



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

### MODELING OF THE GEOTURISTIC POTENTIAL OF SERRA DO ROLA MOÇA STATE PARK – MG

Dayane Letícia Rodrigues dos Reis<sup>1</sup>, Maria Márcia Magela Machado<sup>2</sup>

#### RESUMO

A conservação do meio ambiente é um assunto que tem recebido destaque tanto na literatura científica internacional quanto nacional, e existem diversos estudos voltados para a conscientização da conservação da natureza. Esses estudos 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. Esta pesquisa teve como objetivo modelar o potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça (PESRM) com o auxílio de técnicas de geoprocessamento. A metodologia utilizada 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, as variáveis: geologia, pedologia, geomorfologia e cobertura vegetal. O mapa de capilaridade foi elaborado a partir do cálculo da densidade das vias consideradas estradas pavimentadas, não pavimentadas e trilhas, pelo método estatístico Kernel. O mapa de visibilidade foi elaborado a partir do cruzamento dos dados de relevo e mirantes. Por fim, as variáveis foram submetidas ao processo de álgebra de mapas, por meio da equação de soma, obtendo-se o mapa síntese do potencial geoturístico do PESRM, que foi reclassificado em cinco classes: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. Concluindo, foi evidenciado que nas regiões limítrofes do PESRM possui maior potencial para o geoturismo, ao passo que a porção central apresentou menor potencial para iniciativas dessa natureza.

**Palavras-chave:** geodiversidade; geoprocessamento; análise de multicritérios.

#### ABSTRACT

Conservation of the environment is a subject that has received prominence in both the international and national scientific literature, and there are several studies focused on the awareness of nature conservation. These studies have contributed considerably to the increased visitation of natural areas and the emergence of new forms of tourism such as geotourism. This research had as objective to model the geotouristic potential of the Serra do Rola Moça State Park (PESRM), with the aid of geoprocessing techniques. The methodology used was the multicriteria analysis technique. Initially, the input variables were modeled: environmental vulnerability, capillarity and visibility. For the production of the map of environmental vulnerability, the following variables were combined through map algebra: geology, pedology, geomorphology and vegetation cover. The capillarity map was elaborated from the calculation of the density of the roads considered: paved, unpaved roads and trails, by the statistical method Kernel. The visibility map was elaborated from the crossing of the relief data and lookouts. Finally, the variables were submitted to the map algebra process, by means of the sum equation, obtaining the synthesis map of the PESRM geotourism potential that was reclassified into five classes: very low, low, medium, high and very high. In conclusion, it was evidenced that in the border regions of the PESRM there is greater potential for geotourism, to the extent that the central portion presented less potential for initiatives of this nature.

**Keywords:** geodiversity; geoprocessing; multicriteria analysis.

Recebido em: 13/10/2018

Aceito em: 13/03/2019

---

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, email: dayaneresi06@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, email: mmarciamm@gmail.com

**MODELAGEM DO POTENCIAL GEOTURÍSTICO DO PARQUE ESTADUAL SERRA DO ROLA MOÇA – MG****1INTRODUÇÃO**

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 para o surgimento de novos segmentos no turismo, que utilizam os elementos naturais como atrativos turísticos, como, por exemplo, o geoturismo.

O geoturismo tem como seu principal atrativo os elementos da geodiversidade que possuem algum valor específico para a sociedade humana. “A geodiversidade pode ser entendida como a variedade natural da superfície da terra que se refere aos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrogeológicos, bem como outros aspectos que são resultados de processos naturais (endógenos e exógenos)” (KOZLOWSKI; MIGASZEWSKI; GALUSZKA, 2004b, p. 15). Para a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), “a geodiversidade é compreendida 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, p. 12).

Nessa definição da CPRM, a geodiversidade apresenta valores que constituem 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 podem definir quais são os potenciais de uso (científico, didático, turístico etc.) de um determinado local para ser alvo de iniciativas de conservação, além de se estabelecer as condições de uso dos espaços naturais” (PEREIRA, 2010, p. 179).

A geodiversidade 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 têm como objetivo principal conservar a geodiversidade, garantindo sua evolução natural” (OLIVEIRA; PEDROSA; RODRIGUES, 2013, p. 103).

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. 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, p. 60).

