

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS  
AMBIENTAIS

Dayane Letícia Rodrigues dos Reis

**MODELAGEM DO POTENCIAL GEOTURÍSTICO DO PARQUE ESTADUAL  
SERRA DO ROLA MOÇA - MG**

Belo Horizonte  
2018

Dayane Letícia Rodrigues dos Reis

**MODELAGEM DO POTENCIAL GEOTURÍSTICO DO PARQUE ESTADUAL  
SERRA DO ROLA MOÇA – MG**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Márcia Magela Machado.

Belo Horizonte  
2018

R375m Reis, Dayane Letícia Rodrigues dos.  
2018 Modelagem do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça- MG [manuscrito] / Dayane Letícia Rodrigues dos Reis. – 2018.  
100 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientadora: Maria Márcia Magela Machado.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia, 2018.

Bibliografia: f. 90-94.

Inclui anexos.

1. Modelagem de dados – Aspectos ambientais – Teses. 2. Parque Estadual Serra do Rola-Moça (MG) – Teses. 3. Geodiversidade – Teses. 4. Turismo – Teses. I. Machado, Maria Márcia Magela. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia. III. Título.

CDU: 911.2:519.6(815.1)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS**



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**MODELAGEM DO POTENCIAL GEOTURÍSTICO DO PARQUE ESTADUAL SERRA DO ROLA MOÇA – MG**

**DAYANE LETÍCIA RODRIGUES DOS REIS**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2018, pela banca constituída pelos membros:

  
Profª. Maria-Marcia Magela Machado - Orientadora  
UFMG

  
Profª. Ursula Ruchkys de Azevedo  
UFMG

  
Prof. Paulo de Tarso Amorim Castro  
UFOP

Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2018.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre me dar força e esperança nos momentos alegres e difíceis, por me dar coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades. Portanto, essa pesquisa é resultado de muito esforço e da contribuição de pessoas que me orientaram e incentivaram no decorrer de todo o mestrado, assim, deixo o meu agradecimento a todos que colaboraram para a realização desse trabalho.

Agradeço aos meus pais, que sempre priorizaram a minha educação e pelo carinho me dado ao longo de toda vida.

À minha orientadora Professora Dr<sup>a</sup>. Maria Márcia Magela Machado, pelo carinho, a paciência, a orientação e os apontamentos na busca de soluções, e pela amizade adquirida.

Aos Professores Dr<sup>a</sup> Úrsula Ruchkys de Azevedo e Dr. Paulo de Tarso Amorim Castro, por participarem da banca e pelas correções e sugestões que se mostraram bastante valiosas.

A toda a equipe do CECAV, particularmente ao Darcy José Santos e ao Mauro Gomes pela contribuição na sugestão de cavernas para compor os sítios de geodiversidade e pelo apoio na realização dos trabalhos de campo.

Ao IEF que concedeu a licença de pesquisa para a realização dos trabalhos de campo e ao PESRM pelo apoio logístico durante os trabalhos de campo, em especial ao guarda-parque Lauriano.

À minha colega de mestrado Laura Bachi, pela troca de conhecimentos, incentivos e companheirismo ao longo de todo o mestrado.

À minha amiga Sílvia da Costa pelo carinho e incentivo ao longo do mestrado, e ao meu amigo Vinícius Assunção pelo apoio na tradução do resumo desse trabalho.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Instituto de Geociências pelo ensino de qualidade.

A toda a equipe do programa de Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.

## RESUMO

A conservação do meio ambiente é um assunto que tem recebido destaque tanto na literatura científica internacional quanto nacional, e existem diversas iniciativas voltadas para a conscientização da conservação da natureza. Essas iniciativas contribuíram de forma considerável para o aumento da visitação em áreas naturais e no aparecimento de novas modalidades de turismo como, por exemplo, o geoturismo. Este trabalho teve como objetivo investigar o potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça (PESRM). A metodologia utilizada para geração do mapa deste potencial foi a técnica de análise de multicritérios. Inicialmente foram modeladas as variáveis de entrada, no caso: vulnerabilidade ambiental, capilaridade e visibilidade. Para produção do mapa de vulnerabilidade ambiental foram combinadas, por meio de álgebra de mapas, com ponderação as variáveis: geologia, pedologia, geomorfologia (Índice de Concentração de Rugosidade - ICR) e cobertura vegetal. O mapa de capilaridade foi construído a partir do cálculo da densidade das vias consideradas, estradas pavimentadas, não pavimentadas e trilhas pertencentes ao plano de manejo do PESRM, pelo método estatístico *Kernel*. O mapa de visibilidade foi elaborado a partir do cruzamento dos dados de relevo e mirantes. O mapa de potencial geoturístico gerado possibilitou a seleção de nove sítios de geodiversidade localizados em áreas de alto potencial turístico que foram inventariados e avaliados qualitativa e quantitativamente e quanto ao risco de degradação com ênfase no uso turístico. Ações que podem contribuir para o sucesso de atividades geoturísticas na área foram sugeridas e um roteiro geoturístico proposto. Concluindo, foi evidenciado que o PESRM apresenta potencial para desenvolver atividades geoturísticas e que estas poderão contribuir para o conhecimento, valorização e conservação da geodiversidade lá existente.

**Palavras-chaves:** Geodiversidade, Geoturismo, Parque Estadual Serra do Rola Moça.

## **ABSTRACT**

Conservation of the environment is a subject that has received prominence in both the international and national scientific literature, and there are several initiatives focused on the awareness of nature conservation. These initiatives have contributed considerably to the increase in visitation in natural areas and the emergence of new forms of tourism such as geotourism. This work aimed to investigate the geotourism potential of the Serra do Rola Moça State Park (PESRM). The methodology used to generate the map of this potential was the multicriteria analysis. Initially, the input variables were modeled: environmental vulnerability, capillarity and visibility. In order to produce the map of environmental vulnerability, the following variables were combined: geology, pedology, geomorphology (Roughness Concentration Index - ICR) and vegetation cover. The capillarity map was constructed from the calculation of the density of the roads considered, paved, unpaved roads and trails belonging to the PESRM management plan, using the Kernel statistical method. The visibility map was elaborated from the crossing of the relief data and lookouts. The map of potential geotourism generated allowed the selection of nine geodiversity sites located in areas of high tourism potential that were inventoried and evaluated qualitatively and quantitatively and regarding the risk of degradation with emphasis on tourist use. Actions that may contribute to the success of geotourism activities in the area were suggested and a proposed geotourism script. In conclusion, it was evidenced that the PESRM has the potential to develop geotourism activities and that these could contribute to the knowledge, valorization and conservation of the existing geodiversity.

**Keywords:** Geodiversity, Geotourism, Serra do Rola Moça State Park.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diversidade natural e geodiversidade. ....	16
Figura 2 - Mapa de localização do PESRM. ....	24
Figura 3 - Mapa de geologia do PESRM. ....	25
Figura 4 - Mapa das unidades morfoestruturais do PESRM. ....	27
Figura 5 - Mapa de altimetria do PESRM. ....	28
Figura 6 - Mapa de pedologia do PESRM. ....	29
Figura 7 - Mapa de cobertura vegetal do PESRM. ....	30
Figura 8 - Fluxograma da metodologia. ....	34
Figura 9 - Mapa de índice de concentração de rugosidade do PESRM. ....	55
Figura 10 - Mapa de vulnerabilidade ambiental do PESRM. ....	56
Figura 11 - Mapa de capilaridade do PESRM. ....	57
Figura 12 - Mapa de visibilidade do PESRM. ....	59
Figura 13 - Mapa do potencial geoturístico do PESRM. ....	60
Figura 14 - Localização dos sítios de geodiversidade do PESRM. ....	62
Figura 15 - Cachoeira das Pitangueiras. A - Queda d'água. B - Estrutura de segurança presente no sítio. ....	63
Figura 16 - Caverna RM - 03. ....	64
Figura 17 - Caverna RM - 23. A - Entrada da caverna. B - Vista parcial do interior da caverna. ....	65
Figura 18 - Mirante Casa Branca. A - Vista parcial das geoformas. B - Vista parcial do distrito de Casa Branca, Brumadinho. ....	66
Figura 19 - Mirante Estrada Velha. A e B - Vista das geoformas. C e D - Vista da canga a partir do sítio. ....	67
Figura 20 - Mirante Jatobá. A e B - Vista das geoformas. ....	68
Figura 21 - Mirante Casa Branca. A e B - Vista das geoformas. C - Mina Casa Branca. D - Painel interpretativo. ....	69
Figura 22 - Mirante Planeta. ....	70
Figura 23 - Vista da canga a partir do Mirante Planeta. ....	71
Figura 24 - Mirante Três Pedras. A - Vista parcial do mirante. B - Afloramento de rocha. ....	72
Figura 25 - Representação esquemática de um painel interpretativo. ....	83
Figura 26 - Roteiro geoturístico no PESRM. ....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Notas atribuídas aos atributos das variáveis: geologia, pedologia e cobertura vegetal.....	37
Tabela 2 - Notas atribuídas à variável concentração de rugosidade.....	38
Tabela 3 - Pesos atribuídos às variáveis da vulnerabilidade ambiental do PESRM.....	39
Tabela 4 - Notas atribuídas às variáveis após reclassificação. ....	41
Tabela 5 - Pesos atribuídos às variáveis do potencial geoturístico do PESRM. ....	41
Tabela 6 - Critérios para avaliação quantitativa do potencial de uso turístico. ....	47
Tabela 7 - Critérios do potencial de uso turístico e seus respectivos pesos. ....	50
Tabela 8 - Critérios para a avaliação do risco de degradação. ....	51
Tabela 9 - Critérios do risco de degradação e seus respectivos pesos.....	52
Tabela 10 - Classificação do risco de degradação.....	53
Tabela 11 - Relação da porcentagem do potencial geoturístico. ....	61
Tabela 12 - Tipos de locais dos sítios de geodiversidade.....	63
Tabela 13 - Avaliação quantitativa dos sítios de geodiversidade.....	73
Tabela 14 - Densidade populacional dos municípios. ....	75
Tabela 15 - Nível econômico dos municípios. ....	77
Tabela 16 - Distâncias entre os sítios de geodiversidade em quilômetros. ....	78
Tabela 17 - Avaliação do risco de degradação dos sítios de geodiversidade.....	79
Tabela 18 - Valores finais do potencial de uso turístico e risco de degradação.....	81

## LISTA DE SIGLAS

APA – Área de proteção Ambiental  
CECAV – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas  
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais  
CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde  
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICR – Índice de Concentração de Rugosidade  
IEF – Instituto Estadual de Florestas  
INVITUR – Inventário da Oferta Turística  
MTur – Ministério do Turismo  
PESRM – Parque Estadual Serra do Rola Moça  
PUD – Potencial de Uso Didático  
PUT – Potencial de Uso Turístico  
QF – Quadrilátero Ferrífero  
RD – Risco de Degradação  
RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte  
SAD – *South American Datum*  
SEMAD – Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
SETUR-MG – Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas  
SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*  
UC – Unidade de Conservação  
UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*  
USGS – *United States Geological Survey*  
UTM – *Universal Transversa de Mercator*  
WGS – *World Geodetic System*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
2.1	Geodiversidade: origem, definições, valores e ameaças .....	14
2.2	Geoconservação e geoturismo em unidades de conservação .....	17
2.3	Educação e interpretação ambiental e sua interface com a geodiversidade .....	18
2.4	Modelagem cartográfica aplicada ao geoturismo .....	20
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	24
3.1	Localização e acesso .....	24
3.2	Características físico-naturais .....	25
3.3	Uso turístico .....	31
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	32
4.1	Materiais .....	32
4.2	Métodos .....	33
4.2.1	Revisão bibliográfica, levantamento e coleta de dados cartográficos .....	34
4.2.2	Tratamento da base de dados .....	35
4.2.3	Modelagem do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça .....	35
4.2.3.1	Modelagem da vulnerabilidade ambiental .....	36
4.2.3.2	Modelagem da capilaridade das vias de acesso .....	39
4.2.3.3	Modelagem da visibilidade da paisagem .....	40
4.2.3.4	Cruzamento dos dados .....	40
4.2.4	Avaliação dos potenciais sítios de geodiversidade .....	42
4.2.4.1	Identificação e avaliação qualitativa dos sítios de geodiversidade .....	42
4.2.4.2	Quantificação dos sítios de geodiversidade .....	43
4.2.4.3	Quantificação do risco de degradação dos sítios de geodiversidade .....	50
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	54
5.1	Potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça .....	54
5.1.1	Mapa de vulnerabilidade ambiental .....	54
5.1.2	Mapa da capilaridade das vias de acesso .....	57
5.1.3	Mapa de visibilidade da paisagem .....	58
5.1.4	Mapa do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça .....	60

5.2	Avaliação qualitativa dos sítios de geodiversidade .....	61
5.2.1	Cachoeira das Pitangueiras .....	63
5.2.2	Caverna RM-03 .....	64
5.2.3	Caverna RM-23 .....	65
5.2.4	Mirante Casa Branca .....	66
5.2.5	Mirante Estrada Velha .....	67
5.2.6	Mirante Jatobá .....	68
5.2.7	Mirante Morro dos Veados .....	68
5.2.8	Mirante Planeta .....	70
5.2.9	Mirante Três Pedras .....	71
5.3	Avaliação quantitativa dos sítios de geodiversidade .....	72
5.4	Risco de degradação dos sítios de geodiversidade .....	79
5.5	Recomendações para o desenvolvimento do geoturismo no Parque Estadual Serra do Rola Moça .....	81
5.5.1	Painéis interpretativos .....	82
5.5.2	Folhetos interpretativos .....	83
5.5.3	Sinalização .....	84
5.5.4	Formação de condutores .....	84
5.5.5	Proposta de roteiro geoturístico .....	85
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>90</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>95</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A conservação do meio ambiente é um assunto que ganhou destaque no âmbito científico, e se intensificou ao longo da segunda metade do século XX, contribuindo para o aumento da visitação em áreas naturais, e para o surgimento de um novo perfil de turistas interessados na contemplação e na compreensão da natureza. O que favoreceu, também, para o surgimento de novos segmentos no turismo que utiliza os elementos naturais como atrativos turísticos como, por exemplo, o geoturismo.

O geoturismo tem como seu principal atrativo os elementos da geodiversidade, ou seja, tem como objetivo o aproveitamento turístico dos elementos abióticos do meio natural como: as rochas, as cavidades, os solos e o relevo, que constituem o conceito de geodiversidade. Este segmento, também, pode auxiliar na promoção, na divulgação e na valorização dos elementos abióticos, por meio da educação ambiental que utiliza de meios interpretativos para traduzir a linguagem científica para uma linguagem comum, fazendo com que os visitantes passem a contribuir com a conservação dos elementos da geodiversidade.

Dentre as áreas mais utilizadas por este segmento merecem destaque aquelas que são protegidas por lei e para as quais as pessoas se deslocam seja para recreação, contemplação ou esporte. Sendo assim, o Estado de Minas Gerais contém várias regiões que se destaca com potencial para o desenvolvimento do geoturismo, dentre essas regiões destaca-se o Parque Estadual Serra do Rola Moça (PESRM). O PESRM é uma unidade de conservação (UC), cuja categoria é de proteção integral e está situado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). O PESRM é composto por uma rica associação entre biodiversidade e geodiversidade, compreendendo elementos do geossistema ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero. O PESRM também apresenta uma grande riqueza de elementos da geodiversidade como: afloramentos rochosos, recursos hídricos, cavernas em rochas ferruginosas, feições geológicas e geomorfológicas, que são propícias para o desenvolvimento do geoturismo.

Nesse sentido, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar o potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça, por meio da modelagem

cartográfica. Como objetivos específicos, busca-se identificar e inventariar sítios de geodiversidade localizados no PESRM; realizar avaliação qualitativa, quantitativa e do risco de degradação desses sítios com ênfase no uso turístico; e propor ações para o desenvolvimento do geoturismo.

Acredita-se que esse estudo possa auxiliar na gestão e na implementação do geoturismo nas políticas de uso público do PESRM, contribuindo para a divulgação, valorização e conservação da geodiversidade. Além de ser uma forma diferenciada para o visitante apreciar a natureza, e obter informações sobre a geodiversidade o que lhe proporcionará uma visão holística da área visitada.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nesse capítulo é apresentada a revisão bibliográfica relacionada ao tema proposto, para dar subsídio teórico para alcançar os objetivos do presente trabalho. A revisão bibliográfica encontra-se dividida em quatro partes: Geodiversidade: origem, definições, valores e ameaças; Geoconservação e geoturismo em unidades de conservação; Educação e interpretação ambiental e sua interface com a geodiversidade; e Modelagem cartográfica aplicada ao geoturismo.

### **2.1 Geodiversidade: origem, definições, valores e ameaças**

O termo geodiversidade foi discutido pela primeira vez por geólogos e geomorfólogos na Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, realizada em 1993 no Reino Unido (GRAY, 2004). Deste então, vários autores estudaram e conceituaram a geodiversidade, em particular estudiosos da Europa e Austrália, dentre eles, destacam-se Stanley (2000), Sharples (2002), Gray (2004) e Brilha (2005).

Gray (2004) e Brilha (2005) definem a geodiversidade como sendo a variedade natural de elementos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (geoformas) e pedológicos, incluindo suas relações e os processos naturais que atualmente ocorrem dando origem a novos testemunhos. Assim, estes autores, compreendem o conceito de geodiversidade a processos que atuam na gênese e na dinâmica do planeta Terra.

Stanley (2000) entende a geodiversidade como as mudanças dos ambientes geológicos, fenômenos e processos que fazem parte das paisagens (geoformas), rochas, minerais, fósseis e solos, os quais procedem à vida na Terra, além de ser uma ligação entre as pessoas, paisagens e culturas. Em sua definição, Stanley (2000) amplia o conceito de geodiversidade associando-a com a cultura dos povos, ou seja, o autor aborda sobre a relação do homem com a geodiversidade.

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), em 2008, definiu a geodiversidade como sendo o estudo da natureza abiótica composta por elementos geomorfológicos, mineralógicos, hidrogeológicos, pedológicos, estratigráficos e espeleológicos, que favorecem o desenvolvimento da vida na Terra, e apresenta como

valores o intrínseco, o cultural, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (CPRM, 2008).

Como podemos observar nessa definição da CPRM (2008), a geodiversidade apresenta valores que constitui uma abordagem extremamente antropocêntrica e funcional, visto que parte de um ponto de vista focado na perspectiva humana e no potencial de uso da geodiversidade. Dessa forma, a valoração constitui-se em uma prática necessária para a gestão territorial, uma vez que se pode definir quais são os potenciais de uso (científico, didático, turístico, etc) de um determinado local para serem alvo de iniciativas de conservação, além de se estabelecer as condições de uso dos espaços naturais (PEREIRA, 2010).

Sendo assim, essa definição elaborada pela CPRM (2008) apresenta quais são os valores que justificam a conservação da geodiversidade como: o científico, o educativo e o turístico. Devido a esse fato, esse conceito vem ao encontro do foco dessa pesquisa, portanto foi adotada como conceito chave.

Quando são atribuídos valores a geodiversidade, possibilitamos que certas regiões apresentem grande importância seja do ponto de vista econômico, científico, didático ou turístico, e tais valores, permitem que essas regiões venham a ser inventariados e quantificados como geossítios ou sítios de geodiversidade (BRILHA, 2015).

Os geossítios são compostos por elementos da geodiversidade *in situ*, que possuem alto valor científico, constituindo o patrimônio geológico ou geopatrimônio. Já os sítios de geodiversidade são compostos pelas feições e pelos processos naturais da geodiversidade, que se destacam devido ao alto valor didático ou turístico. Da mesma forma que os geossítios, esses são constituídos por ocorrências *in situ* (BRILHA, 2015). Na Figura 1 é apresentado um fluxograma proposto por Brilha (2015) para a sistematização dos aspectos da diversidade natural com foco na geodiversidade.

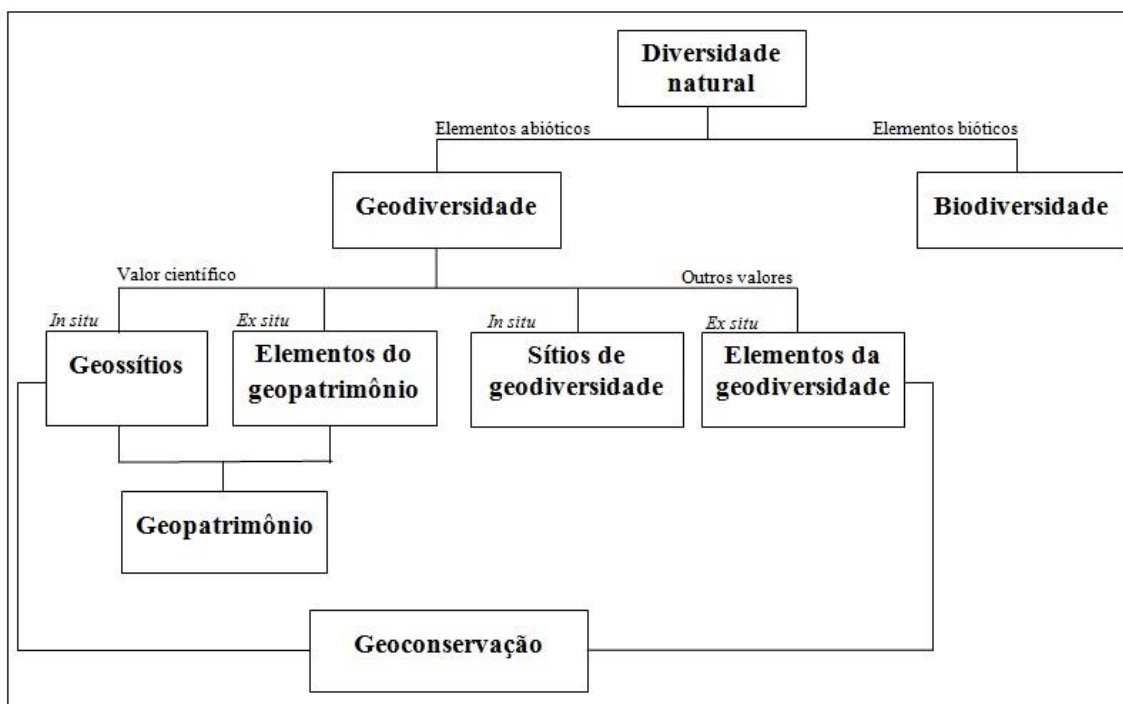


Figura 1 - Diversidade natural e geodiversidade.  
 Fonte: Adaptado de Brilha (2015).

A inventariação constitui a primeira etapa para identificar e caracterizar os geossítios e sítios de geodiversidade. A segunda etapa consiste na quantificação que tem como objetivo estabelecer um conjunto de valores (notas) que são constituídos por parâmetros, e que são pontuados por meio de uma série de critérios e subcritérios. Em seguida são aplicadas fórmulas matemáticas para calcular a nota final, possibilitando a comparação e a identificação do potencial de uso de cada elemento estudado (SENA, 2015).

A quantificação é uma tarefa difícil, pois para afirmarmos que um geossítio é mais importante que outro precisamos utilizar métodos eficientes e precisos. Existem várias metodologias de quantificação como, por exemplo, o método de Rivas et al. (1997), Brilha (2005), Pralong (2005), Pereira (2006), García-Cortés e Urquí (2009), e Brilha (2015). Essas metodologias foram elaboradas para quantificar o patrimônio geológico europeu. No contexto nacional, temos os métodos de Lima (2008), Pereira (2010), Evangelista e Travassos (2014), Lima (2015), Sena (2015) e Santos (2017), que são adaptações das metodologias europeias, onde cada pesquisador acrescenta, remove ou

redistribuí os critérios e valores de acordo com a realidade da área de estudo de modo a aperfeiçoar e alcançar seus objetivos.

A inventariação e quantificação são métodos fundamentais para determinar o potencial de uso, e estabelecer medidas de conservação de acordo com o grau de vulnerabilidade e degradação. Uma vez que, a maior parte das ameaças a geodiversidade provém, direta ou indiretamente, de atividades humanas como, por exemplo, as atividades turísticas quando realizadas sem planejamento adequado (BRILHA, 2005). Nesse sentido, para minimizar esse tipo de ameaça destacamos a geoconservação, que tem como objetivo o uso sustentável, a conservação, a valorização e a divulgação dos geossítios e sítios de geodiversidade.

## **2.2 Geoconservação e geoturismo em unidades de conservação**

A geodiversidade, apresentada na Seção anterior, é vulnerável e está sujeita a vários tipos de ameaças, em sua maioria devido às diversas atividades humanas. Em face dessa situação, é importante promover a geoconservação por meio de estratégias e ações, que visam despertar o interesse e o conhecimento do público sobre a importância da geodiversidade (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO-NETO, 2008).

Nesse sentido, a geoconservação consiste na implementação de estratégias ou metodologias destinadas a avaliar, valorizar, divulgar e conservar os aspectos da geodiversidade que possuam inegável valor científico, estético, econômico, educativo, turístico, entre outros. Tais estratégias são realizadas na seguinte sequência: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento (BRILHA, 2005). Quando aplicadas corretamente, esses métodos podem conservar e minimizar a degradação da geodiversidade.

Com o objetivo de conservar a geodiversidade, a geoconservação deve ser baseada em estratégias criteriosas e passar por medidas de sensibilização e, para isso, tem como aliado o geoturismo (BENTO e RODRIGUES, 2010). Dessa forma, uma das consequências da geoconservação é a promoção do geoturismo, que também pode promover a geoconservação (MOREIRA, 2008).

O geoturismo é uma nova modalidade do turismo e pode ser entendida como uma segmentação turística sustentável, que está intrinsecamente ligada à geodiversidade e a geoconservação, sendo realizado em áreas naturais e interagindo, também, com a biodiversidade (MOREIRA, 2011).

