geoturístico e didático é provavelmente a ferramenta mais eficiente que pode ser aplicada atualmente na área para o ensino de geociências e promoção da geoconservação. Com o devido investimento, é possível desenvolver outras ferramentas que auxiliem na gestão e utilização do espaço para promover o ensino, porém, tal desenvolvimento demanda mais tempo do que o disponível para a confecção de uma dissertação de mestrado.

Com o advento da pandemia de COVID-19, algumas atividades foram limitadas, devido à necessidade de distanciamento social, como as atividades de campo, principalmente as atividades em grupos. Dessa forma, a possibilidade de testar os resultados e avaliar *in loco* o potencial geoturístico e didático com estudantes e visitantes foi impossibilitada.

Como uma resposta à realidade momentânea que foi imposta à sociedade, adaptações tiveram que ser feitas em diversas áreas e as pessoas foram forçadas a se familiarizar com alguns tipos de tecnologias com as quais nunca haviam tido

contato. Dessa forma, foram identificadas possibilidades novas de interação, mas também possibilidades já existentes e pouco ou não exploradas para o ensino.

Algumas das ferramentas que podem auxiliar o usuário a usufruir do roteiro geoturístico são, por exemplo, o uso de *drones* para identificação e mapeamento digital da área, criação da área em ambientes de realidade aumentada, realidade virtual e a utilização de ambientes de jogos para reproduzir o cenário, como o apresentado por Sena (2018) na utilização do Minecraft, além de aplicativos interativos para celulares e dispositivos afins. Com as novas e diversas possibilidades que as tecnologias proporcionam, o uso do geoturismo como ferramenta didática poderá ser estudado por novos prismas e talvez seja possível propor novas abordagens para o tema.

Apesar de todas as maravilhas que a tecnologia pode proporcionar, é importante ressaltar que, até o momento, nenhum tipo de tecnologia é capaz de substituir totalmente a visita de campo. É importante ressaltar também que, as excursões de campo e as interações do público-alvo com o ambiente são cruciais para a compreensão da dimensão e importância da geoconservação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 16.667, de 29 de setembro de 1944.

BRASIL. Lei nº 9.985/2000 de 18 de julho de 2000.

BRILHA, J., (2005). Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores. 190p.

BRILHA, J. (2015) Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*. P. 1-16.

CPRM, (2008) Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro / editor: Cassio Roberto da Silva. Rio de Janeiro: CPRM. 264 p

GARCIA, M. da G., RIBEIRO, L., BOUROTTE, C. (2020). Conservação da geodiversidade e do patrimônio geológico - exemplo da Região Metropolitana de São Paulo. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/345632264> Conservacao da geodiversidade e do patrimonio geologico - exemplo da Regiao Metropolitana de Sao Paulo

GARDNER, H. (1994) *Estruturas da Mente – a teoria das inteligências múltiplas*. São Paulo, Editora Artmed.

GRAY, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Wiley and Sons. Chichester, England. 434p.

HAM S.H., (1992). *Interpretacion Ambiental: Una Guía Práctica para Gente com Grandes Ideas y Presupuestos Pequeños*. North American Press, Colorado. 437p.

KNUDSON, D. M., CABLE, T. T., BECK, L., (1995). *Interpretation of Cultural and Natural Resources*. Venture Publishing Inc. 509p.

LIMA, F. F. DE. (2008) *Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro*. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) Departamento de Ciências da Universidade de Minho, 2008.

LIMA, C. S., (2015). *Modelagem do potencial geoturístico dos distritos do município de Ouro Preto – MG*.

MEDEIROS, R., (2006). Evolution of typologies and categories of protected áreas in Brazil. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2006000100003>

NASCIMENTO, G. L.; TAVARES, L. P. A.; DUARTE, A. V. D.; LANA, D. F. (2018), *Potencial geoturístico da Serra do Bené – Lugares de Interesse e Mapeamento*

Geológico – Jaboticatubas, MG. Tese (Trabalho Geológico de Graduação) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.

PEREIRA, P. J. DA S. (2006). Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 2006. 1-370 f. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade do Minho.

Projeto MapBiomias – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em 15 de fevereiro de 2022 através do link: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B, M, T, (1998). Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. Pág. 89-166.

ROCHA, E. N., (2016). Geotecnologias aplicadas ao inventário de sítios da geodiversidade no Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro. (Tese de dissertação de mestrado), UFRJ/MN.

RUCHKYS, U. A., (2007). Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da UFMG. 211p.

RUCHKYS, Úrsula de Azevedo (2009). Geoparques e a musealização do território: um estudo sobre o Quadrilátero Ferrífero. Geologia USP. Publicação Especial, v. 5, p. 35-46.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. (2018). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book: il. color. E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso.
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>

SANTOS, D. J., (2017). A Geodiversidade do Parque Nacional da Serra do Gandarela: análise do potencial de uso didático, com ênfase non Patrimônio Espeleológico.

SANTOS, D. J., RUCHKYS, U. A., TRAVASSOS, L. E. P., (2021). The Education Potential of Geodiversity in Ferruginous Geosystem: the Example of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.

SENA, I. S., (2015). Análise do potencial geoturístico da região central da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa – MG.

SERRANO, E.; RUIZ-FLAÑO, P. (2007). Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación terrotorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). Boletín de la Asociación de los Geógrafos Españoles, Madrid, v.45, p.79-98.

Sharples, C. 2002. Concepts and Principles of Geoconservation. Pdf document. Tasmanian Parks & Wildlife Service website.

SOUZA, S. M. T. (1993). Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais. Hidrosistemas & COPASA/MG, 264p.

TILDEN F., (1957). Interpreting Our Heritage. The University of North Carolina Press.

ZAFALON, M. M., (2020). Análise de atividades de geoturismo do proposto “Geoparque do Corumbataí”.

**APÊNDICE A – Roteiro geoturístico-didático da Serra do Bené e
do Ribeirão Bom Jardim**