O geoturismo é uma nova modalidade do turismo e pode ser entendida “como uma segmentação turística sustentável, que promove a compreensão, a apreciação e a conservação da geodiversidade” (DOWLING e NEWSOME, 2010, p. 1). Pode ser estudado de forma qualitativa/quantitativa, por meio de estudos que se baseiam na descrição, na análise e na identificação do potencial de uso (científico, turístico, didático etc.) dos elementos da geodiversidade. Pode, também, ser abordado com o uso de técnicas de geoprocessamento, como é o caso dos trabalhos de Lima (2015), Sena (2017) e Santos (2017).

“O geoturismo é uma segmentação turística sustentável, realizado em áreas naturais por pessoas que têm o interesse em conhecer mais os aspectos da geodiversidade” (MOREIRA, 2010, p. 7). Dentre as áreas mais utilizadas pelo geoturismo 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 destacam com potencial para o desenvolvimento do geoturismo, e dentre essas regiões destaca-se o Parque Estadual Serra do Rola Moça (PESRM). O PESRM é composto por uma rica associação entre biodiversidade e geodiversidade,

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

compreendendo elementos do geossistema ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero. O PESRM 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.

A partir dessas considerações, a presente pesquisa tem como objetivo modelar o potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça, por meio de técnicas de geoprocessamento. Este artigo é oriundo de uma dissertação de mestrado intitulada “Modelagem do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça – MG” (REIS, 2018). Acredita-

se que este 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.

**1.1 Área de estudo**

O Parque Estadual Serra do Rola Moça (PESRM) é uma unidade de conservação 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 1 é apresentado o mapa de localização do PESRM.

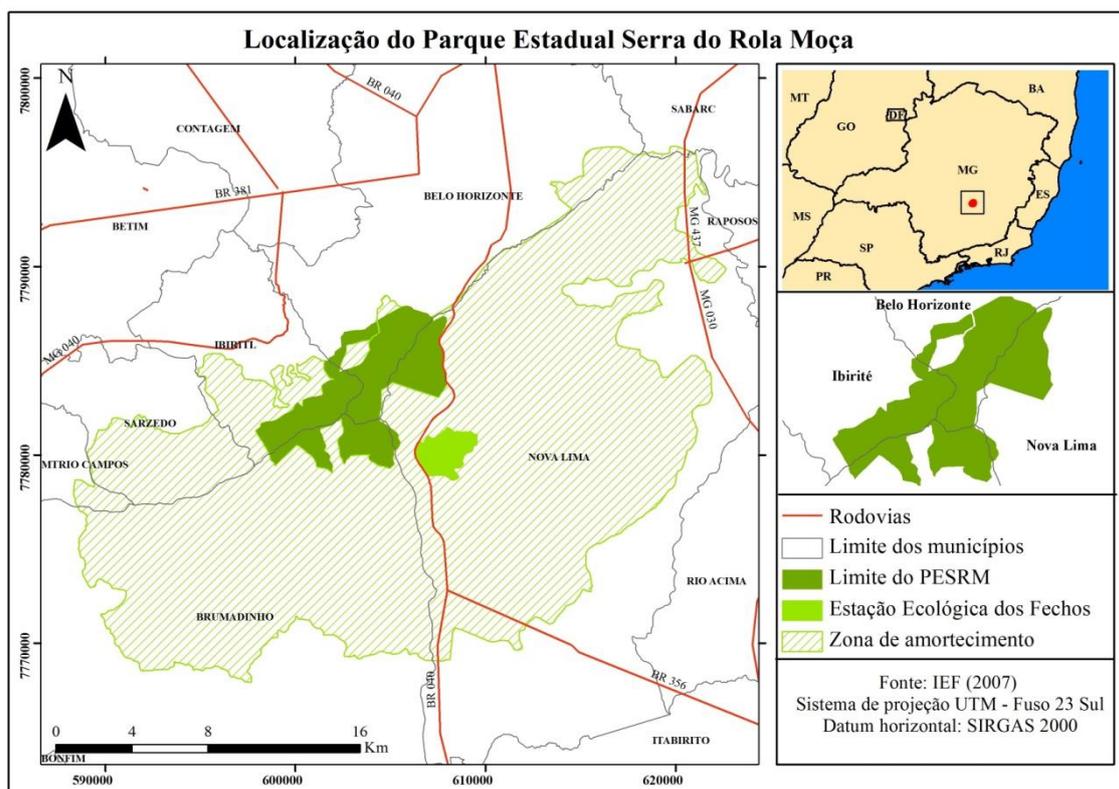


Figura 1 – Mapa de localização do PESRM. Fonte: elaborado pelas autoras.