O geoturismo, assim como o ecoturismo, utiliza o patrimônio natural de forma sustentável e visa sua proteção por meio da sensibilização e interpretação ambiental. Entretanto, o patrimônio natural não se limita apenas a biodiversidade, mas abrange, também, a geodiversidade, e no ecoturismo o meio abiótico não tem a mesma importância que o meio biótico (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO-NETO, 2008).

Dessa forma, o geoturismo vem sendo utilizado em unidades de conservação, como um instrumento de conservação e divulgação do meio abiótico (MOREIRA, 2011). Para desenvolver o geoturismo em UCs, é necessário trabalhar as etapas sequenciais de uma estratégia de geoconservação, desde conhecer os aspectos relevantes da geodiversidade, desenvolver ações para classificá-lo, conservá-lo, valorizá-lo e divulgá-lo, visando o seu uso turístico e, finalmente, promover o seu monitoramento, no intuito de garantir a sua utilização sustentável como produto turístico (TSGA, 2014).

A prática do geoturismo em UCs pode contribuir para que as pessoas despertem o interesse pelo conhecimento e valorização dos aspectos da geodiversidade, objetivos estes, que na maioria das vezes não são valorizados nas demais práticas de turismo como, por exemplo, o ecoturismo e o turismo de aventura. O geoturismo tem a geodiversidade como seu principal atrativo e busca sua conservação por meio da sensibilização dos turistas, utilizando, para isto, a interpretação ambiental tornando-o acessível ao público leigo, além de promover a sua divulgação (MOREIRA, 2011; RUCHKYS, 2007).

### **2.3 Educação e interpretação ambiental e sua interface com a geodiversidade**

O padrão de desenvolvimento instalado a partir da Revolução Industrial produziu um aumento quantitativo e qualitativo no processo de degradação do meio ambiente, o que provocou reações em uma parcela da sociedade preocupada em conservar o meio

ambiente. Nesse sentido, começaram a surgir os movimentos ambientalistas e, na década de 1970, houve um fortalecimento desses movimentos em defesa da natureza (MOREIRA, 2011). Entre os anos de 1975 a 1987, a UNESCO realizou três conferências internacionais, sendo a primeira realizada em Belgrado (1975), a segunda em Tbilisi (1977) e a terceira em Moscou (1987), voltadas para o tema da educação ambiental (RAMOS, 1996).

Mas foi durante a Rio 92 que foi elaborado o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, que estabelecia 16 princípios de educação ambiental a serem seguidos. O documento considera a educação ambiental como um processo de aprendizagem permanente, que afirma valores e ações que contribuem para a transformação humana e social e para a preservação da natureza (MOREIRA, 2008). Diante disso, a educação ambiental pode ser entendida como um processo por meio dos quais o indivíduo e a sociedade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999).

A educação ambiental é um processo lento e permanente e, por isso, pode ocorrer em qualquer lugar como, por exemplo, em uma escola ou em uma unidade de conservação. Assim, favorece a aprendizagem e a reflexão sobre atitudes e procedimentos diante das questões ambientais, contribuindo para a adoção de práticas interpretativas (MOREIRA 2011).

A interpretação ambiental é o termo usado para referir às atividades que são realizadas para a melhor compreensão do meio ambiente em UCs, museus, entre outros, ou seja, é entendida como uma parte da educação ambiental. Portanto, tem como finalidade a conservação dos recursos naturais, servindo como um instrumento de manejo (MOREIRA, 2008). Freeman Tilden, em 1957, foi o primeiro pesquisador que conceituou a interpretação ambiental, como sendo uma atividade educacional cujo objetivo é revelar os significados, as relações ou os fenômenos naturais por intermédio de experiências práticas e meios interpretativos (MEIRA, 2016).

Os meios interpretativos podem ser classificados em atividades guiadas (personalizadas) quando há um interprete para interagir com os visitantes como, por exemplo, trilhas

guiadas e palestras. E autoguiadas (não personalizadas) quando não há um mediador direto, mas sim instrumentos como mapas, folhetos, placas, roteiros e sinalização (MEIRA, 2016).

O uso de meios interpretativos em pesquisas referentes à temática da geodiversidade é de grande importância devido à capacidade de representar o conhecimento científico em uma linguagem compreensível e acessível pela sociedade. No caso das UCs, o que acontece muitas vezes é que muitas não possuem meios interpretativos e, quando existem, muitas vezes consideram somente os aspectos da biodiversidade e não incluem a geodiversidade (MOREIRA, 2011).

Diante disso, uma estratégia que interage as ações de interpretação ambiental com a geodiversidade é o geoturismo, já que essa atividade turística busca sensibilizar os visitantes sobre a importância de contribuir com a conservação da geodiversidade (MEIRA, 2016).

Nesse sentido, o Parque Estadual Serra do Rola Moça se caracteriza como um local privilegiado para a realização de atividades geoturísticas, devido aos seus aspectos geológicos e geomorfológicos, que podem ser trabalhados por meio da interpretação ambiental e, assim, resultar na conscientização dos visitantes sobre a importância de se conservar a geodiversidade.

#### **2.4 Modelagem cartográfica aplicada ao geoturismo**

A modelagem consiste em analisar o mundo real, por meio de uma série de sistemas simplificados, que buscam alcançar uma visão sobre as características essenciais de um certo fenômeno ou área (SOARES-FILHO, 2000). Nesse sentido, um modelo pode ser compreendido como uma representação simplificada da realidade ou de um aspecto do mundo real, que possibilite reconstruir a realidade, prever um comportamento, uma transformação ou uma evolução (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Um modelo pretende conceber de forma sintetizada a estruturação da realidade, de forma subjetiva. Não deve, portanto, ser considerado como a realidade em si, mas sim uma visão desta (SENA, 2015). A representação de modelos pode ser realizada por intermédio de vários de tipos de linguagem, como: matemática, lógica, gráfica ou física.

Essa representação da realidade passa por diversos níveis de abstração, até que a solução do modelo possa ser implementada usando-se do potencial analítico do Sistema de Informação Geográfica (SIG), que produzirá um mapa que será a solução para a formulação do modelo (SOARES-FILHO, 2000).

Nesta perspectiva, a modelagem e a análise dos fenômenos espaciais são realizadas por meio do SIG, que pode ser entendido como uma caixa de ferramenta de processamento de mapas voltados para a solução de modelos e para a gestão da produção de dados. (MOURA, 2014).

O mapa pode ser compreendido como um modelo analógico, cujas feições do mundo real são retratadas por uma linguagem simbólica do tipo gráfica, onde os símbolos referem-se a porções abstratas dos territórios. O mapa, também, pode ser entendido a partir de uma abordagem quantitativa, ou seja, passa a ser uma ferramenta analítica, ajudando o pesquisador a ver o mundo real sob uma nova perspectiva (SOARES-FILHO, 2000).

Desta forma, é essencial se pensar na estrutura dos dados cartográficos utilizados no SIG, e nas implicações que estas lógicas podem causar na observação dos fenômenos estudados. Dentre os cuidados inerentes aos dados para a modelagem cartográfica cabe ressaltar sobre a escala, que está atrelada a qualidade e tamanho das informações, e a escolha da forma e estrutura dos dados utilizados, que influencia de forma direta na confecção de um modelo (SENA, 2015).

As formas compreendem os pontos, as linhas e os polígonos (área). As estruturas envolvem dados em formato vetorial e matricial (*raster*). A estrutura vetorial se baseia na ideia do espaço contínuo, e é representada por meio de vetores, indicados pelo comprimento, direção e sentido. A estrutura matricial é baseada numa matriz de pontos, sendo cada ponto considerado um *pixel*, representando uma porção da área estudada de uma maneira mais realística. Este tipo de estrutura é muito utilizado para a sobreposição de dados, que compõe a operação mais importante do SIG (MOURA, 2014), além de proporcionar a aplicação de uma extensa variedade de operações, que por sua vez produzem e fornecem informações novas (SENA, 2015).

Nesse sentido, alguns pesquisadores iniciaram a aplicação dos modelos cartográficos em ambientes de SIG para análises acerca da geodiversidade e do geoturismo. Como é o caso de Pereira (2013), que utilizou a estrutura matricial (*raster*) para calcular o índice de geodiversidade da Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul da RMBH). O índice de geodiversidade retrata a diversidade geológica de uma determinada região. Em sua pesquisa, Pereira (2013) converteu os dados cartográficos vetoriais para matricial que foi classificada a partir de *pixels* formando o dado *raster*, o que proporcionou uma análise mais detalhada da sua área de estudo, e possibilitou que o cálculo do índice de geodiversidade fosse obtido com facilidade, pois os dados utilizados estavam discretizados com as mesmas dimensões.

Já Goulart (2015) realizou um zoneamento turístico para a região do Geopark Quadrilátero Ferrífero, utilizando o método de mineração de dados para a análise espacial e classificação das variáveis. Sendo assim, a autora classificou a região em quatro unidades turísticas: Unidade Caraça, Unidade Curral, Unidade Moeda e Unidade Ouro Branco, e inventariou geossítios relacionados ao patrimônio material, imaterial e natural.

Outro trabalho desenvolvido em ambiente SIG com o foco no geoturismo foi realizada por Lima (2015), que modelou o potencial geoturístico dos distritos do município de Ouro Preto. A autora realizou a quantificação dos atrativos turísticos naturais compostos no Inventário de Proteção do Acervo Cultural, realizado pela prefeitura de Ouro Preto. Estes atrativos foram quantificados quanto aos valores educativo e recreativo dos aspectos de interesse geológico, levando em consideração o risco de degradação da atividade turística. Após a quantificação os dados foram espacializados, ponderados e sobrepostos. Assim, o resultado dessa investigação consistiu em um mapa de níveis de potencialidade geoturística.

Por fim, Sena (2015) modelou o potencial geoturístico da região central da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa. Para esta modelagem o autor equacionou (sobrepostos) as variáveis: índice de geodiversidade, fragilidade do meio abiótico, capilaridade e visibilidade, de modo a modelar o potencial geoturístico. O resultado consistiu em um mapa retratando a sua área de estudo em cinco classes de potencial

geoturístico. A modelagem desenvolvida por Sena (2015) apoia-se no conceito de análise de multicritério. A análise de multicritério pode ser entendida como um procedimento metodológico no qual é possível realizar o cruzamento de dados, cuja base é a organização das informações em camadas sobrepostas, no qual são hierarquizadas, assim como seus atributos componentes, conforme o grau de pertinência (MOURA 2007).

Assim, esta metodologia proposta por Sena (2015), será utilizada neste trabalho a fim de modelar o potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Nesse capítulo é apresentada a caracterização da área de estudo, que está dividida em três partes: Localização e acesso, Características físico-naturais e Uso turístico atual.

#### 3.1 Localização e acesso

O Parque Estadual Serra do Rola Moça (PESRM) é uma unidade de conservação (UC) da categoria de proteção integral, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte, abrangendo parte dos municípios de Belo Horizonte (33%), Brumadinho (27%), Ibirité (25%) e Nova Lima (15%). Na Figura 2 é apresentado o mapa de localização do PESRM.

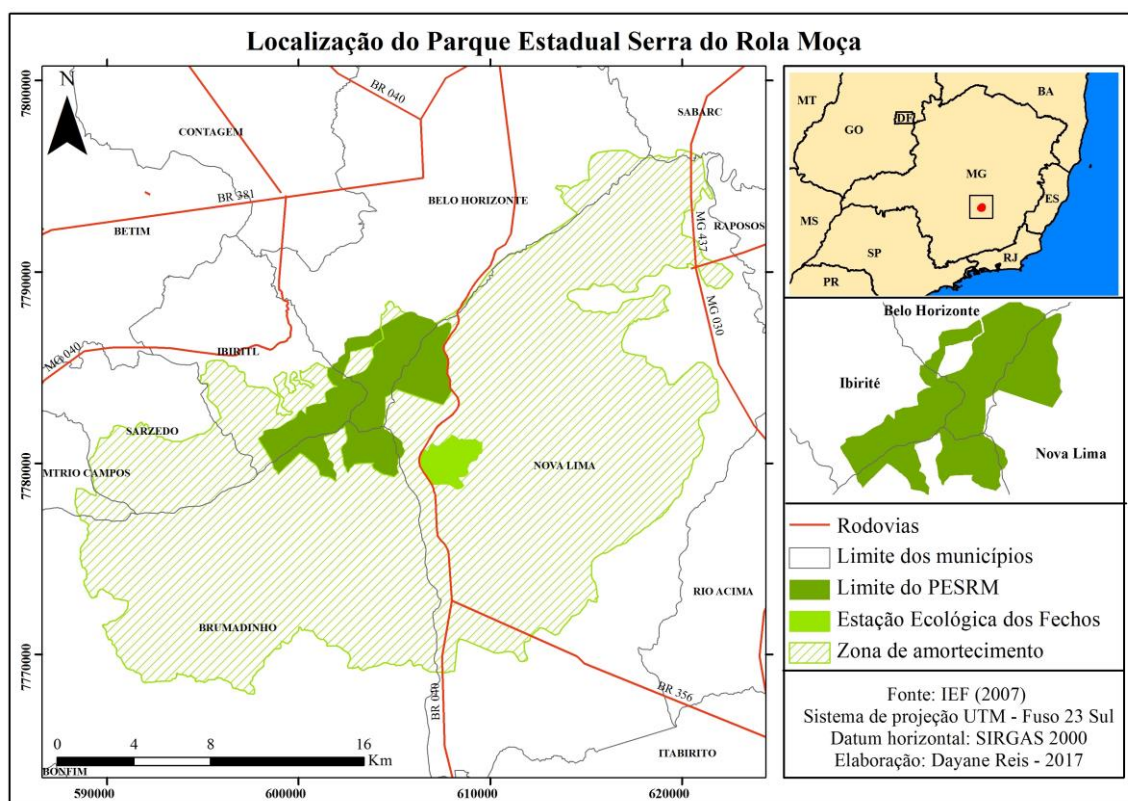


Figura 2 - Mapa de localização do PESRM.

O PESRM possui uma área total de 3.942 hectares e está inserido no contexto urbano de grande metrópole. Foi criado em 27 de setembro de 1994, pelos Decretos Estaduais nº 36.071 e nº 36.073, com o objetivo de conservar os ecossistemas locais e proteger seis mananciais de água (Bálsamo, Barreiro, Catarina, Mutuca, Rola-Moça e Taboões), que

abastecem parte da população de Belo Horizonte, Brumadinho e Ibirité (MINAS GERAIS, 2007).

O acesso ao PESRM é realizado pela rodovia federal BR-040, no sentido Rio de Janeiro até o bairro Jardim Canadá, no município de Nova Lima, por onde se segue por uma estrada asfaltada por aproximadamente 3 km até a portaria do PESRM, que fica cerca de 30 km do centro de Belo horizonte.

### 3.2 Características físico-naturais

O PESRM está inserido no contexto geológico do Quadrilátero Ferrífero (QF), cujo contexto estratigráfico foi definido por Alkmim e Marshak (1998) nas seguintes unidades: Embasamento Cristalino, Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi. O PESRM está localizado sobre as unidades estratigráficas do Supergrupo Rio das Velhas e do Supergrupo Minas e, em menor escala, ocorre formação de camadas de canga. Na Figura 3 é apresentado o mapa geológico do PESRM.

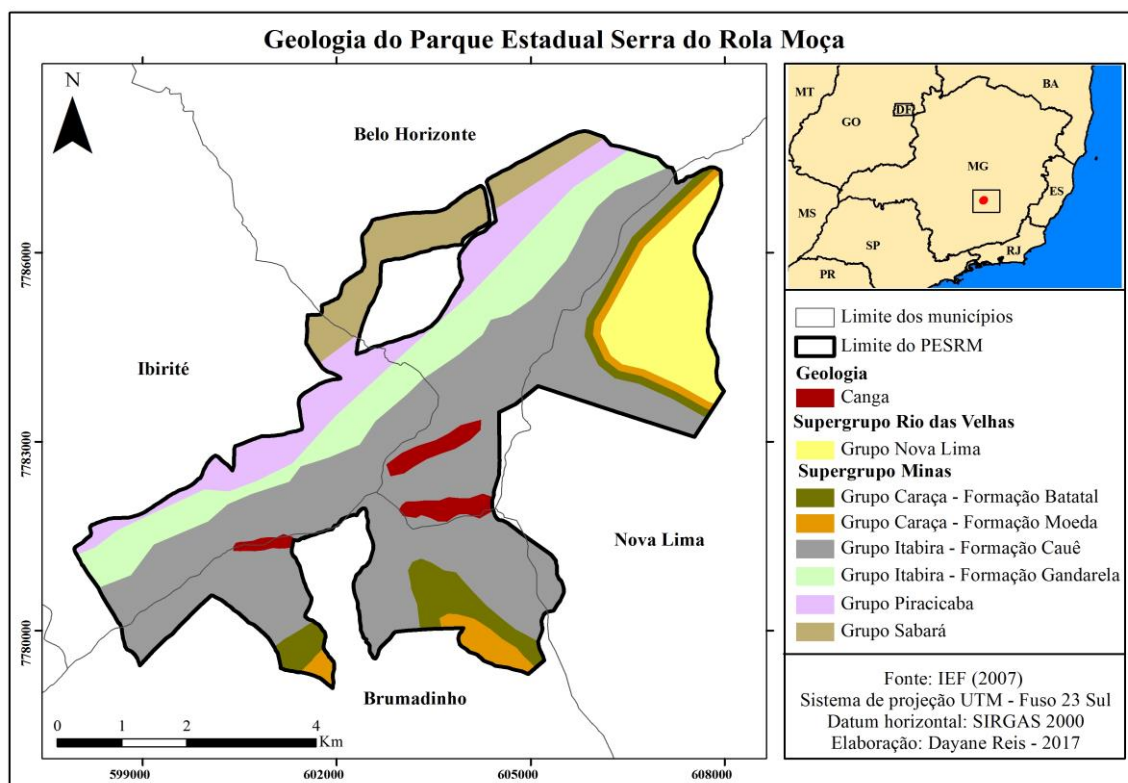


Figura 3 - Mapa de geologia do PESRM.

O Supergrupo Rio das Velhas de idade arqueana é formado por rochas metavulcânicas e metassedimentares, que caracteriza uma sequência do tipo *Greenstone Belt*, sendo composto da base para o topo, pelos seguintes grupos: Quebra Ossos (SCHORSCHER, 1978), Maquiné e Nova Lima (DORR, 1969). No PESRM ocorre apenas o Grupo Nova Lima que é constituído por xistos e filitos com intercalações de quartzito, grauvaca, dolomito, talco xisto e formação ferrífera (RUCHKYS, 2007).

O Supergrupo Minas é uma sequência metassedimentar de idade proterozóica, sendo composta por quatro grupos: Caraça, Itabira, Piracicaba e Sabará. Na base da unidade encontra-se o Grupo Caraça formado por quartzitos da Formação Moeda e pelos filitos da Formação Batatal. Sobrepondo o Grupo Caraça tem-se o Grupo Itabira composto por itabiritos da Formação Cauê e por dolomitos da Formação Gandarela. Recobrando o Grupo Itabira tem-se o Grupo Piracicaba que é constituído pelas seguintes formações da base para o topo, Formação Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro, que são compostos por quartzitos e filitos. E por fim, o Grupo Sabará que é constituído principalmente por filitos (RENGER ET AL., 1994; MINAS GERAIS, 2007; RUCHKYS, 2007).

No PESRM, também, ocorre à formação de camadas de canga nas partes altas da UC. A canga é constituída por crostas ferruginosas enrijecidas que ocorrem em formato nodular ou em couraça, sendo um manto superficial que encobre outras rochas (DORR, 1969).

Geomorfologicamente, o PESRM está localizado na junção da megaestrutura que constituem as Serras do Curral e da Moeda. Os contatos leste e oeste dessa megaestrutura é definido por falhas de empurrão (MINAS GERAIS, 2007). A partir do mapeamento geomorfológico realizado pelo projeto Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul RMBH), o PESRM apresenta os seguintes compartimentos morfoestruturais: Crista Monoclinal da Serra do Curral, Degrau do Ribeirão Catarina, Platô do Sinclinal Moeda e Vale Anticlinal do Rio das Velhas (CPRM, 2005). Na Figura 4 é apresentado o mapa com os compartimentos morfoestruturais do PESRM.

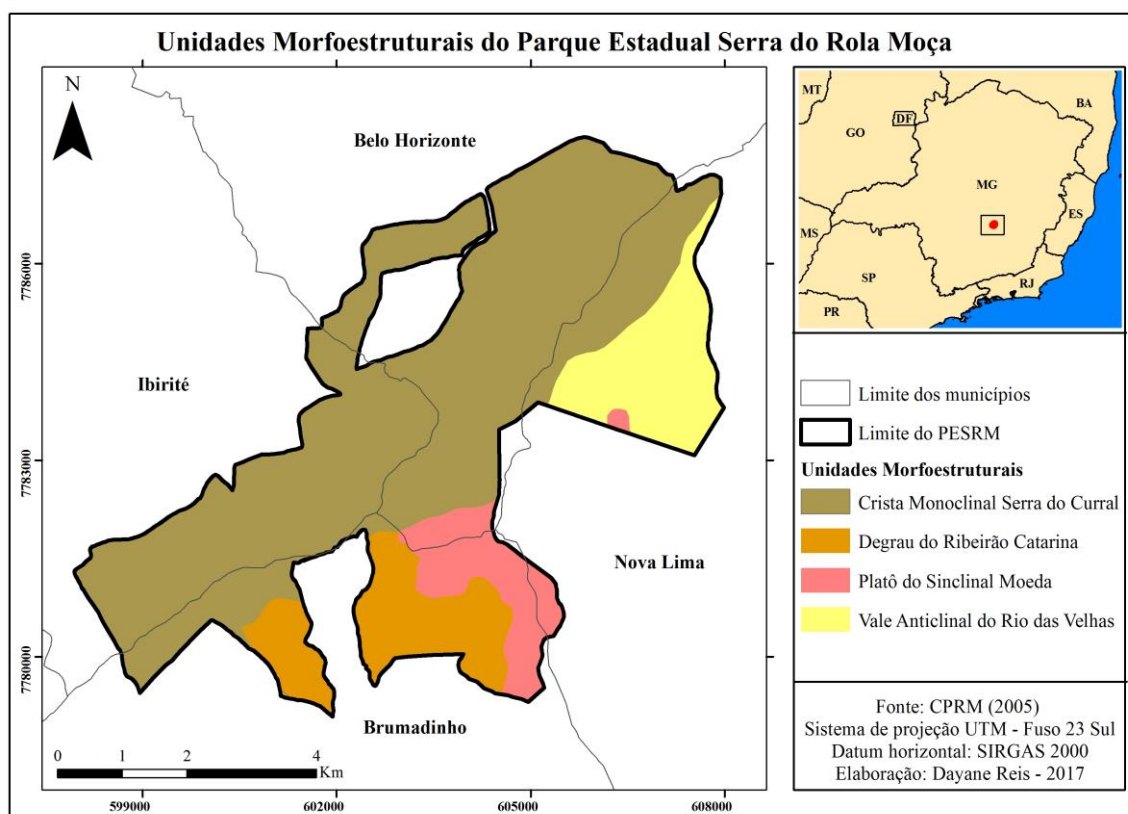


Figura 4 - Mapa das unidades morfoestruturais do PESRM.

A Crista Monoclinal da Serra do Curral está estabelecida sobre os dolomitos e itabiritos do Grupo Itabira, os quartzitos do Grupo Piracicaba e os filitos do Grupo Sabará. Apresenta relevo dominado por serras e escarpas, com altitudes atingindo cotas mínimas de 900 metros e cotas máximas de 1500 metros.

O Degrau do Ribeirão Catarina, situado na porção sul do PESRM, consiste numa subunidade da Depressão Marginal do Rio Paraopeba e representa uma unidade transicional entre o Platô do Sinclinal Moeda e o Vale do Rio Paraopeba (CPRM, 2005). Este compartimento está situado sobre as rochas dos Grupos Caraça (filitos e quartzitos) e Itabira (itabiritos). Apresenta relevo dominado por serras e escarpas, com altitudes variando de 1100 a 1500 metros.

O Platô do Sinclinal Moeda, assim como o Degrau do Ribeirão Catarina, está situado na porção sul do PESRM. As rochas desse compartimento estão sustentadas por quartzitos do Grupo Caraça e itabiritos do Grupo Itabira, ocorre também, a presença de canga nos

platôs ou cristas (CPRM, 2005). O relevo é dominado por serras, escarpas, morros e colinas, com altitudes variando de 1300 a 1500 metros aproximadamente.

O Vale Anticlinal do Rio das Velhas está situado na porção leste do PESRM, é sustentado por xistos e filitos do Grupo Nova Lima. Apresenta um relevo predominantemente constituído por morros de topos alinhados, formando pequenas cristas e vertentes de geometria retilínea a côncava, bastante dissecadas, com altitudes variando entre 1000 e 1300 metros (CPRM, 2005).

Portanto, o PESRM apresenta relevo irregular, com topografia que varia de suaves colinas levemente onduladas a trechos bastantes acidentados, com altitudes variando de 900 a 1500 metros aproximadamente. Na Figura 5 é apresentado o mapa de altimetria do PESRM.