O PESRM possui uma área total de 39,26 km<sup>2</sup> e foi criado em 27 de setembro de 1994, pelos Decretos Estaduais n.º 36.071 e n.º 36.073, com o objetivo de conservar os ecossistemas locais e proteger seis mananciais de água (Bálsamo, Barreiro, Catarina, Mutuca, RolaMoça e Taboões), que abastecem parte da população de Belo Horizonte, Brumadinho e Ibirité.

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.

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

O PESRM está inserido no contexto geológico do Quadrilátero Ferrífero, cujo contexto estratigráfico foi definido por Alkmim e Marshak (1998, p. 31) 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.

Geomorfologicamente, o PESRM está localizado na junção da megaestrutura que constituem as Serras do Curral e da Moeda, apresenta uma grande quantidade de formas e processos que estão associados às suas características litológicas. 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 1.500 metros, aproximadamente.

Em relação à pedologia, o PESRM é marcado pelo predomínio de cambissolos e neossolos. Ocorrem ainda latossolos, afloramentos de rochas e cangas lateríticas.

**2MATERIAIS E MÉTODOS**

O método utilizado para a modelagem do potencial geoturístico do PESRM foi adaptado da proposta apresentada por Sena (2015). Os procedimentos metodológicos dividiram-se em três etapas: tratamento da base de dados, elaboração das variáveis e cruzamento dos dados.

**2.1 Tratamento da base de dados**

Foram utilizados os mapas de geologia, geomorfologia, hidrogeologia e pedologia, que foram obtidos do projeto Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul RMBH). Os mapas estavam na escala de 1:50.000 e foram produzidos no ano de 2005 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

O mapa de cobertura vegetal do PESRM foi adquirido por meio do trabalho elaborado por Salles (2013). O arquivo digital com o limite do PESRM, as estradas pavimentadas e não pavimentadas e trilhas foram obtidas do plano de

manejo, que foi elaborado no ano de 2007 pelo Instituto Estadual de Floresta (IEF) em parceria com a Fundação Biodiversitas.

Por fim, foram utilizadas as imagens de radar do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que foram obtidas na plataforma *Earth Explorer* do *United States Geological Service* (USGS), que tem resolução de pixels de *1arc-second*, aproximadamente 30 metros. Todas as etapas de manipulação e cruzamento de dados foram executadas no software ArcGIS 10.3.

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).

Em seguida, os dados em formato vetorial foram recortados de acordo com o limite da área de estudo. Os dados em formato *raster*, ou seja, as imagens SRTM, foram mosaica-dose, posteriormente, foram recortados de acordo com o limite do PESRM. Para os processos envolvendo dados em formato *raster* foram utilizadas células de 30 x 30 metros. Esse parâmetro foi escolhido por se ajustar às 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 à elaboração das variáveis que integram a modelagem do potencial geoturístico.

**2.2 Elaboração das variáveis**

A modelagem do potencial geoturístico do PESRM foi adaptada de Sena (2015), e o resultado consiste em um mapa retratando espacialmente o potencial geoturístico em cinco classes: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

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

Na metodologia proposta por Sena (2015), são 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 elaborada 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 muito pequena, ou seja, abrange um área total de 39,26 km<sup>2</sup>.

Dessa forma, para a modelagem do potencial geoturístico do PESRM, foram geradas as seguintes variáveis: vulnerabilidade ambiental, capilaridade e visibilidade. Essas variáveis foram submetidas a um processo de álgebra de mapas, por meio da equação de soma (cruzamento dos dados), de forma a modelar o potencial geoturístico.

### 2.2.1 Vulnerabilidade ambiental

A vulnerabilidade ambiental foi elaborada a partir da adaptação da proposta metodológica de Santos (2017), que propõem a utilização de componentes abióticos e bióticos. 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, foram convertidas para o formato matricial (*raster*) com células de 30 metros. Em seguida, foram atribuídas notas para cada atributo das variáveis, que foram adaptadas do estudo de Santos (2017) e Crepaniet 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. No Quadro 1 são apresentadas as variáveis e seus atributos e as respectivas notas atribuídas.

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

Quadro 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	1,0
Quartzito	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 Santos (2017) e Crepaniet al. (2001).

Para a confecção da variável geomorfologia, foi elaborado o Índice de Concentração de Rugosidade (ICR), adaptado da proposta metodológica desenvolvida por 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, p. 52).

Para a elaboração do ICR, foi necessário gerar a declividade do PESRM que foi calculado em porcentagem e, para isso, foram utilizadas imagens SRTM. Posteriormente, a declividade foi convertida para o formato de pontos (vetorial), e o ICR foi calculado utilizando-se o estimador de densidade *kernelDensity*, aplicando-o sobre os

pontos, cujos valores são representativos da declividade.

Os parâmetros exigidos na aplicação do *KernelDensity* são tamanho do pixel e raio de busca. Neste trabalho, utilizou-se o tamanho de 30 metros para o pixel, mantendo 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, p. 56), chegando-se ao valor de 282 metros que apresentou a melhor resposta à análise da distribuição espacial do relevo do PESRM.

O mapa resultante desse processo foi reclassificado utilizando o método Quantil(*Quantile*) em cinco classes. Em seguida, foram atribuídas notas a cada uma das classes, conforme proposto por Santos (2017). No

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

Quadro 2 são apresentadas as notas atribuídas a Rugosidade. cada classe do Índice de Concentração de

Quadro 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 ao processo de álgebra de mapas, onde foram atribuídos os pesos de cada variável,

conforme proposto por Santos (2017), e que refletiu na influência do grau de vulnerabilidade do PESRM. Os pesos utilizados nesse processamento são apresentados no Quadro 3.

Quadro 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.

### 2.2.2 Capilaridade das vias de acesso

Para a confecção da capilaridade foram utilizados os dados cartográficos das estradas pavimentadas, não pavimentadas e trilhas, que foram submetidas ao estimador estatístico *kernelDensity* 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 o padrão em relação às bases utilizadas no trabalho, e o raio de busca utilizado foi de 250 metros, conforme proposto por Santos (2017).

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.

### 2.2.3 Visibilidade da paisagem

A visibilidade foi elaborada a partir do cruzamento dos dados de SRTM e pontos de observação da paisagem, ou seja, foram considerados os seis mirantes do PESRM. Para obter a visibilidade da paisagem do PESRM utilizou-se a ferramenta *Viewshed*. Essa ferramenta exigiu como parâmetro o *z-factor*, que corresponde ao fator de conversão do *modeloraster* 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 esse valor, pois os dados estavam na mesma medida. Assim, ao cruzar os dados, o *modeloraster* 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

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

Naturais (*Natural Breaks*) em duas classes, gerando como resultado os locais visíveis e não visíveis na paisagem.

**2.3Cruzamento dos dados**

Após a construção das três variáveis (vulnerabilidade ambiental, capilaridade e visibilidade), estas 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 às classes de cada uma das variáveis. Para o mapa de vulnerabilidade ambiental foram atribuídas notas menores para as classes mais altas e notas maiores para os menos vulneráveis. Para as demais variáveis foram atribuídas notas maiores para as classes mais altas e menores para as classes mais baixas. No Quadro 5 são apresentadas as notas utilizadas, conforme proposto por Sena (2015).

Quadro 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, onde foram atribuídos os pesos de cada uma das

variáveis, adaptado da proposta de Sena (2015). No Quadro 6 são apresentados os pesos utilizados.

Quadro 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 baixo, abaixo, médio, alto e muito alto, de modo a representar o potencial geoturístico do PESRM.

**3 RESULTADOS E DISCUSSÕES****3.1 Modelagem do potencial geoturístico do Parque Estadual Serra do Rola Moça**

O mapa do potencial geoturístico do PESRM foi elaborado por meio de uma álgebra de

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

mapas, sendo equacionadas as variáveis: vulnerabilidade ambiental, capilaridade das vias de acesso e a visibilidade da paisagem. Essas variáveis foram produzidas para compor o potencial geoturístico, mas também determinam fatores importantes do PESRM. Portanto cada uma das variáveis serão apresentadas e

discutidas. Por último, será apresentado e discutido o mapa do potencial geoturístico do PESRM.

O mapa de vulnerabilidade ambiental é apresentado na Figura 2, e por meio dele foi possível obter uma análise integrada das áreas do PESRM que são mais suscetíveis à degradação.