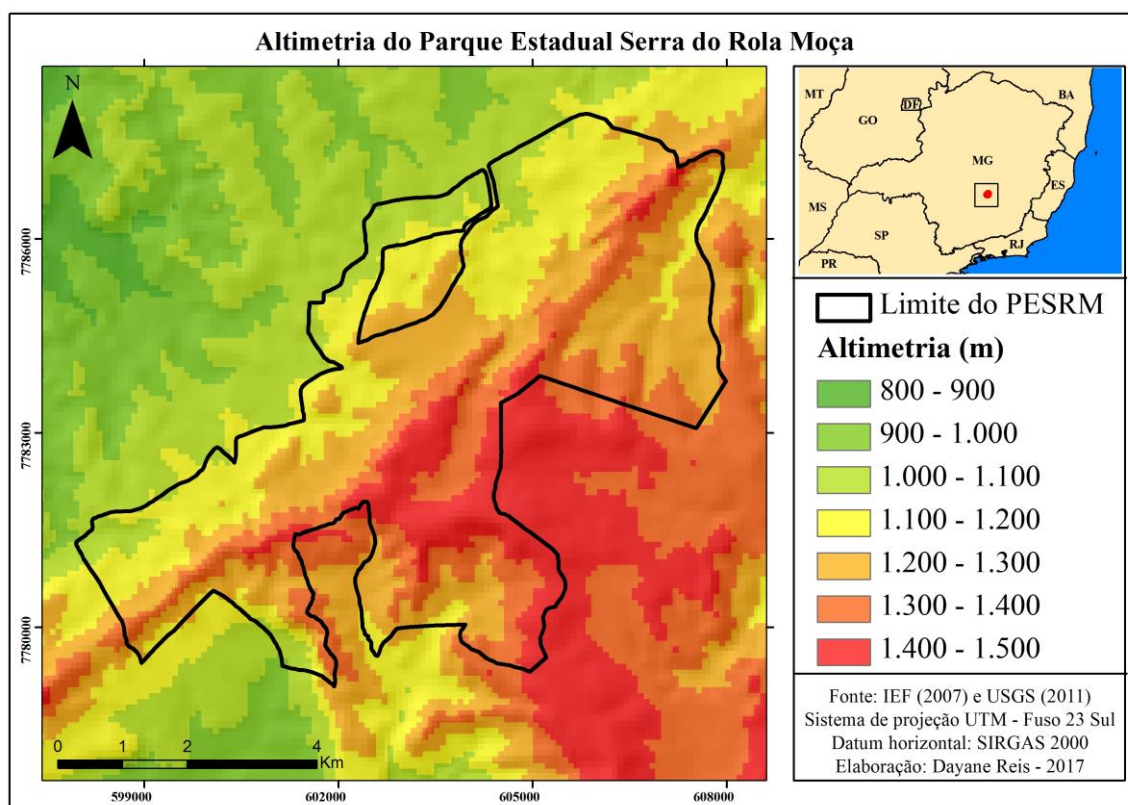


Figura 5 - Mapa de altimetria do PESRM.

De acordo com o mapeamento realizado pela CPRM (2005) para o projeto APA Sul RMBH, foram identificadas as seguintes classes de solos na área do PESRM:

Cambissolos, Latossolos, Nesossolos, Afloramentos de Rochas, Exposição de Canga e Área Urbana. Na Figura 6 é apresentado o mapa pedológico do PESRM.

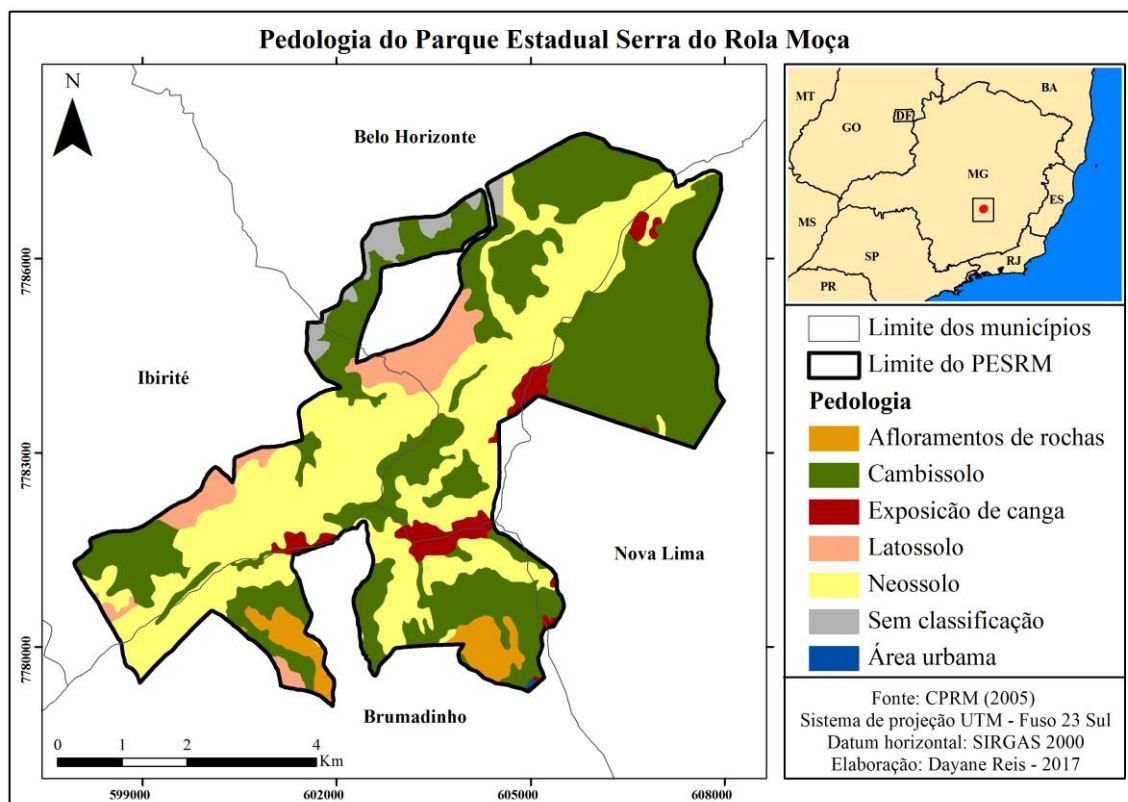


Figura 6 - Mapa de pedologia do PESRM.

Os Cambissolos e Neossolos ocupam uma área de 85,61%, sendo as classes de maior ocorrência no PESRM, apresentam grande concentração de minerais, são poucos evoluídos, rasos e com baixa resistência ao intemperismo, o desenvolvimento desses solos está relacionado a relevos movimentados. Os Latossolos ocupam uma área de 5,59%, e são solos minerais, muito evoluído e profundo, ocorre em áreas relacionadas ao itabirito, com avançado estágio de intemperismo e tem grande resistência aos processos erosivos. O desenvolvimento desse tipo de solo ocorre em diversas posições no relevo desde o suave ondulado até o montanhoso. Os Afloramentos de Rochas e as Exposições de Canga ocupam uma área de 6,57% da área de estudo, e estão associados com os solos rasos e pedregosos, ocorre em áreas desprovidas de vegetação, deixando exposta a rocha (CPRM, 2005).

Em função das particularidades do meio abiótico e por encontrar-se em uma área de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, sendo estes os fatores determinantes para a biodiversidade encontrada no PESRM. Conforme o mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Parque Estadual Serra do Rola Moça e Zona de Amortecimento, elaborado por Salles (2013), ocorre as seguintes fitofisionomias: Campo Cerrado, Campo Sujo, Campo Rupestre sobre Canga, Campo Rupestre sobre Quartzito e Floresta Estacional Semidecidual. Na Figura 7 é apresentado o mapa de cobertura vegetal do PESRM.

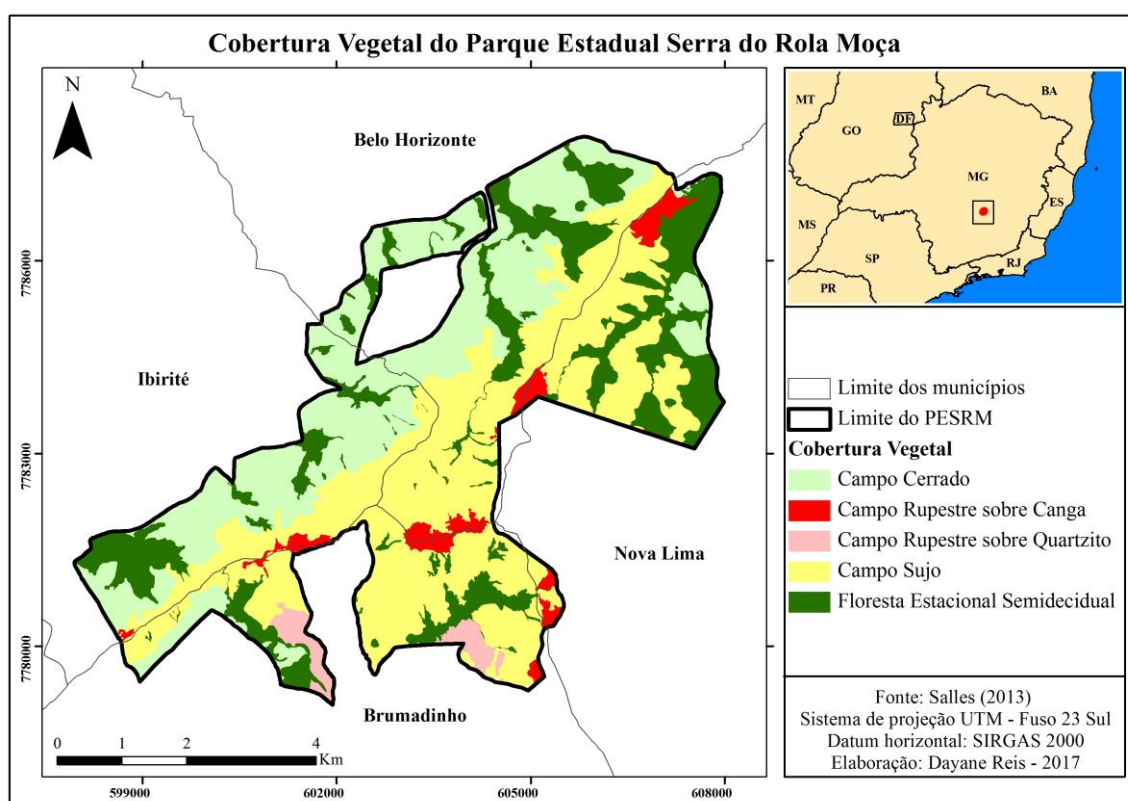


Figura 7 - Mapa de cobertura vegetal do PESRM.

O Campo Cerrado ocupa uma área de 31,34% do PESRM, é geralmente encontrado sobre as encostas das serras e é composto por espécies arbóreas de pequeno porte. O Campo Sujo é composto por espécies gramíneo-lenhosa, sendo encontradas nas cotas mais elevadas, recobrando relevos fortemente ondulados, como as cristas e vertentes de serras, ocupando uma área de 41,28%. O Campo Rupestre sobre Canga e Quartzito, geralmente estão localizados sobre as cristas das serras, ocorrem em solos escassos, nas

fendas e gretas dos afloramentos de rochas, somam 5,82% da área de estudo. A Floresta Estacional Semidecidual, ocorre nas proximidades das serras, nos fundos de vales e nas margens de cursos d'água, recobrando relevos suavemente ondulados, topos e vertentes de morro, ocupando uma área de 21,53% (SALLES, 2013).

### **3.3 Uso turístico**

O PESRM possui o programa de visitação e uso público, que foi subdividido em três categorias sendo: uso turístico, uso técnico e uso científico, que estão sob administração do Instituto Estadual de Floresta de Minas Gerais (IEF/MG).

O uso turístico é composto por atividades recreativas e de educação ambiental. O uso técnico ocorre em áreas de fragilidade do PESRM, e devido a esse motivo recebe somente visitantes especializados (biólogos, geólogos, paleontólogos, etc.). E por fim, o uso científico é permitido somente para pesquisadores, pois ocorre em áreas de extrema fragilidade, sendo proibido para o uso turístico e técnico (MINAS GERAIS, 2007).

Para o uso turístico o PESRM possui três trilhas interpretativas sendo: trilha Travessia, Campo Ferruginoso e Morro III. Ao longo das trilhas é possível encontrar atrativos como mirantes (Três Pedras, Planeta, Jatobá e Morro dos Veados), grutas, mananciais e cachoeiras. São permitidas atividades como caminhadas, ciclismo e esportes.

As atividades de educação ambiental propostas no uso público do PESRM estão ligadas a apreciação e conservação do meio ambiente. No PESRM existe um painel interpretativo localizado no Mirante dos Veados que contém resumidamente informações sobre a geodiversidade presente na área de estudo, porém, o painel se encontra danificado com a presença de pichações.

Portanto, a inclusão do geoturismo nas atividades de uso público do PESRM, se bem planejado, pode resultar na conscientização dos visitantes sobre a importância de se conservar os elementos da geodiversidade.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os materiais e os procedimentos metodológicos que foram utilizados para alcançar os objetivos propostos para esta pesquisa, apresentando subsídios para análise dos dados.

### 4.1 Materiais

Os dados cartográficos utilizados neste estudo foram obtidos do plano de manejo do PESRM, que foi elaborado no ano de 2007 pelo Instituto Estadual de Floresta (IEF) em parceria com a Fundação Biodiversitas. Foram utilizados, também, dados do projeto da Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul RMBH), elaborados no ano de 2005 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em conjunto com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMAD) e a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Os dados disponibilizados estavam em formato vetorial (*shapefile*) nas escalas de mapeamento de 1:50.000, na projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*) e datum SAD 69 (*South American Datum 1969*).

A base de dados de ocorrência de cavernas, no formato vetorial, foi adquirida no Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) do ano de 2017. A cobertura vegetal do PESRM foi adquirida por meio do trabalho elaborado por Salles (2013), mediante processos de vetorização.

E por fim, foram utilizadas as imagens de radar do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que foram obtidas na plataforma *EarthExplorer* do *United States Geological Service* (USGS), que tem resolução de *pixels* de 1 *arc-second*, aproximadamente 30 metros, na projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*) e datum WGS84 (*World Geodetic System 1984*).

Os materiais que foram utilizados para alcançar os objetivos propostos para este estudo foram subdivididos, em grupos, de acordo com suas características específicas e são detalhados a seguir:

#### Dados cartográficos

- Cavernas (CECAV, 2017);
- Cobertura vegetal (SALLES, 2013);
- Estradas pavimentadas, não pavimentadas e trilhas (IEF, 2007);
- Geologia (CPRM, 2005);
- Geomorfologia (CPRM, 2005);
- Hidrogeologia (CPRM, 2005);
- Limite do PESRM (IEF, 2007);
- Pedologia (CPRM, 2005);
- SRTM cartas s21w044 e s21w045 (USGS, 2011).

#### *Softwares*

- ArcGIS 9.3;

#### Equipamentos de campo

- Câmera fotográfica Power Shot SX510 HS;
- GPS Garmin Etrex.

## **4.2 Métodos**

A metodologia utilizada no presente trabalho foi adaptada da proposta elaborada por Sena (2015), para a modelagem do potencial geoturístico, e adaptou-se, também, a proposta de Brilha (2015), para a avaliação dos sítios de geodiversidade com potencial de uso turístico.

O procedimento metodológico utilizado neste estudo é apresentado de forma esquemático no fluxograma da Figura 8 e descrito a seguir.

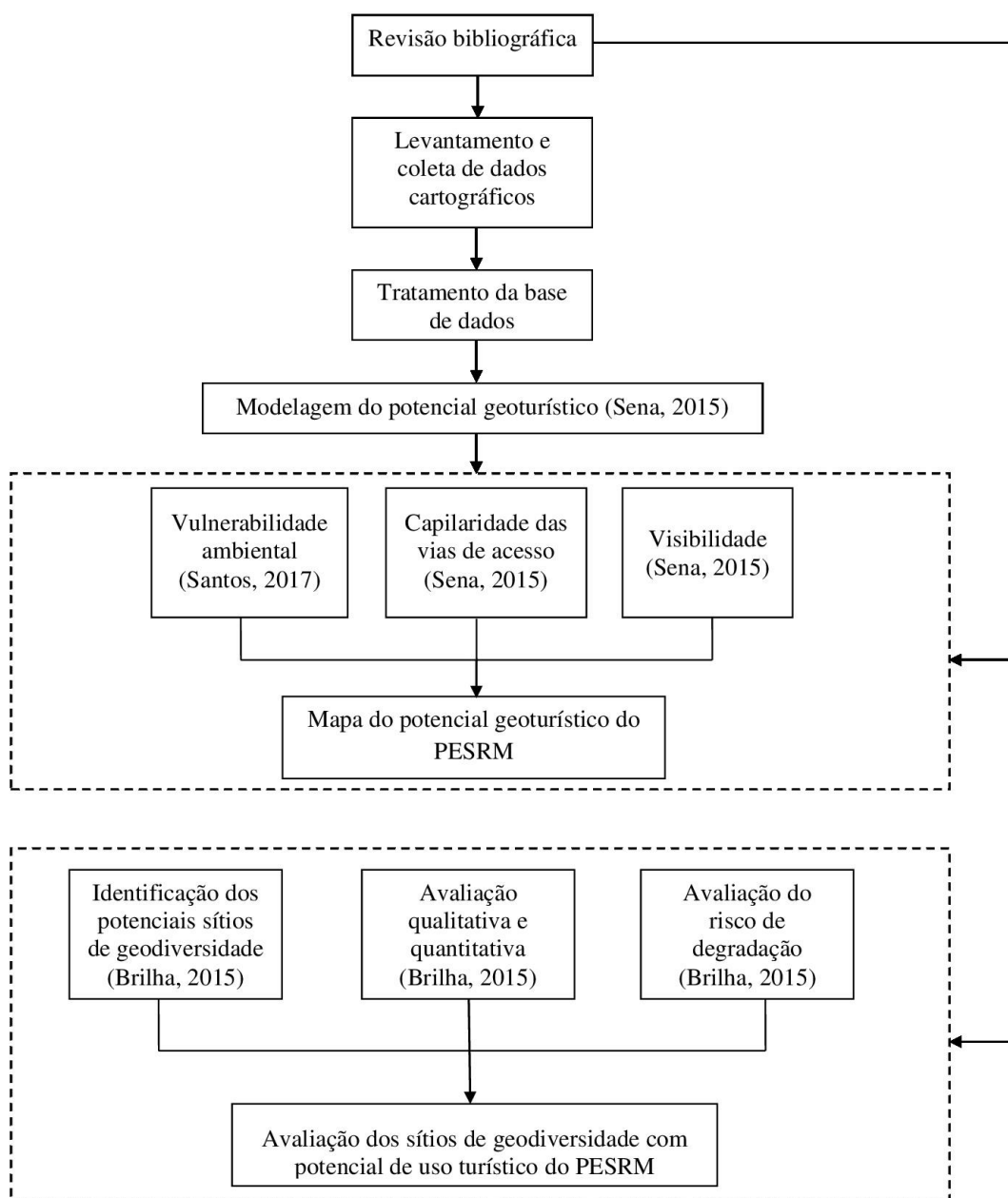


Figura 8 - Fluxograma da metodologia.

#### 4.2.1 Revisão bibliográfica, levantamento e coleta de dados cartográficos

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, no primeiro momento, foi realizada a revisão e análise das teorias relacionadas ao objeto de estudo. Os procedimentos utilizados consistiram em pesquisa bibliográfica, sendo utilizados como fontes: livros, artigos, dissertações e *websites*, que abordavam temas sobre geodiversidade e geoturismo.

Após o levantamento dos principais autores referenciados no tema foi realizado o levantamento e a coleta dos dados cartográficos, conforme já explicado na Seção 4.1.

#### **4.2.2 Tratamento da base de dados**

As bases cartográficas utilizadas neste estudo estavam sobre as mesmas projeções cartográficas, ou seja, na projeção UTM, porém em *datum* diferentes, sendo assim, os dados foram convertidos para o *datum* Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000 UTM Zone 23s), por meio da ferramenta *Project* do pacote de ferramentas *Data Management Tools*.

Em seguida, os dados em formato vetorial foram recortados de acordo com o limite da área de estudo com o auxílio da ferramenta *Clip* do pacote de ferramentas *Analysis Tools*. Os dados em formato *raster*, ou seja, as imagens de radar SRTM foram mosaicadas por meio da ferramenta *Mosaic To new Raster* e, posteriormente, foram recortados com a ferramenta *Extract by Mask* do pacote de ferramentas *Spatial Analyst Tools*. Para os processos envolvendo dados em formato *raster* foram utilizadas células de 30 x 30 metros, esse parâmetro foi escolhido por ajustarem-se as bases de pior escala utilizadas no estudo.

O mapa de cobertura vegetal foi adquirido por intermédio do trabalho elaborado por Salles (2013), a partir da vetorização. O mapa encontrava-se em formato matricial e foi georreferenciado e, em seguida, foi vetorizado e produzido à respectiva tabela de atributos.

Após o tratamento das bases cartográficas deu-se início a elaboração das variáveis que integraram a modelagem do potencial geoturístico.

#### **4.2.3 Modelagem do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça**

A modelagem do potencial geoturístico do PESRM foi adaptada de Sena (2015), e o resultado consiste em um mapa retratando espacialmente o potencial turístico sobre o enfoque da geodiversidade.

Na metodologia proposta por Sena (2015), foram utilizadas as seguintes variáveis: índice de geodiversidade, fragilidade do meio abiótico, capilaridade e visibilidade. Entretanto, para este estudo algumas variáveis foram adaptadas de acordo com a realidade do PESRM. A variável fragilidade do meio abiótico foi substituída pela vulnerabilidade ambiental, considerando os elementos abióticos e bióticos, e foi modelada adaptando a proposta de Santos (2017). Quanto ao índice de geodiversidade, optou-se pela sua não utilização nesta pesquisa, pois a escala de 1:50.000 das bases cartográficas utilizadas, superestima o índice de geodiversidade, visto que a área do PESRM é pequena.

Dessa forma, para a elaboração do mapa do potencial geoturístico do PESRM, foram gerados os seguintes mapas: vulnerabilidade ambiental, capilaridade e visibilidade. Esses mapas foram submetidos a uma análise de multicritérios de forma a modelar o potencial geoturístico.

#### **4.2.3.1 Modelagem da vulnerabilidade ambiental**

O mapa de vulnerabilidade ambiental foi elaborado a partir da adaptação da proposta metodológica apresentada por Santos (2017), que propõe a utilização de componentes abióticas e bióticas, pois estes elementos representam a fragilidade potencial à degradação que o sistema pode sofrer a partir de fatores intrínsecos e de ações antrópicas (SANTOS, 2017). As variáveis abióticas consideradas foram: geologia, geomorfologia e pedologia. E a variável biótica analisada foi cobertura vegetal.

Inicialmente as variáveis: geologia, pedologia e cobertura vegetal encontravam-se em formato vetorial, sendo assim, estes foram convertidos para o formato matricial (*raster*) com células de 30 metros, por meio da ferramenta *Polygon to Raster* do pacote de ferramentas *Conversion Tools*. Em seguida, foram atribuídas notas, para cada atributo das variáveis, que foi adaptada do estudo de Santos (2017) e Crepani et al. (2001), esses autores atribuíram notas que variam de 1 a 3, sendo que, os valores maiores foram atribuídos para os dados mais frágeis e os menores para os menos frágeis. Dessa forma, o resultado final refletiu na contribuição de cada atributo na definição do grau de

vulnerabilidade do PESRM. Na Tabela 1 são apresentados as variáveis e seus atributos e as respectivas notas atribuídas.

Tabela 1 - Notas atribuídas aos atributos das variáveis: geologia, pedologia e cobertura vegetal.

<b>Geologia (Litologia)</b>	<b>Notas</b>
Argila e grãos de quartzo, hematita e limonita	1,0
Dolomito, calcário, itabirito e filito	3,0
Filito	2,3
Itabirito	2,0
Migmatitos e gnaisses	1,3
Óxido de ferro em concentrações supergênicas e fraturas e falhas com concreções ferruginosas	1,0
Quartzito	2,1
Quartzito, filito, filito grafitoso, xisto e talco xisto	2,1
Xisto metassedimentar, xisto metavulcânico e filito	2,3
<b>Pedologia (Unidades de solo)</b>	<b>Nota</b>
Afloramento de rocha	1,0
Cambissolo	2,0
Exposição de canga	1,0
Latossolo	1,0
Neossolo	3,0
Sem classificação	3,0
Urbano	3,0
<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Nota</b>
Campo Cerrado	2,1
Campo Rupestre sobre Canga	2,5
Campo Rupestre sobre Quartzito	2,5
Campo Sujo	2,5
Floresta Estacional Semidecidual	1,4

Fonte: adaptado de Crepani et al. (2001) e Santos (2017).

Para a confecção da variável geomorfologia, conforme sugerido por Santos (2017), foi elaborado o Índice de Concentração de Rugosidade (ICR), adaptado da proposta metodológica de Sampaio e Augustin (2014). O ICR possibilita a compartimentação e quantificação do relevo a partir da análise da distribuição espacial (dispersão/concentração) da declividade, considerando seus valores no espaço tridimensional (SAMPAIO e AUGUSTIN, 2014).

Para a elaboração do ICR, foi necessário gerar a declividade do PESRM que foi calculado em porcentagem e, para isso, foram utilizadas imagens SRTM com resolução de 30 metros. Posteriormente, a declividade foi convertida para o formato de pontos (vetorial) por meio da ferramenta *Raster to Point* do pacote de ferramentas *Conversion Tools*. O ICR foi calculado utilizando-se o estimador de densidade *kernel Density* do pacote de ferramentas do *Spatial Analyst Tools*, aplicando-o sobre os pontos, cujos valores são representativos da declividade.

Os parâmetros exigidos na aplicação do *Kernel Density* são tamanho do *pixel* e raio de busca. Neste trabalho, utilizou-se o tamanho de 30 metros para o *pixel*, mantendo assim o padrão com as demais bases utilizadas. Para calibrar o raio de busca na elaboração do ICR foram testados diferentes valores de raios começando pelo valor de 564 metros, conforme sugerido por Sampaio e Augustin (2014), chegando-se ao valor de 282 metros que apresentou a melhor resposta a análise da distribuição espacial do relevo do PESRM.