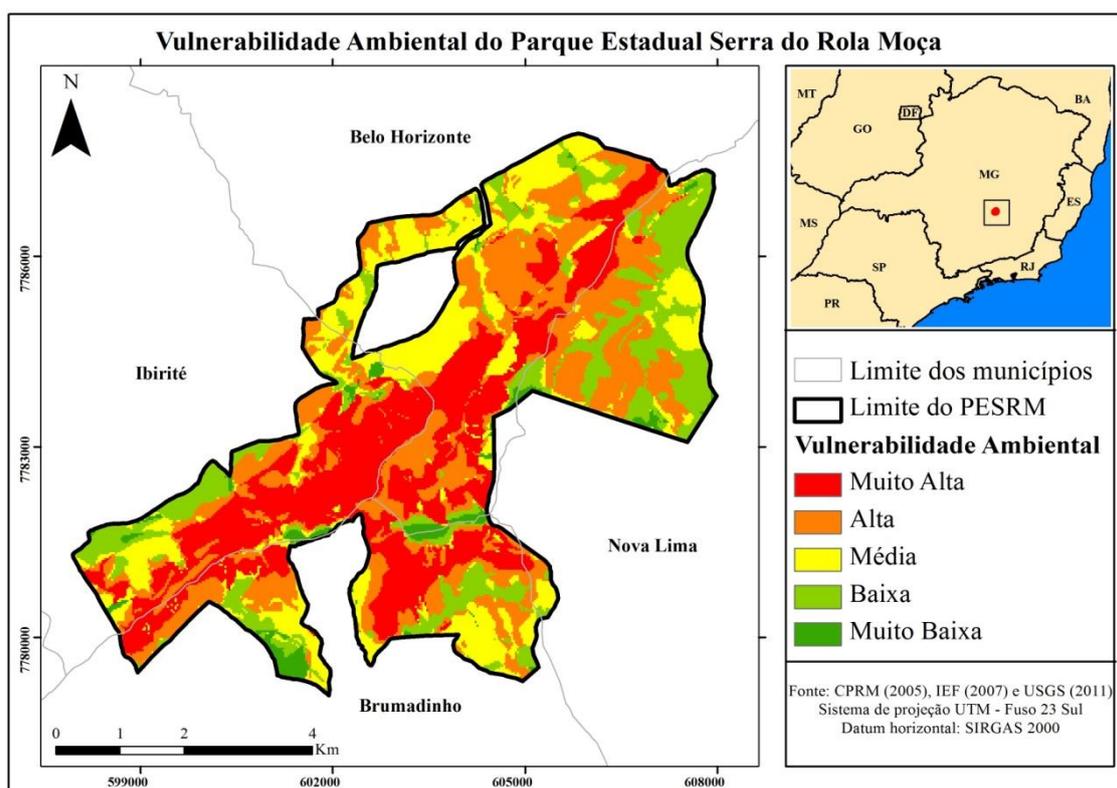


Figura 2 –Mapa da vulnerabilidade ambiental do PESRM. Fonte: elaborado pelas autoras.

A partir desse mapa é possível observar que as áreas que indicam vulnerabilidade muito baixa a baixa são aquelas em que o índice de rugosidade atinge índices baixos, a vegetação predominante é de porte arbóreo (Floresta Estacional Semidecidual) e a geologia é de baixa susceptibilidade. As áreas de média vulnerabilidade são fortemente influenciadas pela geologia e pelo índice de rugosidade. 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 as 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 elaboradas ações

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

de manejo que possam minimizar a degradação ambiental.

A acessibilidade, no contexto turístico, é um fator importante, pois permite o acesso aos

atrativos. Nesse sentido, o mapa de capilaridade do PESRM é apresentado na Figura 3.

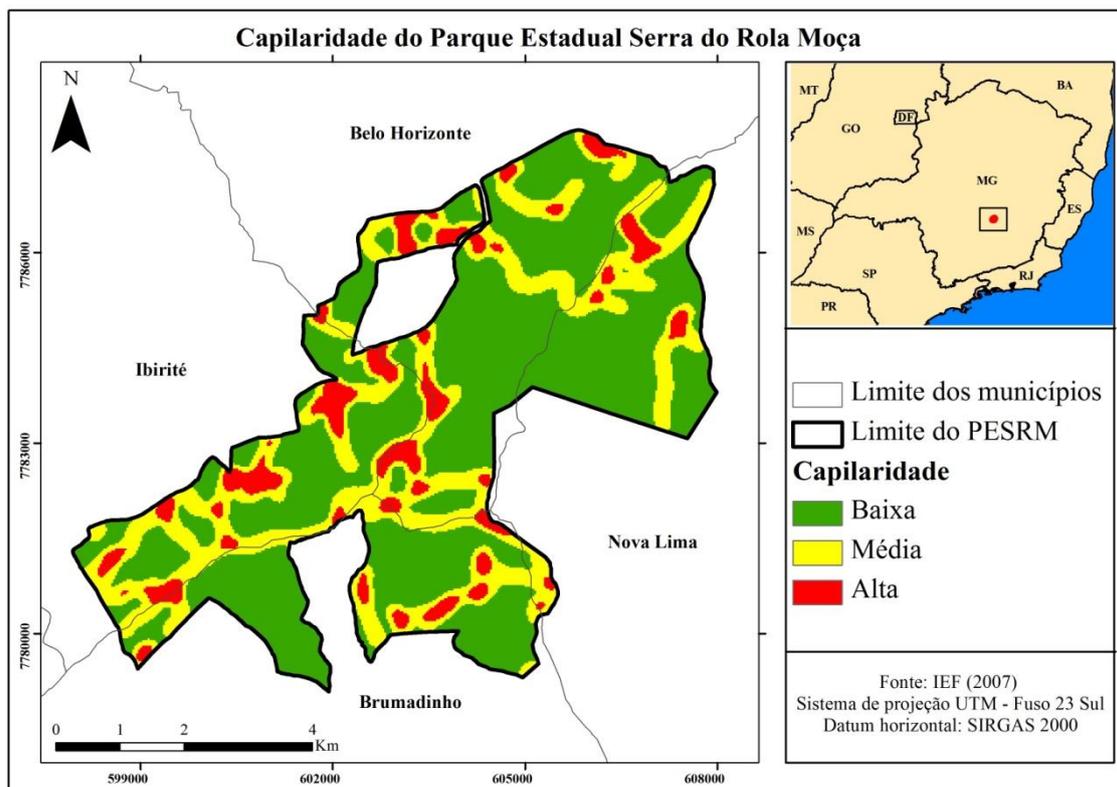


Figura 3 –Mapa de capilaridade das vias de acesso do PESRM. Fonte: elaborado pelas autoras.

O mapa de capilaridade apresentou uma concentração de vias na porção sul e sudoeste. Essas áreas correspondem, segundo o plano de manejo do PESRM do ano de 2007, às 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. As estradas (pavimentadas ou não pavimentadas) encontram-se em boas condições de tráfego, o que facilita o acesso dos visitantes aos atrativos.

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 deste estudo foram seis mirantes: Casa Branca, Estrada Velha, Jatobá, Morro dos Veados, Planeta e Três Pedras. Na Figura 4 é apresentado o mapa de visibilidade do PESRM.