O mapa resultante deste processo foi reclassificado utilizando o método Quantil (*Quantile*) em cinco classes. Em seguida, foram atribuídas notas a cada uma das classes, conforme Santos (2017), que atribuiu maiores valores para as classes que indicam alta rugosidade e, por consequência, contribuiu para aumentar a vulnerabilidade da área de estudo. Na Tabela 2 são apresentadas as notas atribuídas a cada classe do Índice de Concentração de Rugosidade.

Tabela 2 - Notas atribuídas à variável concentração de rugosidade.

<b>Índice concentração de rugosidade</b>	<b>Nota</b>
Muito baixa	1,0
Baixa	1,5
Média	2,0
Alta	2,5
Muito alta	3,0

Fonte: Santos (2017).

Por fim, as variáveis geologia, pedologia, geomorfologia (ICR) e cobertura vegetal foram submetidas à análise de multicritérios e, para tal, utilizou-se a ferramenta *Raster Calculator* do pacote de ferramentas *Spatial Analyst*, onde foram atribuídos os pesos de

cada variável, conforme Santos (2017), e que refletiu na influência do grau de vulnerabilidade do PESRM. Os pesos utilizados nesse processamento são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Pesos atribuídos às variáveis da vulnerabilidade ambiental do PESRM.

<b>Variáveis</b>	<b>Peso</b>
Geologia	28%
Geomorfologia	12%
Pedologia	20%
Cobertura vegetal	40%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fonte: Santos (2017).

Dessa forma, obteve-se o mapa de vulnerabilidade ambiental do PESRM que foi reclassificado utilizando o método das Quebras Naturais (*Natural Breaks*) em cinco classes: muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo.

#### **4.2.3.2 Modelagem da capilaridade das vias de acesso**

O mapa de capilaridade visa representar espacialmente a possibilidade de se percorrer a área de estudo e, assim, ter acesso aos sítios de geodiversidade, por meio das estradas e trilhas (Sena, 2015).

Para a confecção da capilaridade foram utilizadas as bases cartográficas das estradas pavimentadas, não pavimentadas e trilhas pertencentes ao plano de manejo do PESRM, posteriormente foi utilizado o estimador estatístico *Kernel Density* do pacote de ferramentas do *Spatial Analyst Tools*, para a estimação da densidade das vias. São exigidos dois parâmetros para aplicação do *Kernel*, que são o tamanho do *pixel* de saída e o raio de busca. O *pixel* de saída utilizado foi o de 30 metros, mantendo assim o padrão em relação às bases utilizadas no trabalho, e o raio de busca utilizado foi de 250 metros, conforme proposto por Santos (2017), que utilizou esse valor de raio para estimar a capilaridade das vias de acessos do Parque Nacional da Serra do Gandarela (PNSG).

O mapa resultante desse processo foi reclassificado em três classes: baixo, médio e alto, utilizando as Quebras Naturais (*Natural Breaks*) como parâmetro estatístico para a determinação dos limites entre as classes.

#### **4.2.3.3 Modelagem da visibilidade da paisagem**

A visibilidade pode ser compreendida como o espaço entre o observador e a paisagem, ou seja, o território que pode ser visto a partir de um ponto ou área determinada (MORLÁNS, 2009).

Levando em consideração este conceito, o mapa de visibilidade foi elaborado a partir do cruzamento dos dados de SRTM e pontos de observação da paisagem, ou seja, foram considerados os locais com mirantes (Casa Branca, Estrada Velha, Jatobá, Morro dos Veados, Planeta e Três Pedras). Para obter a visibilidade da paisagem do PESRM utilizou-se a ferramenta *Viewshed* do pacote de ferramentas do *Spatial Analyst Tools*, conforme proposto por Sena (2015). Esta ferramenta exigiu como parâmetro o *z-factor* que corresponde ao fator de conversão do modelo *raster* em combinação com os pontos de observação, se os dois dados possuírem a mesma unidade de medida, deve-se utilizar o valor 1. Neste trabalho utilizou-se este valor, pois os dados estavam na mesma medida. Ao cruzar os dados, o modelo *raster* que foi gerado recebeu dois valores, ou seja, os *pixels* com visibilidade receberam valor 1 e os não visíveis receberam valor 0.

O mapa resultante desse processo foi reclassificado com o método das Quebras Naturais (*Natural Breaks*) em duas classes, gerando como resultado os locais visíveis e não visíveis na paisagem.

#### **4.2.3.4 Cruzamento dos dados**

Após a construção das quatro variáveis (vulnerabilidade ambiental, capilaridade e visibilidade), essas foram submetidas ao processo de álgebra de mapas por meio da equação de soma, cujo objetivo é realizar o cruzamento das variáveis obtendo como resultado o potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça.

Inicialmente foi necessário reclassificar, ou seja, atribuir notas as classes de cada uma das variáveis, desse modo, foi utilizada a ferramenta *Reclassify* do pacote de

ferramentas do *Spatial Analyst*. Para o mapa de vulnerabilidade ambiental, foram atribuídos valores menores para as classes mais altas e maiores para os menos vulneráveis. Para as demais variáveis foram atribuídos valores maiores para as classes mais altas e menores para as classes mais baixas. Na Tabela 4 são apresentadas as notas utilizadas, conforme proposto por Sena (2015).

Tabela 4 - Notas atribuídas às variáveis após reclassificação.

<b>Vulnerabilidade ambiental</b>	<b>Nota</b>
Muito alto	1
Alto	2
Médio	3
Baixo	4
Muito baixo	5
<b>Capilaridade</b>	<b>Nota</b>
Alto	5
Médio	3
Baixo	1
<b>Visibilidade</b>	<b>Nota</b>
Visível	5
Não visível	1

Fonte: Sena (2015).

Em seguida, as variáveis foram equacionadas em uma álgebra de mapas, por meio da ferramenta *Raster Calculator* do pacote *Spatial Analyst*, onde foram atribuídos os pesos de cada uma das variáveis, adaptado da proposta de Sena (2015). Na tabela 5 são apresentados os pesos utilizados.

Tabela 5 - Pesos atribuídos às variáveis do potencial geoturístico do PESRM.

<b>Variáveis</b>	<b>Pesos</b>
Vulnerabilidade ambiental	36,68%
Capilaridade	33,26%
Visibilidade	30,06%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fonte: Adaptado de Sena (2015).

O mapa resultante desse processo foi reclassificado com o método das Quebras Naturais (*Natural Breaks*) em cinco classes: muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo de modo a representar o potencial geoturístico do PESRM.

#### **4.2.4 Avaliação dos potenciais sítios de geodiversidade**

Esta etapa constituiu na identificação, caracterização e avaliação qualitativa e quantitativa dos sítios de geodiversidade, por meio da adaptação da metodologia proposta por Brilha (2015), que foi adaptada com o objetivo de adequar a realidade da área de estudo. Portanto, a primeira etapa constituiu na identificação e na avaliação qualitativa dos sítios e é descrita na Seção 4.2.4.1, posteriormente, foi realizado a quantificação do potencial de uso turístico e do risco de degradação que são detalhados na Seção 4.2.4.2

##### **4.2.4.1 Identificação e avaliação qualitativa dos sítios de geodiversidade**

A identificação dos sítios de geodiversidade foi realizada, primeiramente, por intermédio de pesquisa bibliográfica, sendo utilizado como fontes o plano de manejo do PESRM, dissertações e artigos publicados sobre a área de estudo. Em seguida, foi efetuada uma consulta aos especialistas do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV)<sup>1</sup>, que trabalham no PESRM, para identificação de possíveis cavernas que apresentassem condições para constituir sítios de geodiversidade para o uso turístico. Foi utilizado, também, o mapa do potencial geoturístico do PESRM, elaborado conforme explicado na Seção 4.2.3, como base espacial de análise para ajudar na seleção dos sítios.

Por último, foram realizados dois trabalhos de campo para avaliação qualitativa dos sítios com potencial de uso turístico, por meio de uma ficha de caracterização proposta por Brilha (2015) (Anexo I). Este autor sugere que a avaliação seja feita com base nos parâmetros referentes ao cenário, potencial interpretativo, acessibilidade e segurança, e de acordo com Brilha (2015), esses parâmetros podem ser compreendidos como:

- Cenário: está associado à beleza dos elementos da geodiversidade;

---

<sup>1</sup> CECAV – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas é o centro especializado do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que atua no estudo, proteção e manejo do patrimônio espeleológico brasileiro, por meio do diagnóstico da situação das cavidades e do monitoramento das empresas e atividades que colocam em risco as cavernas (ICMBio, 2017). Em 2014, foi inaugurada uma base avançada do CECAV no PESRM, com o objetivo de contribuir na elaboração de ações de proteção ao patrimônio espeleológico em Minas gerais.

- Potencial interpretativo: está relacionado à capacidade de um elemento da geodiversidade ser facilmente compreendido por leigos;
- Acessibilidade: está associado às condições de acesso (estradas ou trilhas), considerando as dificuldades e o tempo para se chegar ao sítio;
- Segurança: está relacionado às condições de visita ao sítio, considerando-se o menor risco para as pessoas que o acessam.

Os sítios de geodiversidade com alto potencial de uso turístico, segundo Brilha (2015), serão aqueles que apresentarem grande beleza cênica, elementos da geodiversidade que possam ser facilmente observados e compreendidos por leigos e ter boas condições de segurança e acesso rápido.

#### **4.2.4.2 Quantificação dos sítios de geodiversidade**

Após a identificação e o preenchimento das fichas de caracterização dos sítios, descritos na Seção anterior, foi realizada avaliação quantitativa, dando-se início ao processo de atribuição de notas para cada sítio de geodiversidade. Os critérios utilizados foram adaptados do trabalho de Brilha (2015), que apresenta uma proposta de quantificação baseada em três fatores: Potencial de Uso Didático (PUD), Potencial de Uso Turístico (PUT) e Risco de Degradação (RD).

De acordo com a proposta de quantificação de Brilha (2015), os critérios: vulnerabilidade, acessibilidade, limitações de uso, segurança, logística, densidade populacional, associação com outros valores, cenário, singularidade e condições de observação são iguais para o PUD e PUT. Entretanto, existem outros critérios específicos para cada tipo de uso sendo, potencial didático e diversidade geológica/geomorfológica para o PUD e, potencial interpretativo, nível econômico e proximidades a áreas recreativas para o PUT.

Cada um destes critérios foi subdividido em quatro subcritérios que foram pontuados de 1 a 4, sendo que, para o PUD e PUT, a nota 1 corresponde a baixa possibilidade de uso e a nota 4 corresponde a alta possibilidade de uso. A quantificação de Brilha (2015) foi pensada e elaborada para o uso didático e turístico, mas como este trabalho tem como

foco a possibilidade de uso turístico, sem analisar os possíveis usos didáticos, foram realizadas algumas adaptações nos critérios proposto por Brilha (2015), levando em consideração a escala da área de estudo.

Brilha (2015) propõe 13 critérios para a avaliação quantitativa do PUT, destes, apenas o critério singularidade que não foi utilizado. O item singularidade foi retirado da avaliação, pois Brilha (2015) analisa os elementos da geodiversidade comparando-os a nível regional, nacional e internacional, o que não corresponde à realidade da área de estudo, uma vez que, alguns dos sítios do PESRM são poucos conhecidos no Estado.

No critério vulnerabilidade o autor analisa o risco de deterioração dos sítios em decorrência de seu uso por atividade antrópica. Como o foco desta pesquisa é o uso turístico optou-se pela substituição do termo “atividade antrópica” pelo termo “atividade turística”, sendo assim, a vulnerabilidade dos sítios de geodiversidade foram analisados em função apenas do uso turístico.

No critério acessibilidade Brilha (2015) considera a possibilidade dos sítios serem acessados por meio de ônibus em estradas asfaltadas. Porém, a infraestrutura de acesso do PESRM é constituída, em sua maior parte, por estradas não pavimentadas, ou seja, por estradas de terra que se encontram em bom estado de conservação. No entanto, em algumas, não é possível o tráfego de ônibus, sendo uma realidade diferente do padrão analisado por Brilha (2015). Portanto, para este estudo propõe-se que os sítios sejam acessados com veículos de passeio ou 4x4. A acessibilidade foi avaliada com o auxílio da ficha de caracterização dos sítios de geodiversidade (Anexo I), que foi preenchida durante o trabalho de campo, analisando o estado de conservação das estradas. E para o cálculo das distâncias entre os sítios e as estradas utilizou-se a ferramenta *Buffer* do *software* ArcGIS 9.3. Foi utilizado como medida um raio de 100 metros em torno das estradas.

O critério limitações de uso permaneceu conforme a proposta de Brilha (2015), que avalia a existência de possíveis obstáculos (legal, geográfico, meteorológico, etc) que podem dificultar o desenvolvimento de atividades turísticas. A avaliação deste critério foi realizada por meio de trabalho de campo utilizando-se a ficha de caracterização dos sítios de geodiversidade (Anexo I).

O critério segurança também permaneceu conforme a proposta de Brilha (2015). Este item analisa a existência de estruturas de segurança nos sítios como escadas, corrimãos, cercas e cobertura de telefonia celular, incluindo a distância dos sítios aos serviços de saúde de emergência. A quantificação deste critério foi realizada por meio de trabalho de campo, e para medir as distâncias entre os sítios e os serviços de emergência em saúde situados nos municípios que fazem limite com o PESRM, foi utilizado a ferramenta *Point Distance* do *software* ArcGIS 9.3. O levantamento dos estabelecimentos de emergência foi realizado no *site* do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) (Anexo IV).

O critério logística foi dividida em duas partes sendo: segmentos de hospedagem e segmentos de alimentação. Estes dois critérios foram divididos para facilitar na avaliação quantitativa e espacial dos sítios. Para análise destes dois itens, primeiramente, foi realizado o levantamento de todos os segmentos de hospedagem e alimentação dos municípios de Brumadinho, Ibirité e Nova Lima, por meio do Inventário da Oferta Turística (INVITUR)<sup>2</sup>. O INVITUR foi disponibilizado pela Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais (SETUR-MG). O município de Belo Horizonte não possui inventário, dessa forma, os registros dos serviços de hospedagem foram obtidos na Secretaria Municipal Adjunta de Regulação Urbana (SMARU). E os serviços de alimentação foram adquiridos no *site* da Empresa Municipal de Turismo de Belo Horizonte (BELOTUR).

Em posse destes dados, os mesmos foram analisados espacialmente com base no conceito elaborado por Boullón (2002) de corredores turísticos de traslado, que são vias de conexão entre zonas, áreas e atrativos. Para Boullón (2002), é importante que os equipamentos turísticos, como posto de gasolina, hotéis, restaurantes, dentre outros, estejam nos corredores de traslado. Ainda segundo o autor existe um raio de influência de 3 km entre os atrativos turísticos e os corredores de traslado. Dessa forma, para quantificação destes dois critérios, foram analisadas as distâncias dos sítios aos

---

<sup>2</sup> O INVITUR consiste no levantamento e na identificação dos atrativos turísticos, dos serviços e equipamentos e da infraestrutura de apoio ao turismo, para fins de planejamento e gestão da atividade turística (MTur, 2006).

segmentos de hospedagem e alimentação, utilizando a ferramenta *Point Distance* do software ArcGIS 9.3.

O critério densidade populacional avalia a distribuição da população residente nos municípios que fazem limite com o PESRM. Dessa forma, este item busca analisar a quantidade de habitantes por quilômetro quadrado, como fonte de potenciais visitantes dos sítios. A avaliação deste critério foi obtida com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2010.

No critério associação com outros valores, Brilha (2015) analisa a ocorrência de valores ecológicos e culturais e suas distâncias em quilômetros em relação aos sítios de geodiversidade. Desde modo, este item passou por um ajuste na quantidade de ocorrência de valores ecológicos e culturais, sem avaliar sua distância em quilômetros ao sítio.

No critério cenário Brilha (2015) avalia a beleza cênica dos sítios de geodiversidade e sua utilização como destino turístico. Porém, as iniciativas de turismo que ocorrem no PESRM tem um envolvimento local. Levando em conta este fator, os subcritérios que foram utilizados neste item seguiu a proposta de Santos (2017), que analisou o potencial didático do Parque Nacional da Serra do Gandarela (PNSG) e adaptou esse critério de Brilha (2015). Santos (2017) analisa os sítios que apresentam boas condições para visualização da paisagem onde estão inseridos e de seu entorno, favorecendo uma interpretação mais abrangente e holística dos elementos da paisagem.

Os critérios condições de observação e potencial interpretativo tiveram um ajuste conceitual, pois os indicadores (subcritérios) que Brilha (2015) propõem para a análise desses critérios, indicam uma ênfase exclusivamente aos elementos geológicos, destacando apenas esta categoria da geodiversidade. Portanto, optou-se por utilizar o termo “elementos da geodiversidade”, onde se inserem também as feições geológicas, geomorfológicas, pedológicas, entre outros.

O critério nível econômico analisa o nível de renda das famílias que moram nos municípios próximos aos sítios. Assim sendo, a quantificação deste critério, foi realizado de acordo com o salário médio mensal das famílias que moram nos

municípios que fazem limite com o PESRM. A mensuração deste item foi obtida com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2015.

E por fim, no critério proximidade a áreas recreacionais, Brilha (2015) analisa a proximidade dos sítios com outros atrativos turísticos de localidades circunvizinhas. Entretanto, esse critério foi substituído por proximidades a outros sítios de geodiversidade. Essa substituição foi realizada levando em consideração a proposta de Santos (2017) que avalia a proximidade entre os sítios, facilitando a utilização de maior número deles em uma mesma visita, aumentando o tempo disponível dos turistas. Para a quantificação deste item foi utilizado a ferramenta *Point Distance* do ArcGIS 9.3.

Na Tabela 6 são apresentados os critérios e as notas da quantificação adaptada de Brilha (2015).

Tabela 6 - Critérios para avaliação quantitativa do potencial de uso turístico.

<b>Potencial de Uso Turístico (PUT)</b>	
<b>Critérios/Indicadores</b>	<b>Notas</b>
<b>A. Vulnerabilidade</b>	
Os elementos da geodiversidade do sítio não apresentam possibilidade de deterioração por atividade turística.	4
Existe a possibilidade de deterioração de elementos da geodiversidade secundários pela atividade turística.	3
Existe a possibilidade de deterioração dos principais elementos da geodiversidade pela atividade turística.	2
Existe a possibilidade de deterioração de todos os elementos da geodiversidade pela atividade turística.	1
<b>B. Acessibilidade</b>	
Sítio localizado a menos de 100 metros de uma estrada acessível para veículos do tipo passeio.	4
Sítio localizado a menos de 300 metros de uma estrada acessível para veículos do tipo passeio.	3
Sítio localizado a menos de 100 metros de uma estrada acessível por veículo 4x4.	2
Sítio sem acesso direto por estrada, sendo necessário caminhar em trilhas.	1
<b>C. Limitações de uso</b>	
O sítio não tem limitações de uso para turistas e estudantes.	4
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas, mas apenas ocasionalmente.	3
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas, mas somente após superar algumas limitações (legal, geográfica, meteorológica, etc.).	2
O uso por estudantes e turistas é difícil de alcançar devido a dificuldades das limitações (legal, geográfica, meteorológica, etc.).	1

<b>D. Segurança</b>	
Sítio com estrutura de segurança (cercas, escadas, corrimãos, etc.), cobertura de telefonia celular e localizado a menos de 5 km de serviços de emergência.	4
Sítio com estrutura de segurança (cercas, escadas, corrimãos, etc.), cobertura de telefonia celular e localizado a menos de 25 km de serviços de emergência.	3
Sítio sem estrutura de segurança, mas com cobertura de telefonia celular e localizado a menos de 50 km de serviços de emergência.	2
Sítio sem estrutura de segurança, sem cobertura de telefonia celular e localizado a mais de 50 km de serviço de emergência.	1
<b>E. Segmentos de hospedagem</b>	
Ocorre três ou mais segmentos de hospedagem a menos de 5 km.	4
Ocorre um ou mais segmentos de hospedagem a menos de 10 km.	3
Ocorre um ou mais segmentos de hospedagem a menos de 20 km.	2
Ocorre um ou mais segmentos de hospedagem a menos de 30 km.	1
<b>F. Segmentos de alimentação</b>	
Ocorre três ou mais segmentos de alimentação a menos de 5 km.	4
Ocorre um ou mais segmentos de alimentação a menos de 10 km.	3
Ocorre um ou mais segmentos de alimentação a menos de 20 km.	2
Ocorre um ou mais segmentos de alimentação a menos de 30 km.	1
<b>G. Densidade populacional</b>	
Sítio localizado em um município com mais de 1000 hab/km <sup>2</sup> .	4
Sítio localizado em um município com 250 a 1000 hab/km <sup>2</sup> .	3
Sítio localizado em um município com 100 a 250 hab/km <sup>2</sup> .	2
Sítio localizado em um município com menos de 100 hab/km <sup>2</sup> .	1
<b>H. Associação com outros valores</b>	
Ocorre a presença de três valores ecológicos e culturais, próximo ao sítio analisado.	4
Ocorre a presença de dois valores ecológicos e culturais, próximo ao sítio analisado.	3
Ocorre a presença de um valor ecológico e um valor cultural, próximo ao sítio analisado.	2
Ocorre a presença de um valor ecológico ou cultural, próximo ao sítio analisado.	1
<b>I. Cenário</b>	
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 da paisagem.	1
<b>J. Condições de observação</b>	
Todos os elementos da geodiversidade apresentam boas condições de observação.	4
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos	3

da geodiversidade.	
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação dos principais elementos da geodiversidade.	2
Existem alguns obstáculos que obstruem a observação dos principais elementos da geodiversidade.	1
<b>K. Potencial interpretativo</b>	
O sítio apresenta elementos da geodiversidade de uma forma clara e expressiva para todos os tipos de público.	4
O público necessita de um conhecimento básico para compreender os elementos da geodiversidade do sítio.	3
O público necessita de um conhecimento sólido para compreender os elementos da geodiversidade do sítio.	2
O sítio apresenta elementos da geodiversidade compreensíveis apenas por especialistas.	1
<b>L. Nível Econômico</b>	
Sítio localizado em um município com renda familiar superior a três salários mínimos.	4
Sítio localizado em um município com renda familiar de três salários mínimos.	3
Sítio localizado em um município com renda familiar de dois salários mínimos.	2
Sítio localizado em um município com renda familiar de um salário mínimo.	1
<b>M. Proximidade a outros sítios de geodiversidade</b>	
Ocorre a presença de três ou mais sítios em um raio de 1 km, além do sítio analisado.	4
Ocorre a presença de dois sítios em um raio de 1 km, além do sítio analisado.	3
Ocorre a presença de um ou mais sítios em um raio de 2 km, além do sítio analisado.	2
Ocorre a presença de um ou mais sítios em um raio de 3 km, além do sítio analisado.	1

Fonte: Adaptado de Brilha (2015).

Para cada um dos critérios da quantificação, foram atribuídos pesos, de acordo com sua importância para analisar o potencial de uso turístico, dessa forma, deu-se início a segunda etapa do processo de quantificação dos sítios que constituiu na ponderação dos critérios. Os pesos atribuídos a cada um dos critérios foram adaptados de Brilha (2015), e são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Critérios do potencial de uso turístico e seus respectivos pesos.

<b>Potencial de Uso Turístico (PUT)</b>	
<b>Critérios</b>	<b>Pesos</b>
A. Vulnerabilidade	10
B. Acessibilidade	10
C. Limitações de uso	5
D. Segurança	10
E. Segmentos de hospedagem	5
F. Segmentos de alimentação	5
G. Densidade populacional	5
H. Associação com outros valores	5
I. Cenário	15
J. Condições de observação	5
K. Potencial interpretativo	10
L. Nível Econômico	5
M. Proximidade a outros sítios de geodiversidade	10
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Brilha (2015).

#### **4.2.4.3 Quantificação do risco de degradação dos sítios de geodiversidade**

Para a avaliação e quantificação do risco de degradação (RD), Brilha (2015) propõe cinco critérios: deterioração dos elementos geológicos, proximidade a áreas/atividades com potencial causa de degradação, proteção legal, acessibilidade e densidade populacional.

Cada um destes critérios foi subdividido em quatro subcritérios que receberam notas que variam de 1 a 4, e quanto menor a nota atribuída menor é o risco de degradação, e quanto maior a nota atribuída maior é o risco de degradação dos sítios. Para este trabalho, utilizaram-se os mesmos critérios propostos por Brilha (2015), contudo, foram realizadas algumas adaptações nos indicadores (subcritérios) dos itens deterioração dos elementos geológicos e acessibilidade para melhor adequação à realidade da área de estudo.

O critério deterioração dos elementos geológicos passou por um ajuste conceitual, sendo que, foi trocado o termo “elementos geológicos”, pelo termo “elementos da geodiversidade”, onde se inserem também as feições geológicas, geomorfológicas, entre outros. Neste item, Brilha (2015) analisa a vulnerabilidade dos sítios a partir das

características intrínsecas e das ações antrópicas. E para mensuração deste critério foi utilizado o mapa de vulnerabilidade ambiental, onde foram identificados os sítios que estavam localizados em áreas de grande vulnerabilidade.

O critério acessibilidade foi analisado por Brilha (2015), considerando que um sítio que tenha um fácil acesso é mais provável de ser danificado por uso indevido dos visitantes do que um com difícil acesso. Portanto, a acessibilidade foi avaliada por meio das distâncias entre os sítios e as estradas pavimentadas e não pavimentadas, sendo que, quanto menor a distância entre o sítio e a estrada, maior foi a nota atribuída e, conseqüentemente, maior será o risco de degradação, e quanto maior a distância, menor foi a nota atribuída, assim, o risco de degradação será menor.

O critério proximidade a áreas/atividades com potencial causa de degradação e o critério proteção legal foram avaliados, por meio de trabalho de campo, utilizando-se a ficha de caracterização dos sítios de geodiversidade (Anexo I).