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

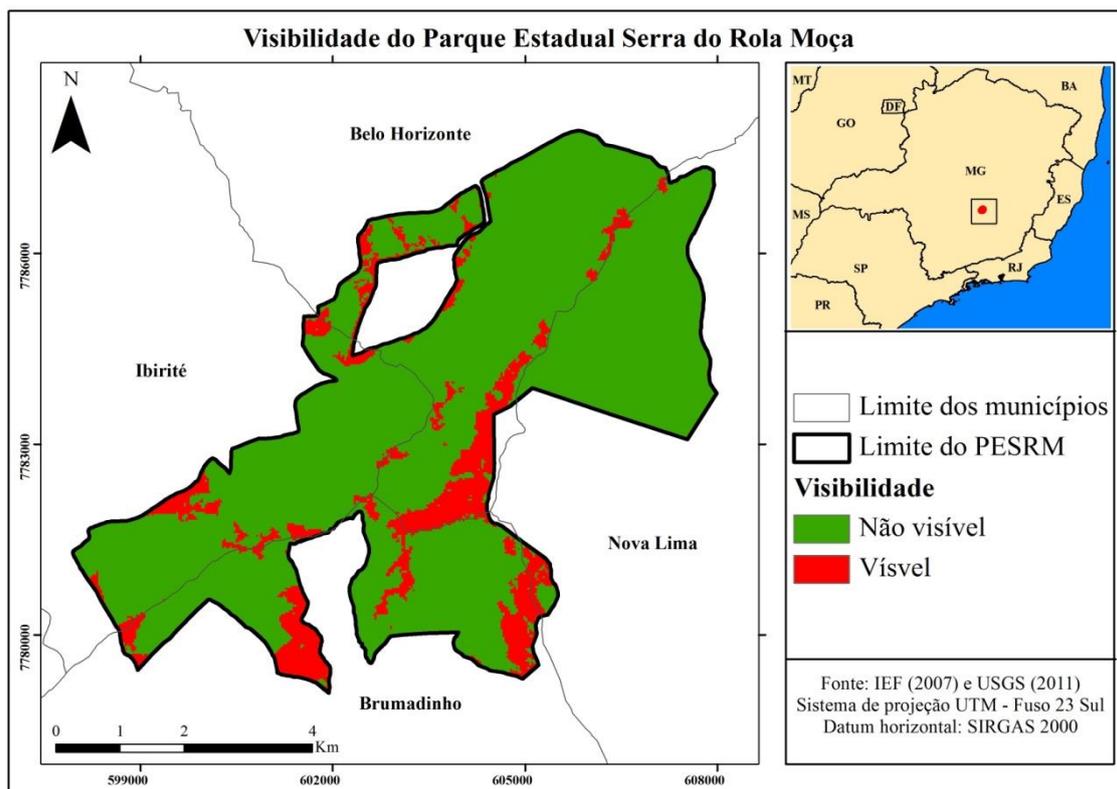


Figura 4 –Mapa de visibilidade do PESRM. Fonte: elaborado pelas autoras.

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 visíveis correspondem a 31,96 km<sup>2</sup> (81,39%) da área de estudo e situam-se em altitudes que variam de 900 a 1.200 metros. As áreas classificadas como visíveis compreendem 7,30 km<sup>2</sup> (18,61%) e encontram-se em altitudes que variam de 1.300 a 1.500 metros.

Por fim, o mapa do potencial geoturístico do PESRM (Figura 5) expressa as áreas com menor ou maior aptidão para a utilização em atividades geoturísticas, em função da capilaridade, da visibilidade e da vulnerabilidade ambiental.

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

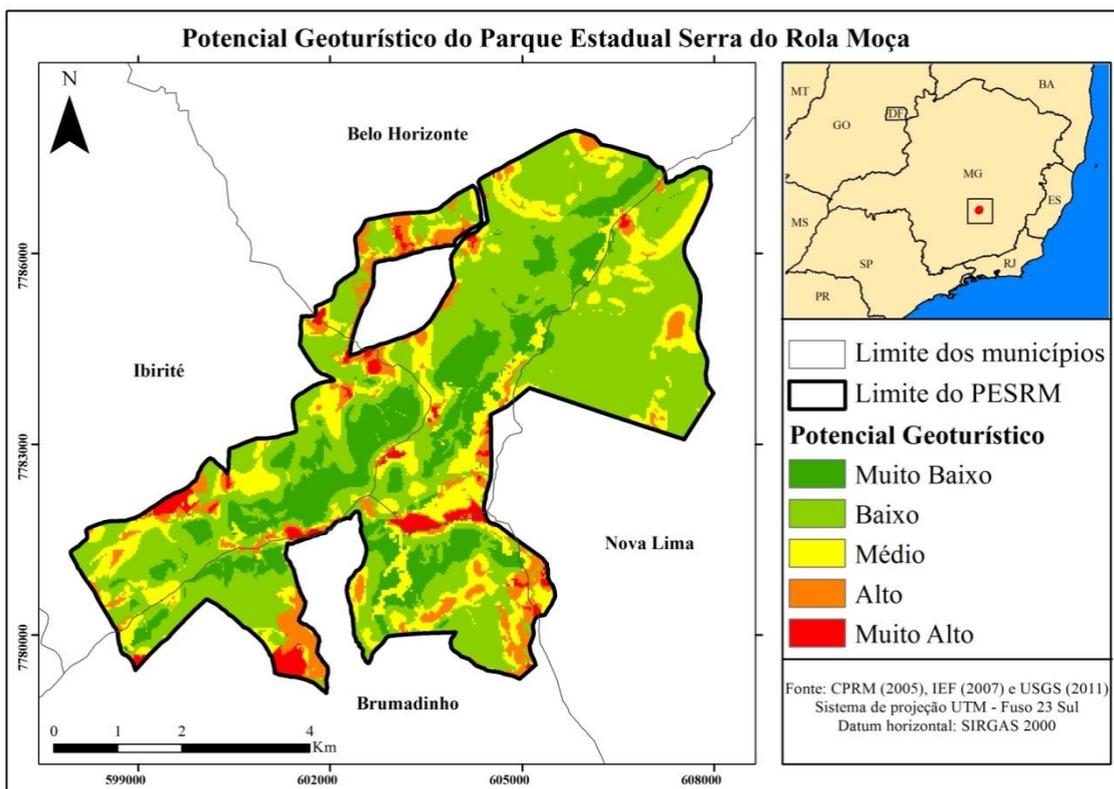


Figura 5 –Mapa do potencial geoturístico do PESRM. Fonte: elaborado pelas autoras.

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 e pela presença de alta capilaridade. Na porção central do PESRM

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 no Quadro 7.

Quadro 7 –Relação da porcentagem do potencial geoturístico.

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

Fonte: elaborado pela autora.

É possível perceber, de acordo com o Quadro 7, 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

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

intuito de demonstrar quais são as principais áreas do PESRM que apresentam possibilidades para o desenvolvimento de atividades geoturísticas.

**4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A modelagem cartográfica do PESRM se mostrou eficiente para representar, por meio de um mapa, o potencial geoturístico com cinco diferentes classes: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. E serviu, também, para mostrar a sua distribuição espacial. Entretanto, esse modelo pode ser aprimorado com o incremento de novas variáveis, que poderão alterar o resultado do potencial geoturístico do PESRM.

Sendo assim, 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.

Para o planejamento e a gestão do PESRM, é necessário considerar ações que valorizem os aspectos da geodiversidade por meio de práticas interpretativas e educativas, como é o caso do geoturismo. Acredita-se que o desenvolvimento de atividades geoturísticas no PESRM irá contribuir para o conhecimento, valorização e conservação da geodiversidade. 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 uma ferramenta para os gestores do PESRM no aproveitamento geoturístico, e que o método utilizado nesta pesquisa possa ser replicado em outras regiões, desde que exista disponibilização de dados cartográficos em escalas adequadas. Por fim, acredita-se que a metodologia utilizada possa servir de base para o desenvolvimento de inventários de potenciais sítios de geodiversidade de interesse geoturístico.

**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*, v. 90, p. 29 - 58, 1998. Disponível em: <[http://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2003/1/ARTIGO\\_TransamazonianOrogenySouthern.pdf](http://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2003/1/ARTIGO_TransamazonianOrogenySouthern.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2018.

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, v. 3, n. 2, p. 55 - 65, 2010. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/ptpc/tpc\\_v3\\_n2\\_055-065.pdf](http://www.cavernas.org.br/ptpc/tpc_v3_n2_055-065.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2018.

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.

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

DOWLING, R. K.; NEWSOME, D. **Global geotourism perspective**. Oxford: Goodfellow Publishers Ltd, 2010.

KOZLOWSKI, S.; MIGASZEWSKI, Z.; GALUSZKA, A. Geodiversity conservation – conserving our geological heritage. *Polish Geological Institute Special Papers*, Warszawa, v. 13, p. 13 - 20, 2004. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/292839391\\_Geodiversity\\_conservation\\_-\\_Conserving\\_our\\_geological\\_heritage](https://www.researchgate.net/publication/292839391_Geodiversity_conservation_-_Conserving_our_geological_heritage)>. Acesso em: 15 jan. 2018.

LIMA, C. S. **Modelagem do potencial geoturístico dos distritos do município de Ouro Preto – MG**. 2015 - Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais).

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

Departamento de Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MOREIRA, J. C. Geoturismo: uma abordagem histórico-conceitual. **Turismo e Paisagens Cársticas**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 5 - 10, 2010. Disponível em: <[http://www.sbe.com.br/ptpc/tpc\\_v3\\_n1\\_005-010.pdf](http://www.sbe.com.br/ptpc/tpc_v3_n1_005-010.pdf)>. Acesso em: 03 fev. 2018.

OLIVEIRA, P. C. A.; PEDROSA, A. S.; RODRIGUES, S. C. Uma abordagem inicial sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e patrimônio geomorfológico. **Ra'eGa O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 92-114, 2013. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/30083/21475>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

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

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, v. 15, n. 1, p. 47 - 60, 2014. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/376/390>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

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

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