No critério densidade populacional Brilha (2015) avalia a distribuição da população que residem próximos aos sítios e que podem causar degradação devido ao uso inapropriado (vandalismo, roubo, etc). A avaliação deste critério considerou a população residente dos municípios que fazem limite com o PESRM, e estes dados foram obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2010.

Na Tabela 8 são apresentados os critérios e os indicadores utilizados no risco de degradação.

Tabela 8 - Critérios para a avaliação do risco de degradação.

<b>Risco de Degradação (RD)</b>	
<b>Critérios/Indicadores</b>	<b>Notas</b>
<b>A. Deterioração dos elementos da geodiversidade</b>	
Sítio localizado em áreas com grau de vulnerabilidade muito alto e alto.	4
Sítio localizado em áreas com grau de vulnerabilidade médio.	3
Sítio localizado em áreas com grau de vulnerabilidade baixo.	2
Sítio localizado em áreas com grau de vulnerabilidade muito baixo.	1
<b>B. Proximidade a áreas/atividades com potencial causa de degradação</b>	
Sítio localizado a menos de 50 metros de área/atividade com potencial causa de degradação.	4
Sítio localizado a menos de 200 metros de área/atividade com potencial causa de degradação.	3

Sítio localizado a menos de 500 metros de área/atividade com potencial causa de degradação.	2
Sítio localizado a menos de 1000 metros de área/atividade com potencial causa de degradação.	1
<b>C. Proteção legal</b>	
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 controle de acesso.	1
<b>D. Acessibilidade</b>	
Sítio localizado a menos de 100 metros de uma estrada acessível para veículos do tipo passeio.	4
Sítio localizado a menos de 300 metros de uma estrada acessível para veículos do tipo passeio.	3
Sítio localizado a menos de 100 metros de uma estrada acessível por veículo 4x4.	2
Sítio sem acesso direto por estrada, sendo necessário caminhar em trilhas.	1
<b>E. Densidade populacional</b>	
Sítio localizado em um município com mais de 1000 hab/km <sup>2</sup> .	4
Sítio localizado em um município com 250 a 1000 hab/km <sup>2</sup> .	3
Sítio localizado em um município com 100 a 250 hab/km <sup>2</sup> .	2
Sítio localizado em um município com menos de 100 hab/km <sup>2</sup> .	1

Fonte: Adaptado de Brilha (2015).

Para cada um dos critérios foram atribuídos pesos de acordo com sua importância para analisar o risco de degradação dos sítios de geodiversidade, sendo assim, esta etapa constituiu na ponderação dos critérios. Os pesos utilizados foram mantidos conforme a proposta de Brilha (2015) e são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Critérios do risco de degradação e seus respectivos pesos.

<b>Risco de Degradação</b>	
<b>Critérios</b>	<b>Pesos</b>
A. Deterioração dos elementos da geodiversidade	35
B. Proximidade a áreas/atividades com potencial causa de degradação	20
C. Proteção Legal	20
D. Acessibilidade	15
E. Densidade Populacional	10
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fonte: Brilha (2015).

A partir da ponderação dos critérios foi possível classificar se os sítios de geodiversidade possuem baixo, médio ou alto risco de degradação, conforme classificação elaborada por Brilha (2015), que é apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 - Classificação do risco de degradação.

<b>Peso total</b>	<b>Risco de degradação</b>
< 200	Baixo
201 – 300	Médio
301 – 400	Alto

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1 Potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça**

O mapa do potencial geoturístico do PESRM foi elaborado por meio de uma álgebra de mapas, sendo equacionadas as variáveis: vulnerabilidade ambiental, capilaridade das vias de acesso e a visibilidade da paisagem, produzidos conforme já explicado no Capítulo 4 (Matérias e Métodos).

As variáveis foram produzidas para compor o potencial geoturístico, mas também determinam fatores importantes do PESRM. Desse modo, cada uma das variáveis serão apresentadas e discutidas, isto é, serão analisadas as principais implicações para a área de estudo. E por último, será apresentado e discutido o mapa do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça.

#### **5.1.1 Mapa de vulnerabilidade ambiental**

O mapa de vulnerabilidade ambiental do PESRM foi elaborado, conforme explicado na Seção 4.2.3.1, foram utilizados como variáveis: a geologia, a pedologia, a geomorfologia e a cobertura vegetal. As variáveis foram reclassificadas por meio da ponderação e em seguida foram submetidas ao processo de álgebra de mapas. Os mapas de geologia, pedologia e cobertura vegetal foram apresentados no Capítulo 3 (Caracterização da Área de Estudo), o mapa de geomorfologia (índice de concentração de rugosidade - ICR) é apresentado na Figura 9.

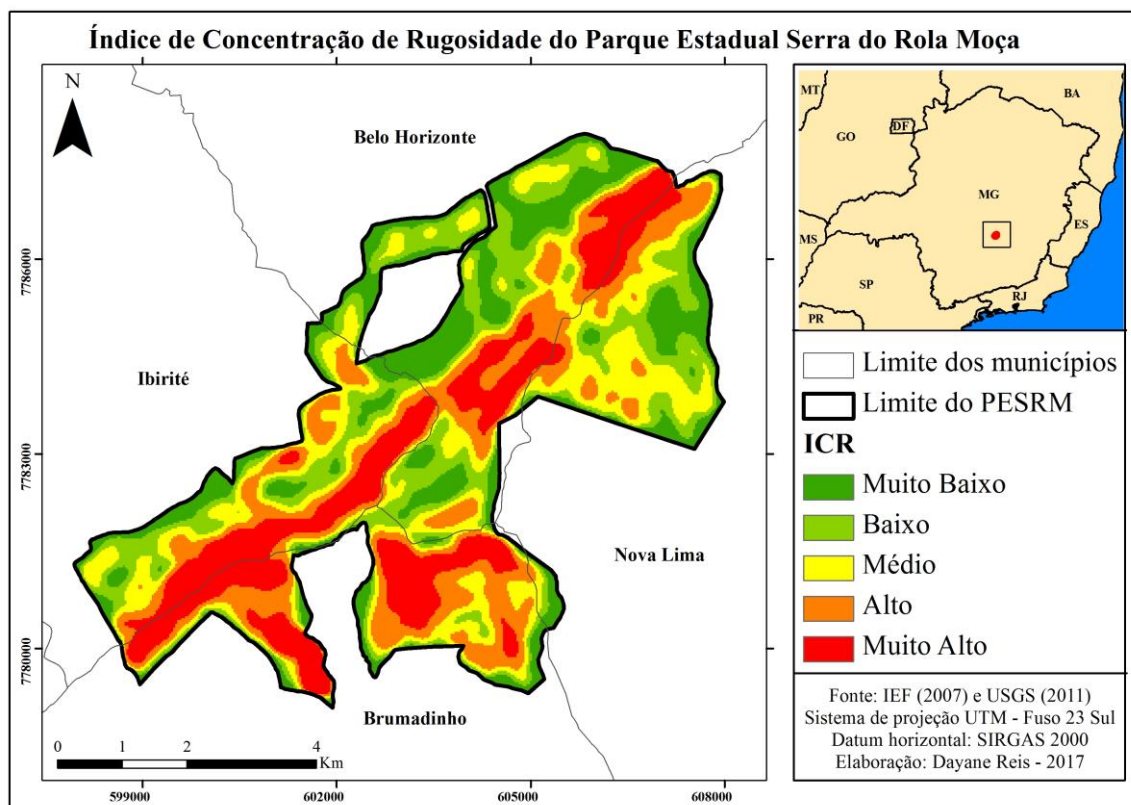


Figura 9 - Mapa de índice de concentração de rugosidade do PESRM.

Por meio desse mapa é possível perceber que as áreas classificadas com o índice de concentração de rugosidade médio, alto e muito alto correspondem a 60% da área de estudo e, referem-se ao relevo de serras e escarpas com altitudes que variam de 1200 a 1500 metros. As áreas classificadas com ICR baixo e muito baixo somam 40% da área de estudo e encontram-se nas proximidades das bordas do PESRM, este fato está relacionado com as baixas altitudes que variam entorno dos 900 a 1000 metros.

O mapa de vulnerabilidade ambiental é apresentado na Figura 10, e por meio dele foi possível obter uma análise integrada das áreas do PESRM que são mais suscetíveis à degradação.

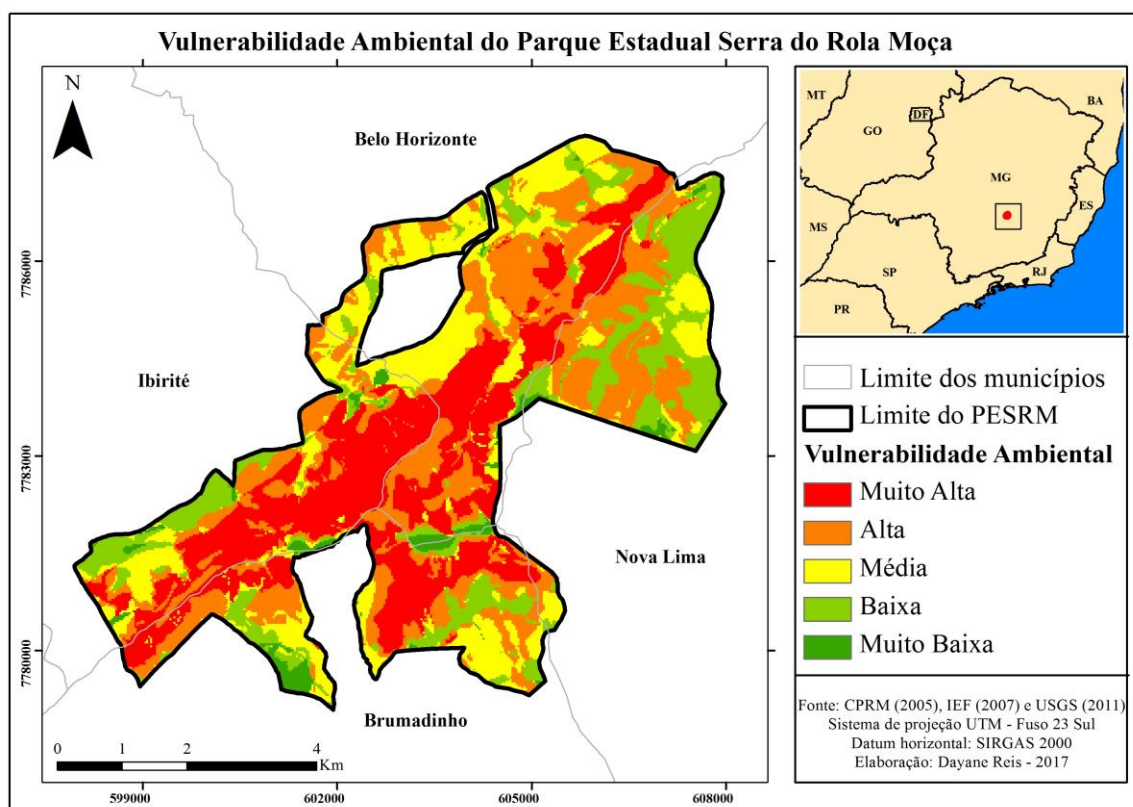


Figura 10 - Mapa de vulnerabilidade ambiental do PESRM.

A partir desse mapa é possível observar que as áreas que indicam vulnerabilidade muito baixa a baixa são aquelas em que o ICR atinge índices baixos, a vegetação predominante é de porte arbóreo e a geologia é de baixa susceptibilidade. As áreas de média vulnerabilidade são fortemente influenciadas pela geologia e pelo ICR. Já as áreas classificadas como alta a muito alta, estão diretamente relacionadas à pedologia, com a presença dos cambissolos e neossolos que são solos poucos desenvolvidos, à presença de uma vegetação mais rasteira (campo cerrado/campo sujo), à alta susceptibilidade das rochas aos processos de intemperismo e, por fim, ao alto índice de rugosidade.

Em termos numéricos, as áreas de vulnerabilidade alta e muito alta são as mais representativas, somando ao todo 53% do PESRM. Em seguida, vêm às áreas de vulnerabilidade baixa e média que apresentam juntas um percentual de 42%, e por último, as áreas com vulnerabilidade muito baixa correspondem a 5%. Observa-se que as áreas que correspondem à vulnerabilidade média, alta e muito alta, somando-as

totalizam um percentual de 73%, indicando que a maior parte da área do PESRM merece uma atenção especial por parte dos gestores, para que sejam elaborados ações de manejo que possam minimizar a degradação ambiental.

### 5.1.2 Mapa da capilaridade das vias de acesso

No contexto turístico a acessibilidade é um fator importante, pois permite o acesso aos atrativos, nesse sentido, para a elaboração do mapa de capilaridade foram utilizadas as vias de acesso pavimentadas, não pavimentadas e as trilhas do PESRM. O mapa de capilaridade do PESRM é apresentado na Figura 11.

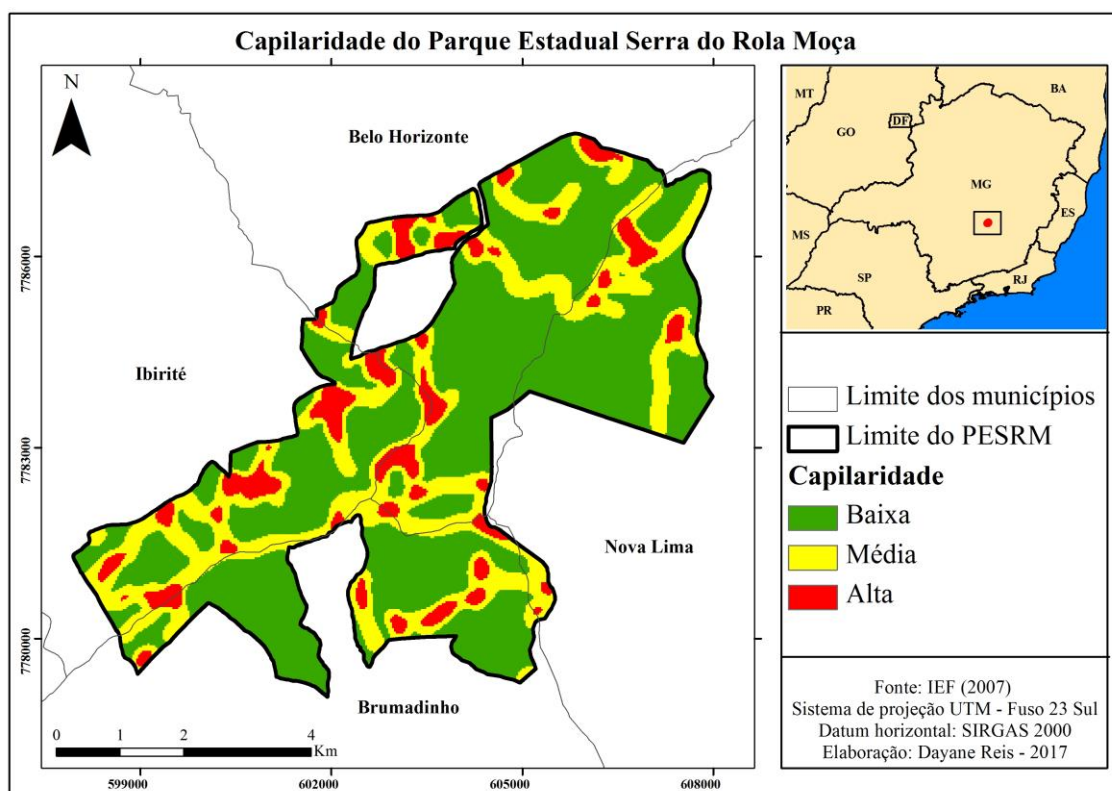


Figura 11 - Mapa de capilaridade do PESRM.

O mapa de capilaridade apresentou uma concentração de vias na porção sul e sudoeste, essas áreas correspondem, segundo o plano de manejo de 2007, as Zonas de Uso Extensivo e Primitiva, que juntas abrangem 77,87% da superfície do PESRM e, também, é onde se concentram grande parte dos atrativos turísticos. Os objetivos designados para essas zonas é proporcionar atividades de uso público para fins

recreativos e de educação ambiental, esse fator está diretamente relacionado com a concentração de vias nessas zonas, que foram abertas para o deslocamento dos visitantes. As outras regiões como a porção norte e leste apresentaram algumas manchas com alto índice de capilaridade, esse fato está relacionado à presença de trilhas que foram construídas para fins recreativos e educativos.

No PESRM existe uma estrada pavimentada que leva ao distrito de Casa Branca (Brumadinho), que é muito utilizada pela população local e pelos visitantes. A partir dos trabalhos de campo realizados foi possível evidenciar que as estradas (pavimentada ou não pavimentada) encontra-se em boas condições de tráfego, o que facilita o acesso dos visitantes aos atrativos.

### **5.1.3 Mapa de visibilidade da paisagem**

O mapa de visibilidade do PESRM foi elaborado a partir do cruzamento de imagens SRTM de 30 metros e pontos de observação previamente estabelecidos, que no caso desse estudo foram os mirantes: Casa Branca, Estrada Velha, Jatobá, Morro dos Veados, Planeta e Três Pedras. Na Figura 12 é apresentado o mapa de visibilidade do PESRM.

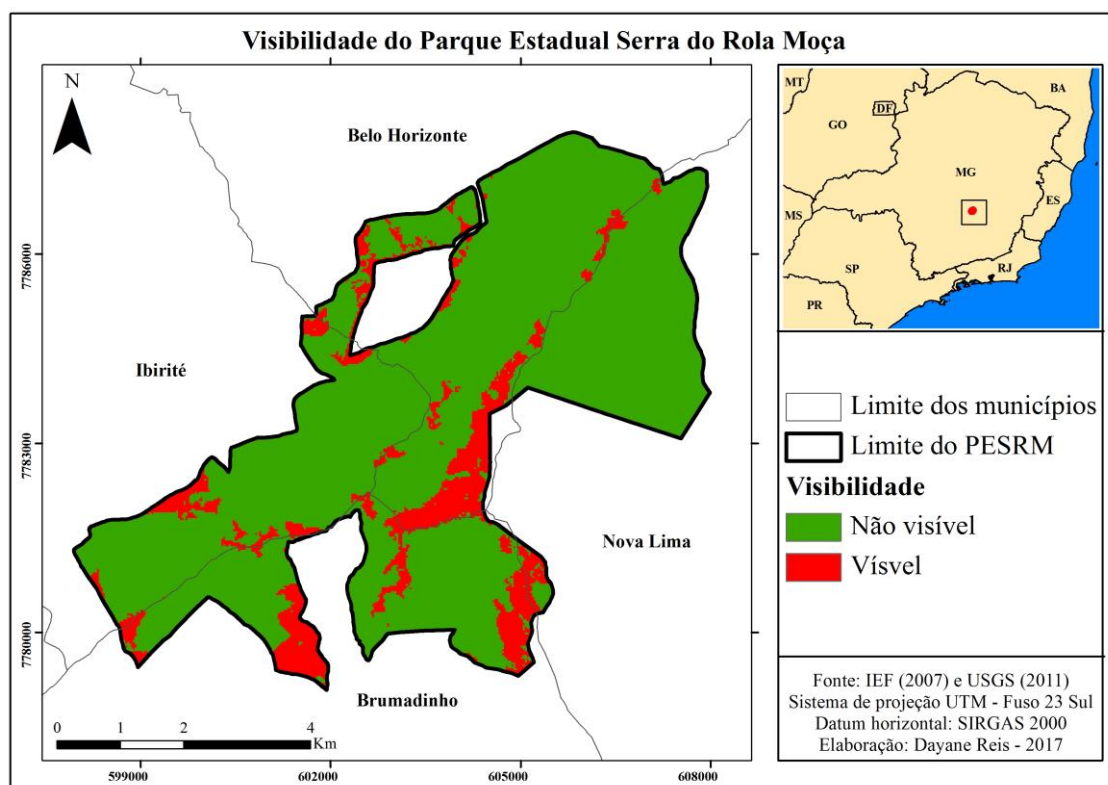


Figura 12 - Mapa de visibilidade do PESRM.

A paisagem do PESRM deve ser entendida a partir da abordagem sistêmica do seu ecossistema e do substrato geológico. Essas características naturais são os principais agentes modeladores e mantenedores da paisagem da área de estudo. O equilíbrio desses aspectos naturais permite a formação de ambientes físicos (geodiversidade) e o crescimento de núcleos biológicos muito peculiares de grande biodiversidade.

Nesse sentido, a região do PESRM é caracterizada por um relevo de serras e escarpas que variam de suaves colinas levemente onduladas a trechos bastantes acidentados, esse tipo de relevo, da mesma forma que compromete a visualização da paisagem proporciona a visibilidade. Sendo assim, a partir desse mapa é possível perceber quais são as áreas visíveis e não visíveis do PESRM com base nos mirantes. As áreas classificadas como não visível correspondem a 31,96 km<sup>2</sup>, ou seja, 81,39% da área de estudo e situam-se em altitudes que variam de 900 a 1200 metros. As áreas classificadas como visíveis compreendem a 7,30 km<sup>2</sup> (18,61%), e encontram-se em altitudes que variam de 1300 a 1500.

#### 5.1.4 Mapa do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça

O mapa do potencial geoturístico do PESRM foi elaborado mediante processo de álgebra de mapas, com o cruzamento das variáveis: capilaridade, visibilidade e vulnerabilidade ambiental, conforme já descrito no Capítulo 4 (Materiais e Métodos), obtendo como resultado o potencial geoturístico (Figura 13).

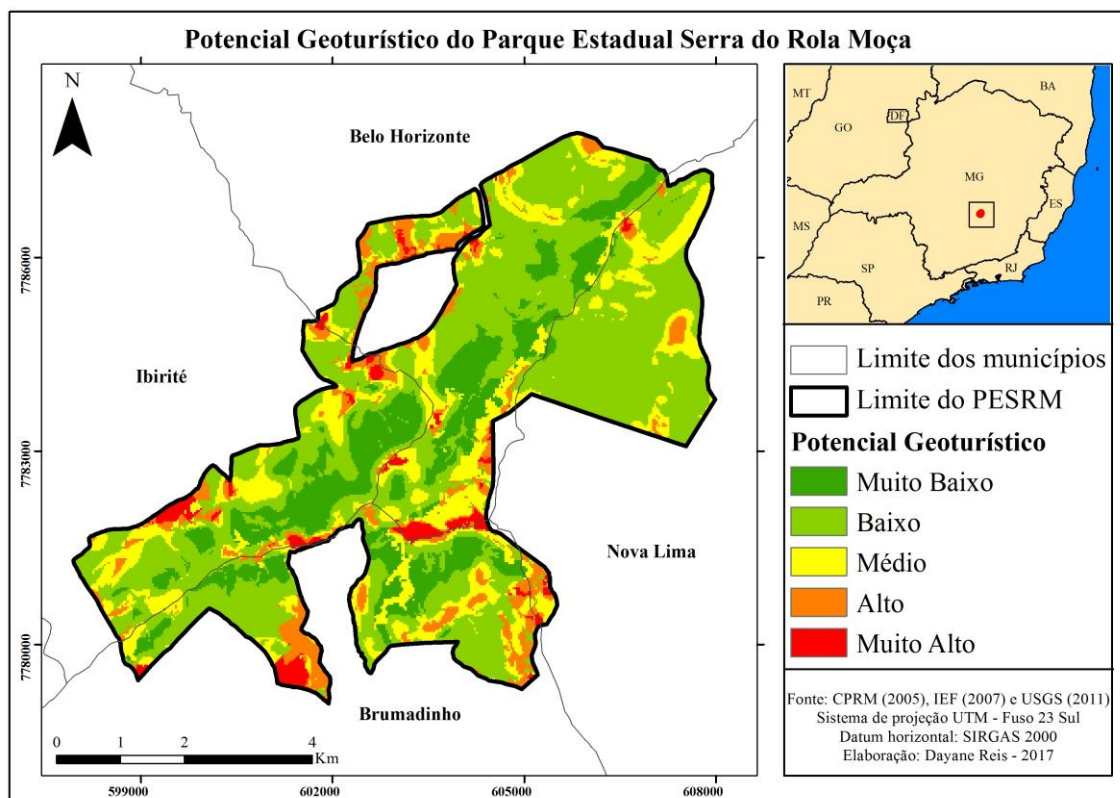


Figura 13 - Mapa do potencial geoturístico do PESRM.

A partir desse mapa é possível perceber que o potencial geoturístico está relacionado principalmente nas bordas do PESRM, apresentando valores de médio a muito alto, essas áreas são condicionadas pelo baixo grau de vulnerabilidade ambiental, pela presença de alta capilaridade. Na porção central ocorrem extensas áreas com o potencial geoturístico variando entre baixo e muito baixo, isso ocorre, devido ao alto grau de vulnerabilidade ambiental e também pela baixa visibilidade nessas regiões. A relação da porcentagem do potencial geoturístico do PESRM é apresentada na Tabela 11.

Tabela 11 - Relação da porcentagem do potencial geoturístico.

<b>Potencial geoturístico</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Muito baixo	8,08
Baixo	40,65
Médio	25,59
Alto	15,13
Muito Alto	10,55
<b>Total</b>	<b>100</b>

É possível perceber, de acordo com a Tabela 11, que 51,27% da área de estudo possui de médio a muito alto potencial geoturístico, enquanto 48,73% do PESRM apresenta de baixo a muito baixo potencial. Com base nesses dados, é importante destacar que essa modelagem assume um caráter dinâmico, ou seja, podem ocorrer mudanças no potencial geoturístico do PESRM com o ajuste ou o incremento de novas variáveis para valorizar algum componente ou, até mesmo, modificações que possam ocorrer na área de estudo. Esse mapa foi elaborado com o intuito de demonstrar quais são as principais áreas do PESRM que apresentam possibilidades para o desenvolvimento de atividades geoturísticas e, também, serviu de base para a escolha dos sítios de geodiversidade com potencial de uso turístico e que são apresentados na Seção 5.2.

## **5.2 Avaliação qualitativa dos sítios de geodiversidade**

A identificação dos sítios de geodiversidade foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica e entrevistas a especialistas.

Os sítios Mirante Casa Branca, Mirante Estrada Velha e Mirante Jatobá foram identificados a partir de levantamento bibliográfico de trabalhos científicos publicados sobre o PESRM. Os sítios Caverna RM-03 e Caverna RM-23 foram sugeridos por especialistas do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV), que trabalham no PESRM, durante entrevista realizada em trabalho de campo. E os sítios Cachoeira das Pitangueiras, Mirante Morro dos Veados, Mirante Planeta e Mirante Três Pedras, constituem atrativos turísticos já utilizados pelos visitantes do PESRM.

Sendo assim, Foram identificados nove potenciais sítios de geodiversidade com vistas ao uso turístico: Cachoeira das Pitangueiras, Caverna RM-03, Caverna RM-23, Mirante Casa Branca, Mirante Estrada Velha, Mirante Jatobá, Mirante Morro dos Veados, Mirante Planeta e Mirante Três Pedras (Figura 14).

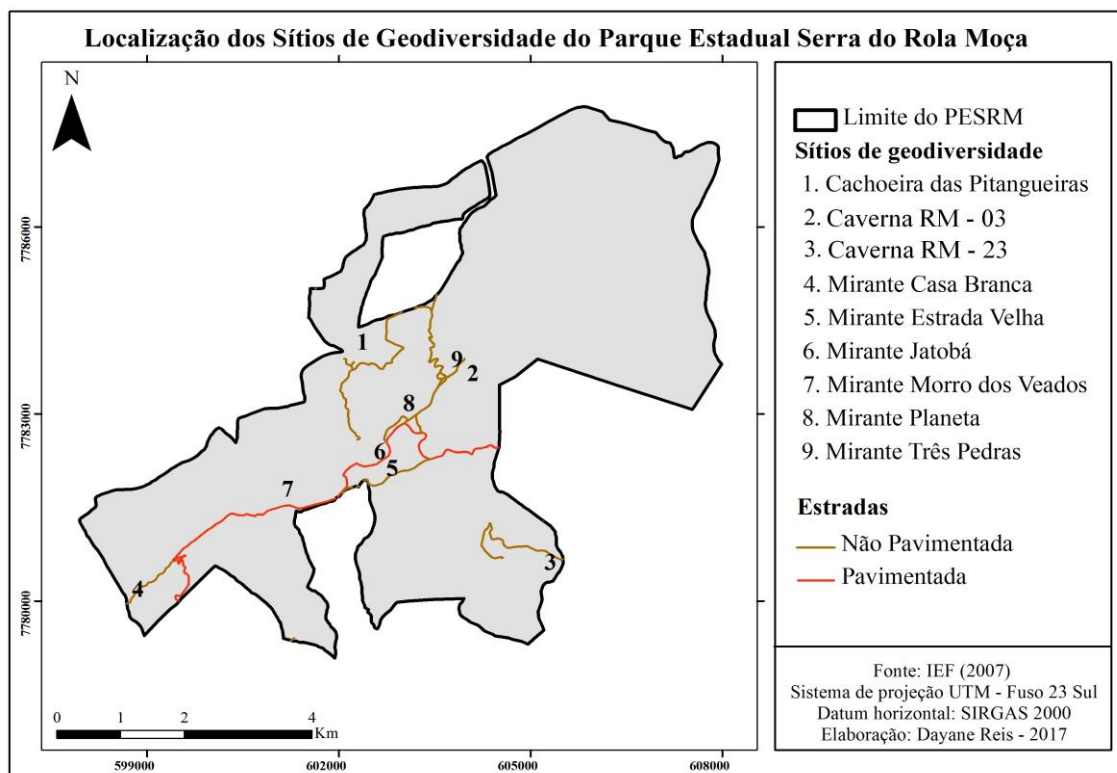


Figura 14 - Localização dos sítios de geodiversidade do PESRM.

Como a maioria dos sítios de geodiversidade estão relacionados aos aspectos geomorfológicos, estes foram avaliados como locais área ou panorâmicos, conforme metodologia de Pereira (2006). Os locais panorâmicos referem-se aos pontos de observação dos elementos da geodiversidade, que possuem grande dimensão e apresentam grande campo de visão que variam de quilômetros a centena de metros. Já os locais área possuem dimensões medianas que variam de quilômetros ou metros (EVANGELISTA e TRAVASSOS, 2014). Portanto, dos nove sítios identificados, seis são locais panorâmicos e três são locais áreas como pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 12 - Tipos de locais dos sítios de geodiversidade.

Sítio de geodiversidade	Tipo
Cachoeira das Pitangueiras	Área
Caverna RM-03	Área
Caverna RM-23	Área
Mirante Casa Branca	Panorâmico
Mirante Estrada Velha	Panorâmico
Mirante Jatobá	Panorâmico
Mirante Morro dos Veados	Panorâmico
Mirante Planeta	Panorâmico
Mirante Três Pedras	Panorâmico

A seguir apresenta-se uma descrição de todos os sítios de geodiversidade com base na ficha de caracterização (Anexo I), preenchida durante os trabalhos de campo. Dessa forma, foi possível avaliar as fragilidades e sugerir ações para o desenvolvimento de atividades geoturísticas.

### 5.2.1 Cachoeira das Pitangueiras

A Cachoeira das Pitangueiras está localizada a 1085 metros de altitude no município de Ibitaré, sobre as coordenadas UTM: 602219 E - 7783884 N. Sua litologia é composta por quartzitos e filitos do Grupo Piracicaba e, geomorfologicamente, situa-se na unidade morfoestrutural da Crista Monoclinal da Serra do Curral, cujo relevo é acidentado.

No sítio predomina vegetação arbórea de pequeno porte. O elemento da geodiversidade presente no sítio é a queda d'água (hidrológico) que forma a Cachoeira das Pitangueiras (Figura 15).



Figura 15 - Cachoeira das Pitangueiras. A - Queda d'água. B - Estrutura de segurança presente no sítio.

A cachoeira está localizada próxima a uma estrada não pavimentada, acessível apenas por veículos de tração nas quatro rodas. O sítio apresenta boas condições de observação e baixa vulnerabilidade antrópica, possui estrutura de segurança adaptada para visitação (escada e corrimão), porém não conta com medidas de controle de acesso.

### 5.2.2 Caverna RM-03

A Caverna RM-03 está localizada no município de Belo Horizonte a 1320 metros de altitude, possui 33 metros de profundidade e situa-se sobre as coordenadas UTM: 603930 E - 7783362 N. Quanto à litologia o sítio é composto por itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira, ocorrendo também, a formação de cangas de ferro que recobrem quase toda a superfície de topo do PESRM (PEREIRA, STÁVALE e SALGADO, 2012). Geralmente nas rupturas da canga é onde ocorrem as cavernas.

No sítio (Figura 16) predomina vegetação gramíneo-lenhosa em meio à cobertura de canga. Os elementos da geodiversidade presente no sítio e com potencial para o geoturismo são a caverna (espeleológico) e a canga (geológico). A canga, em geral, ocupa o teto da caverna, e nas paredes e no piso está exposta a formação ferrífera (PILÓ, COELHO E ANDRADE, 2015). O sítio está localizado em um ponto de quebra da canga o que permite boa visualização de seu salão de entrada.



Figura 16 - Caverna RM - 03.

O acesso à caverna pode ser realizado com veículos de passeio por estrada não pavimentada, mas em boas condições de tráfego até o Mirante Três Pedras, em seguida é necessário caminhar por uma trilha cuja distância a ser percorrida é de cerca de 300 metros. No sítio não existem equipamentos de segurança e não possui controle de acesso de visitantes. Apresenta boas condições de observação e baixa vulnerabilidade por atividade antrópica.

### 5.2.3 Caverna RM-23

A Caverna RM-23 está localizada nos limites dos municípios de Brumadinho e Nova Lima a 1392 metros de altitude, possui 7 metros de profundidade e situa-se sobre as coordenadas UTM: 605174 E - 7780355 N. A litologia do sítio, assim como a Caverna RM-03, é composta por itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira e pela formação de cangas (PEREIRA, STÁVALE e SALGADO, 2012).

No sítio predomina vegetação gramíneo-lenhosa e campo rupestre sobre canga. Os elementos da geodiversidade presente no sítio são a caverna (espeleológico) e a canga (geológico). A caverna é de pequena extensão cuja entrada está situada na quebra da canga (Figura 17).



Figura 17 - Caverna RM - 23. A - Entrada da caverna. B - Vista parcial do interior da caverna.

A caverna está localizada próxima a uma estrada não pavimentada, acessível apenas por veículos de tração nas quatro rodas. O sítio apresenta boas condições de observação e baixa vulnerabilidade antrópica, não possui estrutura de segurança adaptada para visitação e não conta com medidas de controle de acesso.

#### 5.2.4 Mirante Casa Branca

O Mirante Casa Branca está localizado a 1333 metros de altitude no município de Brumadinho, sobre as coordenadas UTM: 598701 E - 7779921 N. Quanto à litologia o sítio é composto por itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira e, geomorfologicamente, situa-se na unidade morfoestrutural da Crista Monoclinal da Serra do Curral.

O acesso ao mirante é feito por estrada não pavimentada, mas em boas condições de tráfego, sendo possível acessá-lo com veículos de passeio. Os elementos da geodiversidade presentes no sítio são as geoformas (geomorfológico), que possuem baixa vulnerabilidade por atividade antrópica e, em seu entorno, predominam vegetação de porte gramíneo-lenhosa. Em virtude de sua altitude é possível ter uma visão ampliada do distrito de Casa Branca, em Brumadinho (Figura 18).



Figura 18 - Mirante Casa Branca. A - Vista parcial das geoformas. B - Vista parcial do distrito de Casa Branca, Brumadinho.

As geoformas presente no interior da Crista Monoclinal da Serra do Curral conferem a paisagem uma beleza cênica com alto potencial de aproveitamento turístico, além de apresentar boas condições de observação. Entretanto, a visualização da paisagem pode ser prejudicada nos períodos de chuva e com a concentração de neblina. O mirante não possui estrutura de segurança adaptada para visitação e também não conta com medidas de controle de acesso.

### 5.2.5 Mirante Estrada Velha

O Mirante Estrada Velha está localizado a 1399 metros de altitude no município de Brumadinho, sobre as coordenadas UTM: 602682 E - 7781866 N. O sítio é composto por itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira e, situa-se na unidade morfoestrutural da Crista Monoclinal da Serra do Curral.

Os elementos da geodiversidade com potencial para uso turístico são as geoformas (geomorfológico), a cobertura de canga (geológico) e a ruptura dessa cobertura (geomorfológico) (Figura 19). Estes elementos encontram-se em boas condições de observação e a vegetação predominante de porte gramíneo-lenhosa, atribui ao mirante um elevado valor paisagístico.

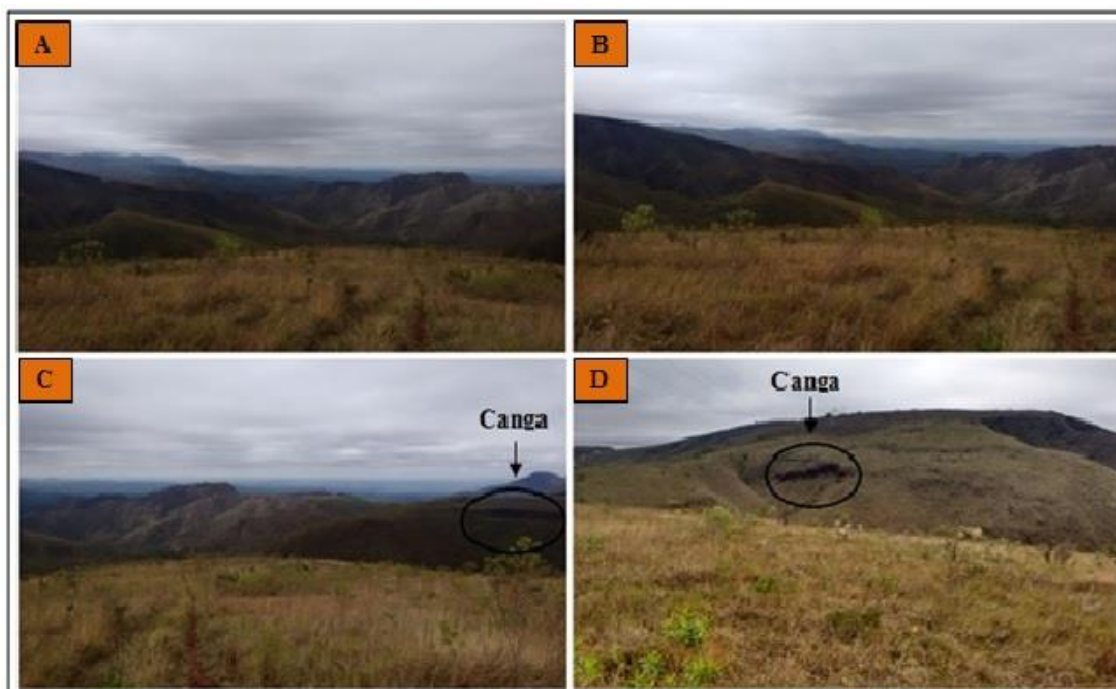


Figura 19 - Mirante Estrada Velha. A e B - Vista das geoformas. C e D - Vista da canga a partir do sítio.

O acesso ao mirante pode ser realizado com veículos de passeio, por meio da estrada pavimentada que leva ao distrito de Casa Branca (Brumadinho), até certo ponto, ou seja, é necessário deixar o veículo na margem da estrada e caminhar cerca de 100 metros por trilha. O sítio apresenta baixa vulnerabilidade antrópica, não possui estrutura de segurança adaptada para visitação e não conta com medidas de controle de acesso.

### 5.2.6 Mirante Jatobá

O Mirante Jatobá está localizado a 1439 metros de altitude no município de Brumadinho, sobre as coordenadas UTM: 602489 E - 7782134 N. A litologia do sítio é composta por itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira, situando-se na unidade morfoestrutural da Crista Monoclinal da Serra do Curral.

A vista das geoformas (geomorfológico) presente na Crista Monoclinal da Serra do Curral constituem os elementos da geodiversidade com potencial para uso turístico (Figura 20). Estas feições encontram-se em boas condições de observação e tem baixa vulnerabilidade por ação antrópica.

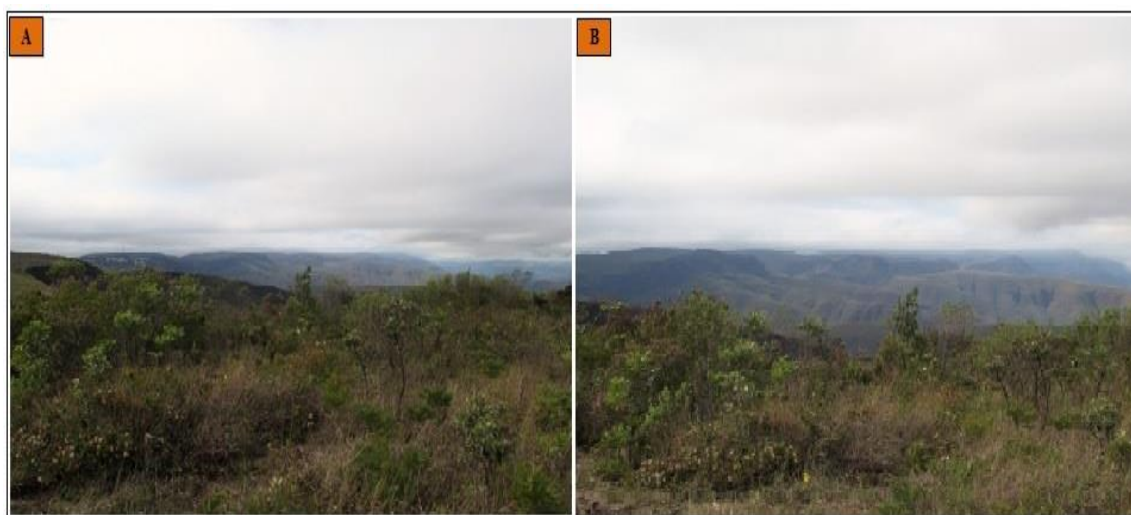


Figura 20 - Mirante Jatobá. A e B - Vista das geoformas.

O acesso ao sítio pode ser realizado com veículos de passeio por estrada pavimentada em boas condições de conservação. O mirante não apresenta nenhum tipo de estrutura de segurança adaptada para visitação e não possui medidas de controle de acesso.

### 5.2.7 Mirante Morro dos Veados

O Mirante Morro dos Veados está localizado a 1374 metros de altitude no município de Ibirité, encontra-se próximo a estrada que corta a unidade de conservação para chegar ao distrito de Casa Branca, em Brumadinho. As coordenadas UTM são: 601044 E - 7781529 N. Este é o mirante mais visitado do PESRM, a topografia possibilita vistas panorâmicas de excelente apelo visual, sendo possível observar a área preservada do

PESRM, a região de Brumadinho e Ibirité, e ao norte é possível observar a lagoa da Petrobrás.

Quanto à litologia o sítio é composto por itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira e apresenta superfície coberta por canga, situa-se na unidade morfoestrutural da Crista Monoclinal da Serra do Curral.

O acesso ao mirante é feito por estrada pavimentada em boas condições de tráfego, sendo possível acessá-lo com veículos de passeio. Os elementos da geodiversidade presentes no sítio são as geoformas (geomorfológico), a canga (geológico) e a Mina de Casa Branca (mineralógico), que pertence a Mineração Extrativa Paraopeba e encontra-se em estado de abandono (Figura 21). A mina está situada na vertente sul da Serra do Rola Moça, próxima à estrada que leva para o distrito de Casa Branca (TONIDANDEL, 2011).

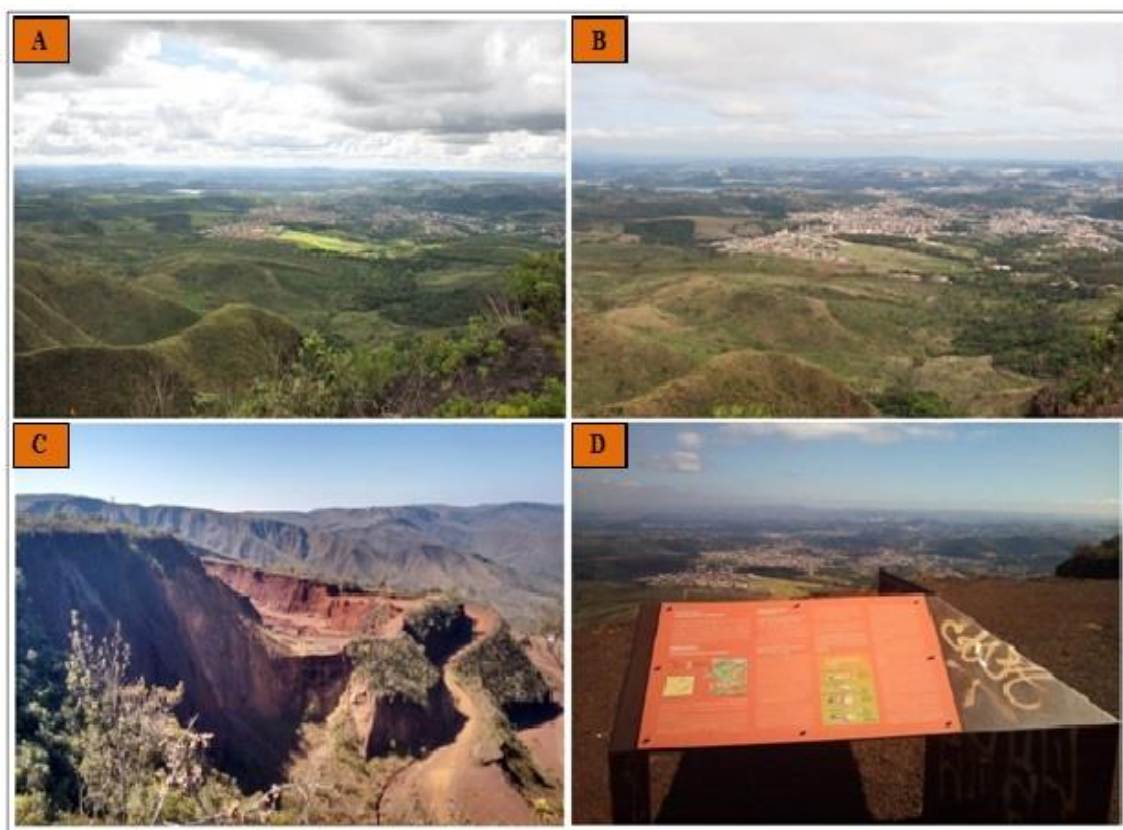


Figura 21 - Mirante Casa Branca. A e B - Vista das geoformas. C - Mina Casa Branca. D - Painel interpretativo.

Nesse mirante existe um painel interpretativo que contém resumidamente informações sobre a geodiversidade do PESRM (Figura 21), ressaltando os aspectos da canga. Entretanto, o painel se encontra danificado com a presença de pichações (FONSECA FILHO e RIBEIRO, 2016). O sítio apresenta baixa vulnerabilidade por atividade antrópica, não possui estrutura de segurança adaptada para visitação e não contém medidas de controle de acesso.

### 5.2.8 Mirante Planeta

O Mirante Planeta (Figura 22) está localizado no município de Belo Horizonte a 1442 metros de altitude, sobre as coordenadas UTM: 602944 E - 7782908 N. Situa-se na unidade morfoestrutural da Crista Monoclinal da Serra do Curral, cuja litologia é composta por itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira.



Figura 22 - Mirante Planeta.

O acesso ao mirante é fácil e realizado por estrada não pavimentada em boas condições de tráfego, sendo possível acessá-lo com veículos de passeio. Os elementos da geodiversidade presentes no sítio são as geformas (geomorfológico) e a cobertura de canga (geológico) (Figura 23), que se encontram em boas condições de observação. Destacando-se na paisagem os campos ferruginosos e a ampla visão dos municípios circunvizinhos ao PESRM.

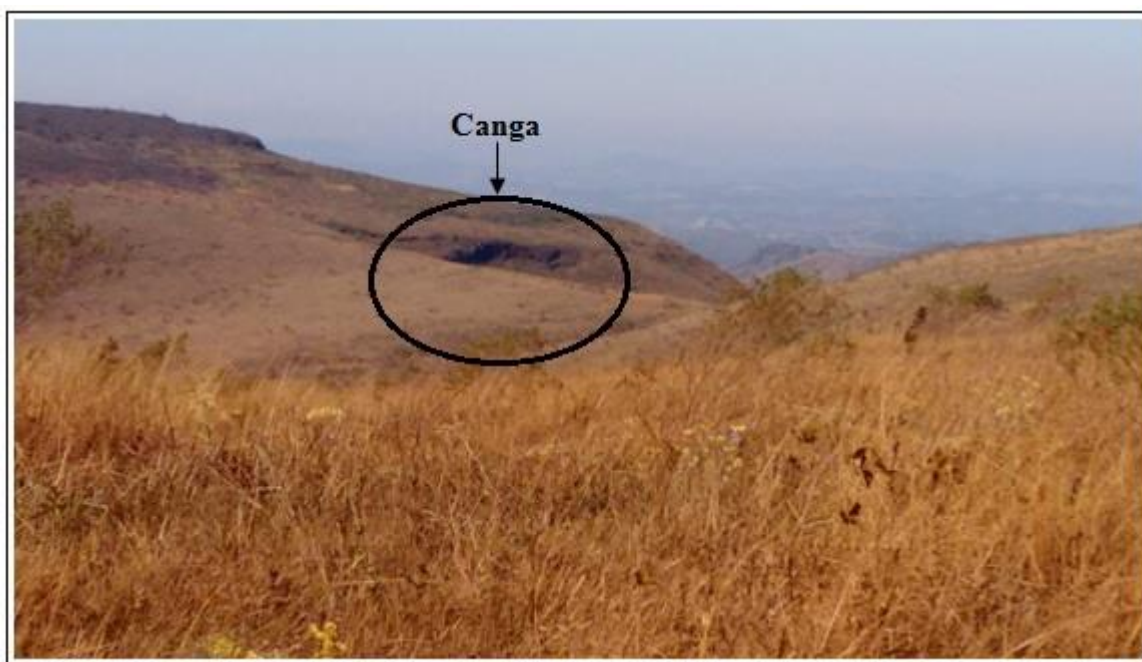


Figura 23 - Vista da canga a partir do Mirante Planeta.

O sítio tem baixa vulnerabilidade por atividade antrópica, é considerado o segundo mirante mais visitado do PESRM, ficando atrás apenas do Mirante Morro dos Veados. Porém, a visitação não é controlada quanto ao horário e a capacidade de carga e, assim, pode correr degradação pelo mau uso. Além disso, não possui estrutura de segurança adaptada para os visitantes.

### **5.2.9 Mirante Três Pedras**

O Mirante Três Pedras está localizado no município de Belo Horizonte a 1391 metros de altitude, sobre as coordenadas UTM: 603697 E - 7783608 N. Assim, como os demais mirantes apresentados, este também se situa na unidade morfoestrutural da Crista Monoclinal da Serra do Curral, cuja litologia é composta por itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira.

O acesso ao mirante pode ser realizado com veículos de passeio por estrada não pavimentada, mas em boas condições de tráfego. Os elementos da geodiversidade encontrados no sítio são as geoformas (geomorfológico) e afloramento rochoso (geológico) (Figura 24), nos quais se encontram em boas condições de observação. No

sítio é possível observar o município de Belo Horizonte e o relevo presente no PESRM, proporcionando uma boa compreensão da evolução da paisagem local.



Figura 24 - Mirante Três Pedras. A - Vista parcial do mirante. B - Afloramento de rocha.

O sítio tem baixa vulnerabilidade por atividade antrópica, está localizado próximo ao sítio Caverna RM-03, cerca de 300 metros. A visitação não é controlada quanto à capacidade de carga e não possui estrutura de segurança adaptada para os visitantes.

### **5.3 Avaliação quantitativa dos sítios de geodiversidade**

Foram quantificados nove sítios de geodiversidade no PESRM com o auxílio da ficha de caracterização, usada durante os trabalhos de campo, e com técnicas de geoprocessamento. Na Tabela 13 são apresentados os valores da quantificação do PUT, em seguida, é exposto um breve esclarecimento sobre as notas atribuídas aos sítios de acordo com cada critério.

Tabela 13 - Avaliação quantitativa dos sítios de geodiversidade.

POTENCIAL DE USO TURÍSTICO																											
Sítios	Valores absolutos													Valores ponderados													Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Cachoeira das Pitangueiras	4	2	4	3	3	4	4	1	2	4	4	2	4	40	20	20	30	15	20	20	5	30	20	40	10	40	310
Caverna RM-03	4	1	2	2	3	4	4	1	2	4	4	3	4	40	10	10	20	15	20	20	5	30	20	40	15	40	285
Caverna RM-23	4	2	4	2	3	4	1	1	1	4	4	2	2	40	20	20	20	15	20	10	5	15	20	40	10	20	255
Mirante Casa Branca	4	4	4	2	4	4	1	1	3	4	4	2	2	40	40	20	20	20	20	10	5	45	20	40	10	20	310
Mirante Estrada Velha	4	1	4	2	4	4	1	1	3	4	4	2	4	40	10	20	20	20	20	10	5	45	20	40	10	40	300
Mirante Jatobá	4	4	4	2	4	4	1	1	3	4	4	2	4	40	40	20	20	20	20	10	5	45	20	40	10	40	330
Mirante Morro dos Veados	4	4	4	2	4	4	4	1	3	4	4	2	3	40	40	20	20	20	20	5	45	20	40	10	30	330	
Mirante Planeta	4	4	4	2	3	4	4	1	3	4	4	3	4	40	40	20	20	15	20	20	5	45	20	40	15	40	340
Mirante Três Pedras	4	4	4	2	3	4	4	1	3	4	4	3	4	40	40	20	20	15	20	20	5	45	20	40	15	40	340

Na avaliação do critério vulnerabilidade (A) foram considerados apenas os danos que são causados aos sítios em consequência do uso, não foram consideradas as ações intencionais para quebrar ou danificar os elementos da geodiversidade (SANTOS, 2017). Sendo assim, levando em conta os cenários atuais de uso e visitação do PESRM, os nove sítios receberam nota 4, pois durante o preenchimento da ficha de caracterização constatou-se que estes não apresentam risco de degradação por atividades turísticas.

Na avaliação da acessibilidade (B), os sítios Mirantes Casa Branca, Jatobá, Morro dos Veados, Planeta e Três Pedras receberam a nota máxima (4). Estes sítios se encontram a menos de cem metros de uma estrada pavimentada ou não pavimentada que estão em boas condições de uso, sendo possível transitar com veículos de passeio o que facilita a visitação dos sítios. A Cachoeira das Pitangueiras e a Caverna RM-23 receberam nota 2, pois são acessíveis somente com veículo de tração nas quatro rodas. A Caverna RM-03 e o Mirante Estrada Velha receberam nota 1, pois são acessados por meio de trilha.

Para a avaliação do critério limitações de uso (C) foram considerados que todos os sítios poderão ser utilizados para fins turísticos, não existindo limitações legais, portanto receberam pontuação 4. A Caverna RM-03 por possuir trechos difíceis de ser percorridos e demandar grande esforço físico, recebeu nota 2.

Na avaliação do critério segurança (D) foram medidas as distâncias entre cada sítio e os serviços de saúde. Sendo que dos nove sítios quantificados, oito receberam nota 2, pois não possuem nenhum tipo de estrutura de segurança e estão localizado a menos de cinquenta quilômetros de um serviço de emergência, mas possui cobertura de telefonia celular. Já a Cachoeira das Pitangueiras recebeu nota 3, uma vez que possui estrutura de segurança, como corrimão e escada, tem cobertura de telefonia celular e está localizado a menos de vinte e cinco quilômetros de um serviço de emergência.

Nos critérios segmentos de hospedagem (E) e segmentos de alimentação (F), os sítios de geodiversidade receberam nota 4 ou 3. Esta pontuação alta ocorre devido ao fato de que esses critérios foram analisados com base no conceito de corredores turísticos de traslado de Boullón (2002), conforme explicado na Seção 4.2.4.2. Os sítios receberam

essas notas, visto que encontram-se localizados a menos de cinco (nota 4) ou dez (nota 3) quilômetros de um ou mais segmentos de hospedagem ou alimentação.

No critério densidade populacional (G) foi avaliada a densidade de pessoas que residem nos municípios que fazem limite com o PESRM e podem se tornar potenciais visitantes. Para a quantificação foram utilizados os dados do IBGE do ano de 2010. Os sítios localizados nos municípios de Belo Horizonte e Ibirité com densidade populacional superior a 1000 hab/km<sup>2</sup>, receberam nota 4, sendo: Cachoeira das pitangueiras, Caverna RM-03 e os Mirantes Morro dos Veados, Planeta e Três Pedras. E os sítios localizados no município de Brumadinho que possui menos de 100 hab/km<sup>2</sup>, receberam nota 1, sendo: Caverna RM-23 e os Mirantes Casa Branca, Estrada Velha e Jatobá.

Na Tabela 14 são apresentados os sítios de geodiversidade e os respectivos municípios aos quais estão inseridos e o valor da densidade populacional segundo os dados do IBGE (2010).

Tabela 14 - Densidade populacional dos municípios.

<b>Municípios</b>	<b>Densidade populacional (IBGE, 2010)</b>	<b>Sítios de geodiversidade</b>
Belo Horizonte	7167 hab/km <sup>2</sup>	Caverna Rola Moça-03
		Mirante Planeta
		Mirante Três Pedras
Brumadinho	53,13 hab/km <sup>2</sup>	Caverna Rola Moça-23
		Mirante Casa Branca
		Mirante Estrada Velha
		Mirante Jatobá
Ibirité	2190 hab/km <sup>2</sup>	Cachoeira das Pitangueiras
		Mirante Morro dos Veados
Nova Lima	188,73 hab/km <sup>2</sup>	—

Fonte: IBGE (2010).

Na avaliação do critério associação com outros valores (H) todos os sítios receberam nota 1, visto que próximos aos sítios não ocorrem a presença de valores culturais, ocorrendo apenas valores ecológicos e, normalmente, com a presença de um elemento.

No critério cenário (I) todos os seis mirantes receberam nota 3, pois apresentam condições para visualizar a paisagem onde está inserido e de seu entorno, entretanto não é possível visualizar outros sítios de geodiversidade. A Cachoeira das Pitangueiras e a Caverna RM-03 receberam nota 2, por apresentarem condições de visibilidade apenas da paisagem onde está inserido. E por último, a Caverna RM-23 foi o único sítio que recebeu nota 1, apresentando baixa visibilidade, porque está inserida em um local onde a vegetação é densa e prejudica a visualização do cenário.

Na avaliação do critério condições de observação (J) todos os sítios receberam nota 4, sendo que, durante os trabalhos de campo não foram encontrados nenhum tipo de obstáculos que dificultasse ou impedisse a observação dos elementos da geodiversidade que se encontram em bom estado de conservação.

No critério potencial interpretativo (K), conforme a proposta de Brilha (2015), os sítios foram avaliados levando em consideração se os elementos da geodiversidade são facilmente compreendidos por todos os tipos de público. Durante os trabalhos de campo observou-se que os sítios não apresentam elementos de grande complexidade, ou seja, não exige do visitante conhecimentos profundos sobre a geodiversidade, sendo assim, todos receberam nota 4.

O critério nível econômico (L) refere-se ao nível de renda das famílias que residem próximos aos sítios. Este critério foi avaliado com base no salário médio mensal dos trabalhadores formais que moram nos municípios que fazem limite com o PESRM, conforme os dados do IBGE (2015). Os sítios que estão localizados em Belo Horizonte que tem uma média de 3,7 salários mínimos receberam nota 3, os sítios localizados em Brumadinho e Ibirité receberam nota 2, por apresentarem uma média de 2 salários mínimos.

Na Tabela 15 são apresentados os sítios de geodiversidade e os respectivos municípios aos quais estão inseridos e a média salarial, segundo os dados do IBGE (2015).

Tabela 15 - Nível econômico dos municípios.

<b>Municípios</b>	<b>Nível econômico (IBGE, 2015)</b>	<b>Sítios de geodiversidade</b>
Belo Horizonte	3,7 salários mínimos	Caverna Rola Moça-03
		Mirante Planeta
		Mirante Três Pedras
Brumadinho	2,8 salários mínimos	Caverna Rola Moça-23
		Mirante Casa Branca
		Mirante Estrada Velha
		Mirante Jabotá
Ibirité	2,3 salários mínimos	Cachoeira das Pitangueiras
		Mirante Morro dos Veados
Nova Lima	3,8 salários mínimos	—

Fonte: IBGE (2015).

Por último, no critério proximidade a outros sítios de geodiversidade (M) foi analisado que estes se encontram próximos, sendo que a menor distância ocorreu entre o Mirante Estrada Velha e o Mirante Jatobá (309 metros) e a maior ocorreu entre o Mirante Casa Branca e a Caverna RM-23 (6,4 km). Portanto, a proximidade entre os sítios pode facilitar e agilizar na visita e no tempo disponível pelos visitantes. Na Tabela 16 são apresentadas as distâncias entre os sítios de geodiversidade em quilômetros.

Tabela 16 - Distâncias entre os sítios de geodiversidade em quilômetros.

Sítios	Cachoeira das Pitangueiras	Caverna RM-03	Caverna RM-23	Mirante Casa Branca	Mirante Estrada Velha	Mirante Jatobá	Mirante Morro dos Veados	Mirante Planeta	Mirante Três Pedras
Cachoeira das Pitangueiras		1,8	4,5	5,3	2	2	2,6	1	1,5
Caverna RM-03	1,8		3,3	6,3	1,9	2	3,4	1	0,34
Caverna RM-23	4,5	3,3		6,4	2,8	3	4,2	3	3,3
Mirante Casa Branca	5,3	6,3	6,4		4,4	4	2,8	5	6,22
Mirante Estrada Velha	2	1,9	2,8	4,4		0	1,6	1	1,9
Mirante Jatobá	1,7	1,9	3,17	4,4	0,31		1,5	1	1,9
Mirante Morro dos Veados	2,6	3,4	4,2	2,8	1,6	2		2	3,35
Mirante Planeta	1,2	1,1	3,3	5,2	1,1	1	2,3		1,04
Mirante Três Pedras	1,5	0,3	3,5	6,2	1,9	2	3,4	1	

A partir da quantificação observa-se que o potencial de uso turístico, apontou resultados representativos com valores da ponderação variando entre 255 a 340. Os sítios que apresentaram maior pontuação foram os mirantes que consistem nos locais de maior visitação do PESRM e possuem fácil acesso e são dotados de apelo cênico. A Cachoeira das Pitangueiras foi outro local com pontuação destacada. Apesar de ser acessada por veículos de tração nas quatro rodas, a cachoeira conta com estruturas de segurança (escada e corrimão) que contribuiu para uma alta pontuação no PUT. Os sítios que obtiveram a menor pontuação foram a Caverna RM-03 (285) e a Caverna RM-23 (255) que, apesar de serem providas de um médio potencial turístico, não são alvos de visitação, pois estão situados em locais remotos. Assim sendo, é necessário que os gestores do PESRM elaborem ações de divulgação e melhoria na infraestrutura de acesso destas cavernas.

#### 5.4 Risco de degradação dos sítios de geodiversidade

A avaliação do risco de degradação dos sítios de geodiversidade, assim como o PUT, foi realizada com base nos trabalhos de campo e com o auxílio de técnicas de geoprocessamento. Dessa forma, foram computadas as notas referentes a cada critério, obtendo-se a nota final por meio de uma média ponderada que resultou em valores variando entre 200 a 300. Na Tabela 17 são apresentados os valores absolutos e ponderados dos sítios.

Tabela 17 - Avaliação do risco de degradação dos sítios de geodiversidade.

Risco de Degradação											
Sítios	Valores absolutos					Valores ponderados					Total
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
Cachoeira das Pitangueiras	2	1	2	2	4	70	20	40	30	40	200
Caverna RM-03	4	1	2	1	4	140	20	40	15	40	255
Caverna RM-23	3	2	2	2	1	105	40	40	30	10	225
Mirante Casa Branca	4	1	2	4	1	140	20	40	60	10	270
Mirante Estrada Velha	4	1	2	1	1	140	20	40	15	10	225
Mirante Jatobá	4	1	2	4	1	140	20	40	60	10	270
Mirante Morro dos Veados	4	1	2	4	4	140	20	40	60	40	300
Mirante Planeta	4	1	2	4	4	140	20	40	60	40	300
Mirante Três Pedras	4	1	2	4	4	140	20	40	60	40	300

A partir da Tabela 21 é possível observar que os sítios de geodiversidade apresentaram médio risco de degradação, conforme a Tabela 10 apresentada na Seção 4.2.4.3. Esse fator é resultado da localização desses sítios em áreas que apresentaram alto índice de vulnerabilidade ambiental, recebendo pontuação 4 ou 3, apenas a Cachoeira das Pitangueiras que recebeu menor pontuação, com a nota 2.

Outro fator que influenciou no resultado do médio risco de degradação foi o critério acessibilidade, os sítios Mirantes Casa Branca, Jatobá, Morro dos Veados, Planeta e Três Pedras receberam nota 4. Estes sítios encontram-se muito próximos as estradas

pavimentadas e não pavimentadas que estão em boas condições de conservação, sendo possível transitar com veículos de passeio o que facilita o acesso dos visitantes e da população local e pode ocasionar em degradação pelo mau uso. A Cachoeira das Pitangueiras e a Caverna RM-23 receberam nota 2, pois são acessíveis apenas com veículos de tração nas quatro rodas. A Caverna RM-03 e o Mirante Estrada Velha receberam nota 1, pois o acesso a estes é feito por meio de trilha, o que pode ocasionar em uma menor degradação.

O critério densidade populacional também influenciou nos resultados do risco de degradação. Os sítios Cachoeira das Pitangueiras, Caverna RM-03 e os Mirantes Morro dos Veados, Planeta e Três Pedras, estão localizados em municípios (Belo Horizonte e Ibirité) com mais de 1000 hab/km<sup>2</sup> e, por isso, receberam nota 4, pois a população que reside próximos aos sítios podem causar degradação devido ao uso inadequado. Os sítios Caverna RM-23 e os Mirantes Casa Branca, Estrada Velha e Jatobá estão localizados no município de Brumadinho que tem menos de 100 hab/km<sup>2</sup>, sendo assim, receberam nota 1.

O critério proteção legal não influenciou na quantificação do RD, pois os sítios se encontram em uma área legalmente protegida, mas não possui nenhum tipo de mecanismo de controle de acesso por parte da administração do PESRM. Dessa forma, todos os sítios receberam a mesma nota (2), tendo em vista que necessitam de conscientização e fiscalização sobre o seu uso.

Na avaliação do critério proximidade a áreas/atividades com potencial causa de degradação, como áreas de mineração, urbanas e indústrias, os sítios de geodiversidade receberam pontuação 1, pois estes encontram-se a mais de 1000 metros de algum tipo de atividade ou área que possa causar degradação.

Na Tabela 18 são apresentados os valores finais da avaliação do potencial de uso turístico e risco de degradação dos sítios de geodiversidade.

Tabela 18 - Valores finais do potencial de uso turístico e risco de degradação.

<b>Sítio</b>	<b>Potencial de Uso Turístico</b>	<b>Risco de Degradação</b>
Cachoeira das Pitangueiras	310	200
Caverna RM-03	285	255
Caverna RM-23	255	225
Mirante Casa Branca	310	270
Mirante Estrada Velha	300	225
Mirante Jatobá	330	270
Mirante Morro dos Veados	330	300
Mirante Planeta	340	300
Mirante Três Pedras	340	300

Observa-se a partir da Tabela 18 que a Cachoeira das Pitangueiras e os mirantes apresentaram grande potencial em termos de uso turístico, com valores da ponderação variando entre 300 a 340 e, atualmente, os mirantes são os atrativos mais visitados no PESRM. Entretanto, todos os sítios apresentaram médio risco de degradação, com valores entre 200 a 300. Portanto, é necessário que os gestores do PESRM definam ações para a manutenção dos sítios de acordo com o uso que os mesmos estão sendo submetidos, realizando avaliações periódicas da vulnerabilidade e conscientizando a população local e os visitantes sobre a importância da conservação dos sítios.

### **5.5 Recomendações para o desenvolvimento do geoturismo no Parque Estadual Serra do Rola Moça**

Após o processo de inventariação e quantificação dos sítios de geodiversidade, são sugeridas ações para o planejamento de atividades geoturísticas que visam à divulgação, à valorização e à conservação dos elementos da geodiversidade, aplicada à realidade do PESRM. Desse modo, essa dissertação ao propor essas recomendações tem como objetivo auxiliar no planejamento de um desenvolvimento sustentável do turismo, de acordo com as políticas de conservação do meio ambiente natural, e a qualidade na prestação de serviços.

### **5.5.1 Painéis interpretativos**

O PESRM dispõe de um painel interpretativo localizado no Mirante Morro dos Veados que contém informações sobre a geodiversidade, os demais sítios não portam desse recurso. Sendo assim, dentre os nove sítios avaliados, sugeriu-se a elaboração de painéis interpretativos para os Mirantes Planeta e Três Pedras que são os mais visitados. E como o Mirante Morro dos Veados já tem painel, recomenda-se apenas a restauração, visto que o mesmo encontra-se danificado por pichações.

Brilha (2005) ressalta que a localização dos painéis interpretativos deve ser estratégica, portanto a escolha dos mirantes foi devido ao alto potencial de uso turístico, observado na quantificação, à diversidade de temas possíveis de ser abordado, à boa visibilidade da paisagem e à beleza cênica, o bom estado de conservação, ao fácil acesso por estrada pavimentada ou não pavimentada, à baixa vulnerabilidade por ações antrópicas, e por último, à sua atual utilização.

Os painéis interpretativos devem apresentar uma linguagem simplificada que alcance o público em geral, isto é, os visitantes, a população local e a população escolar. Os conteúdos devem ser preferencialmente baseados nos aspectos geológicos e geomorfológicos do PESRM, contendo aspectos exóticos ou únicos e aspectos ambientais (PEREIRA, 2006).

Assim sendo, sugeriu-se para os mirantes do PESRM o painel elaborado por Pereira (2006), cuja dimensão é de 140 x 110 centímetros em formato “paisagem” que funciona como mesa de leitura e proporciona menos interferência visual na paisagem (Figura 25).

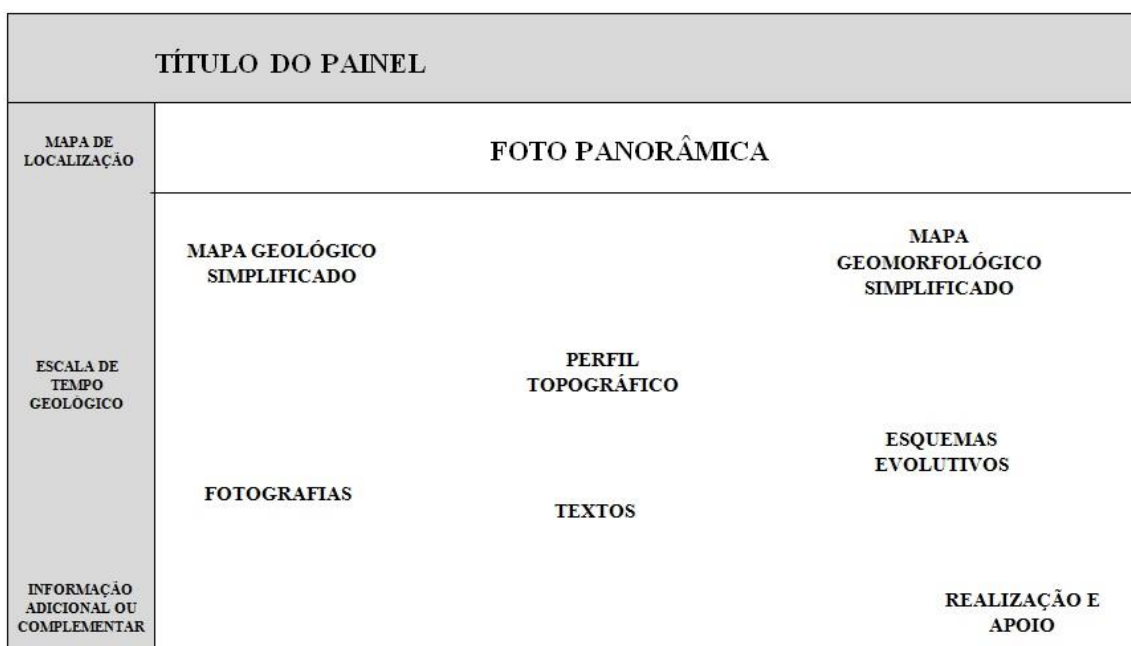


Figura 25 - Representação esquemática de um painel interpretativo.  
 Fonte: Adaptado de Pereira (2006, p. 293).

Optou-se por este painel interpretativo, pois tem predomínio de imagens, com figuras em diversas escalas, incluindo a fotografia panorâmica. A disposição e a área ocupada pelos recursos visuais acabam por chamar a atenção dos visitantes e deixa o painel mais limpo e atrativo, porque o excesso de texto pode afastar os possíveis leitores.

Ao recomendar o painel interpretativo para os mirantes do PESRM, buscou-se apropriar de um recurso simples, que tem o intuito de informar sobre os elementos da geodiversidade, e contribuir na formação de uma consciência ambiental por parte dos visitantes.

### 5.5.2 Folhetos interpretativos

O folheto foi outro recurso escolhido como uma medida para o uso turístico, por se tratar de uma estratégia de baixo custo monetário, fácil aplicação, pode servir como material de divulgação do PESRM, e não interfere na estética dos sítios, pode ser transportado pelo visitante ajudando-os na organização da visita (MEIRA, 2016; MOREIRA, 2008).

O folheto configura-se como um instrumento interpretativo que contém mais informações do que as disponíveis nos painéis e podem ser relacionados a diversos temas. Além disso, os visitantes podem levar os folhetos para casa e ler as informações com mais calma (MOREIRA, 2008).

Sendo assim, propõe-se que os folhetos para o PESRM conttenham informações sobre a geodiversidade local, abordando temas sobre a origem e formação das Serras do Curral, Moeda e Rola Moça. Informando sobre a importância geocológica da canga, suas características e processos de formação, sua relação com a vegetação e seu significado geomorfológico, além de seu processo de ruptura e formação de cavernas. É importante conter, também, informações sobre o que visitar no PESRM e um mapa de como chegar aos atrativos e suas principais distâncias do centro de visitantes.

### **5.5.3 Sinalização**

A sinalização é um instrumento que auxilia na interação do visitante com o meio ambiente visitado e durante os trabalhos de campo, realizado no PESRM, foi observado que nos locais onde se encontram os sítios de geodiversidade faltam placas de sinalização.

Dessa forma, recomenda-se que sejam implantadas placas de sinalização nas estradas e trilhas próximas aos sítios para orientar e indicar a localização, facilitando o deslocamento dos visitantes. A sinalização deve ser correta com informações breves, podendo conter símbolos, o nome do local, setas indicativas ou à distância até o sítio.

### **5.5.4 Formação de condutores**

Promover cursos periódicos de capacitação de condutores aos funcionários do PESRM, abordando os aspectos da geodiversidade, visto que os condutores exercem um importante papel na experiência do visitante, viabilizando um desenvolvimento educativo e interpretativo durante a visita.

Os cursos ministrados devem estar de acordo com as diretrizes do Ministério do Meio Ambiente (2006), deve disponibilizar aos condutores apostilas com mapas e informações sobre a geodiversidade da região, os conceitos básicos sobre as atividades

turísticas em áreas naturais, incluindo o geoturismo, noções sobre a interpretação do ambiente em trilhas, e por fim, posturas profissionais e recomendações (MOREIRA, 2011).

### **5.5.5 Proposta de roteiro geoturístico**

Roteiro turístico pode ser entendido como um itinerário caracterizado por um ou mais elementos que lhe conferem identidade, definição e estruturação para fins de planejamento, gestão e comercialização turística (MTur, 2007).

Sendo assim, com base nessa definição de roteiro e levando em consideração a quantificação dos sítios de geodiversidade do PESRM, propõe-se um roteiro geoturístico para essa UC. Este deve ser conduzido por um condutor com a finalidade de enriquecer as experiências dos visitantes, podendo auxiliar na conscientização ambiental.

Portanto, dos nove sítios levantados, seis foram escolhidos para compor o roteiro. Todos os pontos foram relacionados em ordem numérica sequencial do itinerário proposto, sendo: Cachoeira das Pitangueiras, Mirante Três Pedras, Caverna RM-03, Mirante Planeta, Mirante Morro dos Veados e Mirante Casa Branca. Tal escolha foi devido ao fácil acesso por estrada pavimentada ou não pavimentada, à boa visibilidade da paisagem e à beleza cênica.

A finalidade desse roteiro é valorizar e divulgar a geodiversidade do PESRM por meio do geoturismo. A seguir é apresentada uma breve descrição do roteiro.

#### **Ponto 1 - Cachoeira das Pitangueiras**

A primeira parada do roteiro é na Cachoeira das Pitangueiras, nesse ponto os visitantes poderão contemplar a paisagem, além de se banharem no pequeno poço da cachoeira. Nesse ponto, podem ser abordados temas sobre a geologia local como os quartzitos do Grupo Piracicaba que constituem a cachoeira, e temas sobre a importância hídrica do PESRM, informando sobre os mananciais que abastecem parte da região metropolitana de Belo Horizonte.

#### Ponto 2 - Mirante Três Pedras

A segunda parada é no Mirante Três Pedras, nesse ponto é possível observar a evolução geomorfológica do PESRM. O visitante poderá entender sobre a formação geomorfológica do relevo e sobre o bioma Campo Sujo, que influencia na paisagem local.

#### Ponto 3 - Caverna Rola Moça-03

A terceira parada é na Caverna Rola Moça-03, esse ponto fica próximo ao Mirante Três Pedras, ou seja, do ponto 2 ao ponto 3 é necessário fazer uma caminhada de cerca de 300 metros. Ao longo do percurso é possível abordar temas sobre a geomorfologia e sobre a formação e importância da canga. Ao chegar à caverna o condutor pode mostrar e explicar ao visitante as principais características físicas da caverna, tais como seus aspectos genéticos e os espeleotemas.

#### Ponto 4 - Mirante Planeta

A quarta parada é no Mirante Planeta onde é possível observar a presença de canga. O objetivo principal dessa parada é compreender sobre a origem e quebra das cangas e a formação das cavernas, informando, também, sobre a importância geocológica da canga.

#### Ponto 5 - Mirante Morro dos Veados

A quinta parada consiste no local mais visitado do PESRM, pois apresenta grande beleza cênica e a topografia possibilita vistas panorâmicas da região de Brumadinho e Ibirité. Nesse sítio é possível abordar temas sobre as diferenças geomorfológicas entre a paisagem relacionada à Formação Cauê e a paisagem resultante da evolução geomorfológica relacionada à Formação Gandarela. Outro aspecto que pode ser abordado é sobre a mina abandonada de Casa Branca, que fica perto do mirante. Nesse contexto, pode ser trabalhado sobre a origem do minério de ferro informando sobre sua importância científica e econômica para a região do Quadrilátero Ferrífero.

#### Ponto 6 - Mirante Casa Branca

A última parada é no Mirante Casa Branca que apresenta grande beleza cênica com vistas panorâmicas para o distrito de Casa Branca (Brumadinho). Nesse sítio é possível

abordar temas sobre a geomorfologia e, além da geodiversidade, os visitantes podem observar a biodiversidade local, onde predomina vegetação de porte gramíneo-lenhosa.

Na Figura 26 é apresentado o mapa do roteiro geoturístico elaborado para o Parque Estadual Serra do Rola Moça.

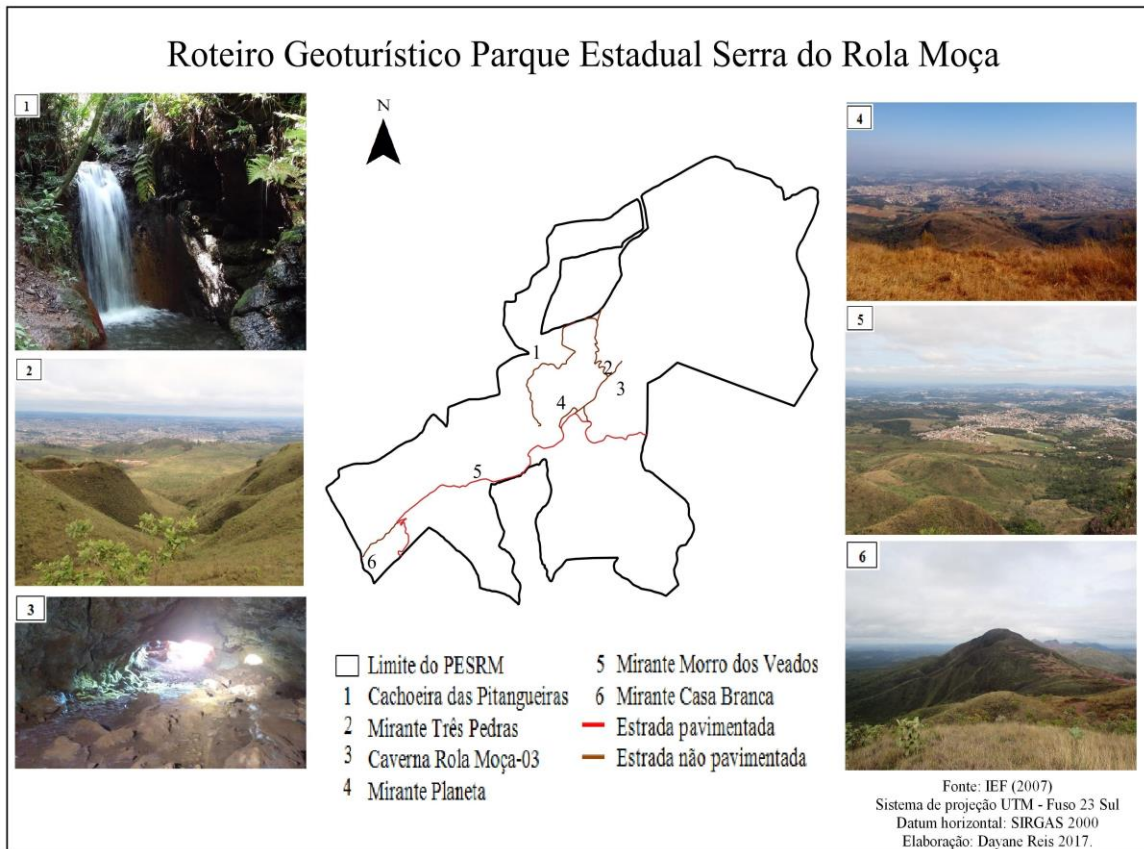


Figura 26 - Roteiro geoturístico no PESRM

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta dessa dissertação foi analisar o potencial geoturístico do PESRM, por meio da modelagem cartográfica e, em seguida, identificar possíveis locais para compor os sítios de geodiversidade e, assim, propor ações para a implementação de atividades geoturísticas. Desse modo, de acordo com os resultados apresentados, foi constatado que na UC pesquisada existem elementos da geodiversidade relevantes para o desenvolvimento do geoturismo.

A modelagem cartográfica do PESRM se mostrou eficiente, pois os sítios de geodiversidade identificados têm a maior parte de suas áreas em regiões com elevado potencial geoturístico, sendo representados pelas classes: médio, alto e muito alto. Entretanto, este modelo pode ser aprimorado com o incremento de novas variáveis, que poderão alterar o resultado do potencial geoturístico do PESRM e, conseqüentemente, dos sítios analisados.

Neste contexto, merece destaque a questão da escala (1:50.000) dos dados cartográficos utilizados para uma área muito pequena, que influi diretamente no resultado, sendo que, com o aumento da escala, um maior número de elementos é detalhado (mapeado) e, conseqüentemente, o potencial geoturístico do PESRM obtido, provavelmente, seria diferente.

Outro ponto que deve ser considerado nessa pesquisa é o inventário dos sítios de geodiversidade do PESRM, pois alguns locais de interesse não foram considerados no inventário realizado. Dentre os fatores restritivos para a realização dessa etapa do trabalho estão o tempo disponível para a execução das visitas de campo e, principalmente, as limitações de acessos aos locais que estão sobre administração da COPASA. O que impossibilitou a identificação e a quantificação de sítios localizados dentro dessas áreas. Em função disso, novos estudos sobre a geodiversidade do PESRM poderão ser realizados e novos sítios serão levantados, pois existem outros locais com potencial para o uso turístico, como é o caso do Abrigo Casa Branca, os Mananciais Catarina e Mutuca e a Serra das Andorinhas.

O inventário realizado nessa pesquisa também não envolveu os elementos da geodiversidade contidos na Zona de Amortecimento do PESRM, sendo essa área de grande relevância em termos da geodiversidade. Possivelmente, trabalhos futuros poderão contemplar essa área e novos sítios serão identificados, portanto, faz-se necessário indicar para posterior levantamento: o Abrigo Retiro das Pedras, localizado no distrito de Piedade do Paraopeba, os Caminhos Antigos da Serra da Calçada, que constitui trechos de antigos caminhos do século XVIII, alguns com escoros de alvenaria de pedra, e o Forte Brumadinho.

Por fim, o PESRM apresenta uma rica geodiversidade, com valores: intrínseco, estético, científico, educacional e turístico. Acredita-se que o desenvolvimento de atividades geoturísticas irá contribuir para o conhecimento, valorização e conservação da geodiversidade presente na UC, por meio de processos de interpretação promovidos pela educação ambiental. E para assegurar que tais atividades alcancem êxito, torna-se necessária a elaboração de estratégias em conjunto com a comunidade local, os gestores do PESRM, os visitantes e a comunidade acadêmica.

Espera-se que os resultados deste trabalho possam servir como ferramenta para os gestores do PESRM no aproveitamento do potencial geoturístico dos sítios. E as ações, sugeridas nesta pesquisa, possam ser utilizadas para a promoção, valorização e reconhecimento destes elementos da geodiversidade, que são representados pelas formações geológicas, geomorfológicas e espeleológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S. **Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero**. Elsevier Science, 90: 1998. 29 – 58 p.

BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. **O geoturismo como instrumento em prol da divulgação, valorização e conservação do patrimônio natural abiótico – uma reflexão teórica**. Turismo e Paisagens Cársticas. Campinas, 2010. v. 3, n. 2, 55 – 65 p.

BRASIL. **Política nacional de educação ambiental, lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999**. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

BRILHA, J. **Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review**. Geoheritage, 2015. v. 8, 119 – 134 p.

\_\_\_\_\_. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga: Palimage, 2005. 190 p.

BOULLÓ, N, R. C. **Planejamento do espaço turístico**. Bauru: EDUSC, 2002. 278 p.

CADASTRO NACIONAL DE ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE (CNES). **Consulta estabelecimento**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://cnes.datasus.gov.br/>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS (CECAV). **Base de dados de cavidades naturais subterrâneas**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

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

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 268 p.

\_\_\_\_\_. **Projeto APA Sul RMBH: Estudo do meio físico**. Belo Horizonte: CPRM, 2005. 115 p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2001. 124 p.

DORR, J. V. N. **Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil: regional geology of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** Washington, D. C, 1969.

EMPRESA MUNICIPAL DE TURISMO DE BELO HORIZONTE (BELOTUR). **Gastronomia.** Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<http://belohorizonte.mg.gov.br/gastronomia>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

EVANGELISTA, V. K.; TRAVASSOS, L. E. P. **Patrimônio geomorfológico do Parque Estadual do Sumidouro.** Belo Horizonte: PUC Minas, 2014. 138 p.

FONSECA-FILHO, R. E.; RIBEIRO, G. S. **Perfil do geoturista do Parque Estadual da Serra do Rola-Moça (MG).** Revista Brasileira de Ecoturismo. São Paulo, 2016. v. 9, n. 3, 471 – 496 p.

GOULART, P. P. **Estudo da distribuição espacial dos atrativos turísticos como subsídio para proposta de zoneamento do Geopark Quadrilátero Ferrífero.** Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015. 45 p.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature.** Londres: John Wiley & Sons Ltd, 2004. 434 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mg/panorama>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

LIMA, C. S. **Modelagem do potencial geoturístico dos distritos do município de Ouro Preto – MG.** Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015. 96 p.

MEIRA, S. A. **“Pedras que cantam”: o patrimônio geológico do Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2016. 169 p.

MINAS GERAIS. **Plano de manejo do Parque Estadual Serra do Rola Moça.** Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/Plano\\_de\\_Manejo/Rola\\_Moca/enc1\\_pesrm\\_ef-995.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/Plano_de_Manejo/Rola_Moca/enc1_pesrm_ef-995.pdf)>. Acesso em: 11 mai. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Diretrizes para visitação em Unidades de Conservação.** Brasília, 2006. 61 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom\\_boletins/\\_arquivos/livro.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/livro.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2017.

MINISTÉRIO DO TURISMO (MTur). **Projeto inventário da oferta turística.** Brasília, 2006. 38 p. Disponível em:

<<http://www.inventario.turismo.gov.br/invtur/downloads/projInvTUR/projInvTUR.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Roteiros do Brasil: programa de regionalização do turismo**. Brasília, 2007. 54 p. Disponível em: <[http://www.regionalizacao.turismo.gov.br/images/roteiros\\_brasil/roteirizacao\\_turistica.pdf](http://www.regionalizacao.turismo.gov.br/images/roteiros_brasil/roteirizacao_turistica.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2018.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. Ponta Grossa: UEPG, 2011. 157 p.

\_\_\_\_\_. **Patrimônio geológico em unidades de conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008. 429 p.

MORLÁNS, C. **El paisaje visual o paisaje percibido**. Universidad Nacional de Catamarca, 2009. 17 p. Disponível em: <<http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/005-elpaisajepersibido-2.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

MOURA, A. C. M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análises multicritérios**. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento. Florianópolis: INPE, 2007. 2899-2906 p.

\_\_\_\_\_. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 285 p.

NASCIMENTO, M. A.; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. São Paulo: SBG, 2008. 84 p.

PEREIRA, E. O. **Modelagem da geodiversidade da Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013. 80 p.

PEREIRA, M. C.; STÁVALE, Y. O.; SALGADO, A. A. R. **Estudo da gênese das cavidades e depressões em minério de ferro – Quadrilátero Ferrífero/MG: Serras do Rola Moça e do Gandarela**. Revista Brasileira de Geomorfologia. São Paulo, 2012. v. 13, n. 3, 245 – 253 p.

PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural Montesinho**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade do Minho. Braga, 2006. 370 p.

PEREIRA, R. G. F. A. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia – Brasil)**. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade do Minho. Braga, 2010. 295 p.

PILÓ, L. B.; COELHO, A.; ANDRADE, R. **Cavernas ferríferas da Serra da Moeda**. In: BAETA, A.; PILÓ, H. (orgs.) Serra da Moeda: Patrimônio e história. Belo Horizonte: Orange Editorial, 2015. 32 – 45 p.

RAMOS, E. C. **Educação ambiental: evolução histórica, implicações teóricas e sociais. Uma avaliação crítica**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1996. 140 p.

RENGER, F. E.; NOCE, C. M.; ROMANO, A. W.; MACHADO, N. **Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil**. Geonomos, 2(1): 1994. 1 – 11 p.

RUCHKYS, U. A. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO**. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007. 211 p.

SALLES, D. M. **Composição e configuração da paisagem e proposição de corredores como ferramenta para conservação: O Parque Estadual Serra do Rola Moça, Minas Gerais, como estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2013. 52 p.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. **Índice de concentração de rugosidade: uma nova proposta metodológica para mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica**. Revista Brasileira de Geomorfologia. São Paulo, 2014. v. 15, n. 1, 47 – 60 p.

SANTOS, D. J. **A geodiversidade do Parque Nacional da Serra do Gandarela: análise do potencial de uso didático com ênfase no patrimônio espeleológico**. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017. 173 p.

SCHORSCHER, H. D. **Komatiitos na estrutura “Greenstone Belt”, Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Geologia. Recife: SBG, 1978. Boletim n.1, 292 – 293 p.

SENA, I. S. **Análise do potencial geoturístico da região central da área de proteção ambiental carste de Lagoa Santa – MG**. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015. 114 p.

SOARES-FILHO, B. S. **Modelagem de dados espaciais**. Curso de especialização em geoprocessamento. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2000. 15 p. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/modelagemdedadosespaciais.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

STANLEY, M. **Geodiversity**. Earth Heritage. Ludlow, 2000. n. 14, 15 – 18 p.

TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA A GESTÃO DA ÁGUA (TSGA). **Geoconservação, geoturismo e geoparques**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014. 53 p.

TONIDANDEL, R. P. **Aspectos legais e ambientais do fechamento de mina no estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011. 146 p.

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

## ANEXOS

Anexo I - Ficha de caracterização dos sítios de geodiversidade.

Nome do sítio
Localização Geográfica
Dono/Gestor
Proteção legal
Acessibilidade
Fragilidade/Vulnerabilidade
Descrição geológica/geomorfológica
Feições da Geodiversidade com potencial para uso didático e/ou turístico
Ligações com bens ecológicos e/ou culturais
Eventuais limitações de uso
Condições de segurança
Condições de observação

Fonte: Brilha (2015).

Anexo II - Critérios e notas para avaliação quantitativa do potencial de uso didático e turístico (Tradução da autora).

<b>Potencial de Uso Didático e Turístico</b>	
<b>Critérios/Indicadores</b>	<b>Notas</b>
<b>A. Vulnerabilidade</b>	
Os elementos geológicos do sítio não apresentam possibilidade de deterioração por atividade antrópica.	4
Há a possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários pela atividade antrópica.	3
Há a possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos pela atividade antrópica.	2
Há a possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos pela atividade antrópica.	1
<b>B. Acessibilidade</b>	
Sítio localizado a menos de 100 metros de uma rodovia pavimentada com estacionamento para ônibus.	4
Sítio localizado a menos de 500 metros de uma rodovia pavimentada.	3
Sítio acessível por ônibus através de estrada vicinal.	2
Sítio sem acesso direto por estrada pavimentada, mas localizada a menos de 1 km de uma rodovia acessível por ônibus.	1
<b>C. Limitações de uso</b>	
O sítio não tem limitações de uso para turistas e estudantes.	4
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas, mas apenas ocasionalmente.	3
O sítio pode ser usado por estudantes e turistas, mas somente após superar algumas limitações (legal, geográfica, meteorológica, etc.).	2
O uso por estudantes e turistas é difícil de alcançar devido a dificuldades das limitações (legal, geográfica, meteorológica, etc.).	1
<b>D. Segurança</b>	
Sítio com facilidades de segurança (cerca, escada, corrimão, etc.), cobertura de telefonia celular e localizado a menos de 5 km de serviços de emergência.	4
Sítio com facilidades de segurança (cerca, escada, corrimão, etc.), cobertura de telefonia celular e localizado a menos de 25 km de serviços de emergência.	3
Sítio sem facilidades de acesso, mas com cobertura de telefonia celular e localizado a menos de 50 km de serviços de emergência.	2
Sítio sem facilidades de acesso, sem cobertura de telefonia móvel e localizado a mais de 50 km de serviços de emergência.	1
<b>E. Logística</b>	
Hospedagem e restaurante para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km de distância.	4
Hospedagem e restaurante para grupos de 50 pessoas a menos de 50 km de distância.	3
Hospedagem e restaurante para grupos de 50 pessoas a menos de 100 km de distância.	2
Hospedagem e restaurante para grupos de 25 pessoas a menos de 50 km de	1

distância.	
<b>F. Densidade populacional</b>	
Sítio localizado em um município com mais de 1000 hab/km <sup>2</sup> .	4
Sítio localizado em um município com 250 a 1000 hab/km <sup>2</sup> .	3
Sítio localizado em um município com 100 a 250 hab/km <sup>2</sup> .	2
Sítio localizado em um município com menos de 100 hab/km <sup>2</sup> .	1
<b>G. Associação com outros valores</b>	
Ocorrência de consideráveis valores ecológicos e culturais a menos de 5 km de distância do sítio.	4
Ocorrência de consideráveis valores ecológicos e culturais a menos de 10 km de distância do sítio.	3
Ocorrência de um valor ecológico e um valor cultural a menos de 10 km de distância do sítio.	2
Ocorrência de um valor ecológico ou cultural a menos de 10 km de distância do sítio.	1
<b>H. Cenário</b>	
Sítio frequentemente utilizado como um destino turístico num contexto nacional.	4
Sítio ocasionalmente utilizado como um destino turístico num contexto nacional.	3
Sítio frequentemente utilizado como um destino turístico num contexto local.	2
Sítio ocasionalmente utilizado como um destino turístico num contexto local.	1
<b>I. Singularidade</b>	
O sítio apresenta características únicas e incomuns num contexto nacional e internacional.	4
O sítio apresenta características únicas e incomuns num contexto nacional.	3
O sítio apresenta características comuns num contexto regional e incomuns no contexto de outras regiões do país.	2
O sítio apresenta características pouco comuns num contexto nacional.	1
<b>J. Condições de observação</b>	
Todos os elementos geológicos apresentam boas condições de observação.	4
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos.	3
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação dos principais elementos geológicos.	2
Existem alguns obstáculos que obstruem a observação dos principais elementos geológicos.	1
<b>Potencial de Uso Didático</b>	
<b>K. Potencial didático</b>	
O sítio apresenta elementos geológicos/geomorfológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino.	4
O sítio apresenta elementos geológicos/geomorfológicos que são ensinados no ensino básico.	3
O sítio apresenta elementos geológicos/geomorfológicos que são ensinados	2

no ensino médio.	
O sítio apresenta elementos geológicos/geomorfológicos que são ensinados no ensino superior.	1
<b>L. Diversidade geológica/geomorfológica</b>	
Mais de 3 tipos de elementos da geodiversidade ocorrendo no local (mineralógico, paleontológico, geomorfológico, etc.).	4
Existem 3 tipos de elementos da geodiversidade no sítio.	3
Existem 2 tipos de elementos da geodiversidade no sítio.	2
Existe apenas um tipo de elemento da geodiversidade no sítio.	1
<b>Potencial de Uso Turístico</b>	
<b>K. Potencial interpretativo</b>	
O sítio apresenta elementos geológicos de uma forma clara e expressiva para todos os tipos de público.	4
O público necessita de um conhecimento básico para compreender os elementos geológicos do sítio.	3
O público necessita de um conhecimento sólido para compreender os elementos geológicos do sítio.	2
O sítio apresenta elementos geológicos compreensíveis apenas por especialistas.	1
<b>L. Nível econômico</b>	
Sítio localizado em um município com uma renda familiar com pelo menos o dobro da média nacional.	4
Sítio localizado em um município com uma renda familiar maior que média nacional.	3
Sítio localizado em um município com uma renda familiar similar à média nacional.	2
Sítio localizado em um município com uma renda familiar menor do que a média nacional.	1
<b>M. Proximidade a áreas de recreação</b>	
Sítio localizado a menos de 5 km de uma área recreacional ou atração turística.	4
Sítio localizado a menos de 10 km de uma área recreacional ou atração turística.	3
Sítio localizado a menos de 15 km de uma área recreacional ou atração turística.	2
Sítio localizado a menos de 20 km de uma área recreacional ou atração turística.	1

Fonte: Brilha (2015).

Anexo III - Critérios e notas para avaliação quantitativa do risco de degradação  
(Tradução da autora).

<b>Risco de Degradação</b>	
<b>Critérios/Indicadores</b>	<b>Notas</b>
<b>A. Deterioração dos elementos geológicos</b>	
Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos.	4
Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos.	3
Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários.	2
Menor possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários.	1
<b>B. Proximidade a áreas/atividades com potencial causa de degradação</b>	
Sítio localizado a menos de 50 metros de área/atividade com potencial causa de degradação.	4
Sítio localizado a menos de 200 metros de área/atividade com potencial causa de degradação.	3
Sítio localizado a menos de 500 metros de área/atividade com potencial causa de degradação.	2
Sítio localizado a menos de 1000 metros de área/atividade com potencial causa de degradação.	1
<b>C. Proteção legal</b>	
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 controle de acesso.	1
<b>D. Acessibilidade</b>	
Sítio localizado a menos de 100 metros de uma rodovia pavimentada e estacionamento para ônibus.	4
Sítio localizado a menos de 500 metros de uma rodovia pavimentada.	3
Sítio acessível por ônibus através de estradas vicinais.	2
Sítio sem acesso direto por estrada, mas localizado a menos de 1km de uma rodovia acessível por ônibus.	1
<b>E. Densidade populacional</b>	
Sítio localizado em um município com mais de 1000 hab/km <sup>2</sup> .	4
Sítio localizado em um município com 250 a 1000 hab/km <sup>2</sup> .	3
Sítio localizado em um município com 100 a 250 hab/km <sup>2</sup> .	2
Sítio localizado em um município com menos de 100 hab/km <sup>2</sup> .	1

Fonte: Brilha (2015).

Anexo IV - Serviços de emergência em saúde dos municípios que apresentam interseção com o PESRM.

<b>Serviços de emergência em saúde</b>		
<b>Município</b>	<b>Nome do estabelecimento</b>	<b>Endereço</b>
Belo Horizonte	Unidade de Pronto Atendimento Barreiro	Avenida Aurélio Lopes, 20 - Diamante.
	Hospital Municipal Odilon Behrens	Rua Formiga, 50 - São Cristóvão.
	Hospital das Clínicas	Avenida Prof. Alfredo Balena, 110 - Santa Efigênia.
	Hospital João XXIII	Avenida Prof. Alfredo Balena, 400 - Santa Efigênia.
	Hospital Júlia Kubistchek	Avenida Dr. Cristiano Resende, 312 - Milionários.
Brumadinho	Unidade de Pronto Atendimento Valdemar de Assis Barcelos	MG 040, 30 - KM 30.
	Hospital Municipal João Fernandes do Carmo	Rua João Fernandes do Carmo, 70 - Centro.
	Policlínica Municipal de Brumadinho	Avenida Nossa Senhora do Belo Ramo, 350 - Jota.
Ibirité	Hospital e Maternidade Regional de Ibirité	Avenida São Paulo, 1104 - Macaúbas.
Nova Lima	Unidade de Pronto Atendimento Dr. José Adelson Pires Moreira	Rua José Agostinho, s/nº - Osvaldo Barbosa Pena.
	Policlínica Municipal Dr. Sebastião Fabiano Dias	Rua Augusto Magalhães, 45 - Centro.
	Hospital Nossa Senhora de Lourdes	Rua Madre Tereza, s/nº - Centro.

Fonte: CNES (2017).