

RISCO AO GEOTURISMO EM ÁREAS PROTEGIDAS: AMEAÇAS E POTENCIALIDADES NA GEOCONSERVAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL CUNHAMBEBE (RJ)

Vivian Castilho da Costa ¹
Nadja Maria Castilho da Costa ²

INTRODUÇÃO

O turismo ambiental vem crescendo e se diversificando, nas últimas duas décadas, tanto no Brasil quanto no mundo, na medida em que outros aspectos naturais, além dos bióticos, passam a ser reconhecidos como de alta atratividade para fins de lazer, educação e conservação ambiental. Dentre os vários segmentos de turismo de natureza, o geoturismo vem se associando ao ecoturismo sustentado pelo trinômio: geoconservação, geodiversidade e geopatrimônio (HOSE, 2012; BRILHA et al., 2018 e OLIVEIRA, 2017).

O geoturismo procura, também, disponibilizar meios interpretativos e serviços que visam promover o valor e os benefícios de sítios e materiais geológicos e geomorfológicos, assegurando a sua conservação e o conhecimento científico, por parte de estudantes, turistas e pessoas com interesse recreativo (BENTO & RODRIGUES, 2010). Portanto, para a realização do geoturismo, assim como outras modalidades de turismo de natureza, é fundamental o seu planejamento.

Esse é o caso dos recursos geológico-geomorfológicos, que vem sendo alvo de interesse de estudiosos e pessoas que se identificam e se interessam pela promoção de práticas interativas de conservação, interpretação ambiental e turismo, voltados aos componentes físicos de uma paisagem. Por sua vez, para a correta implementação do geoturismo, há a necessidade de avaliações criteriosas sobre as reais potencialidades e limitações.

¹ Professora Associada do Departamento de Geografia Física, Instituto de Geografia (IGEOG) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), vivianuerj@gmail.com;

² Professora Titular do Departamento de Geografia Física, Instituto de Geografia (IGEOG) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), nadjacastilho@gmail.com

Diversos autores, dentre eles (NASCIMENTO et al., 2015; JORGE & GUERRA, 2016) afirmam que o geoturismo possui uma grande importância na valorização e na conservação dos componentes geológico-geomorfológicos mais relevantes (geoconservação), de interesse à visitação, principalmente em áreas protegidas, podendo constituir-se, em instrumento na efetiva concretização do desenvolvimento sustentável.

Por outro lado, há situações de riscos em algumas áreas potenciais ao geoturismo que podem ser agravados pelo uso público em grande escala (turismo de massa), caso não seja planejado e manejado de forma a minimizá-los ou até mesmo coibi-los. Tais potenciais podem estar em áreas frágeis ambientalmente, pondo em risco até mesmo o visitante/turista, que deve ter conhecimento sobre a vulnerabilidade em que se encontra. As áreas de deslizamentos e/ou quedas de blocos são uma ameaça à integridade física do visitante ou turista e pode também comprometer a visitação pública, além de prejudicar a geoconservação.

Os estudos de Ross (1994), Crepani et al. (1996), Spörl e Ross (2004), Costa (2006) e Oliveira (2017) demonstraram ser essenciais, a elaboração do mapeamento de fragilidade ambiental sobre a ótica do conhecimento ecossistêmico. A compreensão sobre as principais condicionantes formadoras da paisagem e suas fragilidades ambientais tornam-se importantes na perspectiva de planejamento ambiental. Neste sentido, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) apresenta-se como uma ferramenta que permite integrar e analisar dados georreferenciados, facilitando a representação, em mapa, de atrativos turísticos e seus acessos, além de proporcionar análises espaciais sobre as fragilidades relacionadas à geodiversidade (COSTA et al., 2009).

Baseado nessas premissas é que foram avaliadas as potencialidades e limitações geoturísticas de uma das mais importantes UC localizadas na região da Costa Verde fluminense: o Parque Estadual Cunhambebe (PEC). A área de estudo, possui alta capacidade para desenvolvimento do geoturismo, no entanto, possui um grande desafio: a conciliação da geoconservação com a visitação pública dos geomorfossítios.

A importância do tema justifica-se pela geodiversidade existente no interior do Parque Estadual do Cunhambebe (PEC), compreendendo aspectos naturais, culturais e históricos associados, os quais formam e modelam sua paisagem e atrativos. Porém, apresentam alta suscetibilidade à movimentos de massa gravitacionais, em especial, nas encostas voltadas aos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba (SOUZA, 2017).

Muitas atividades de turismo de natureza no PEC são desenvolvidas em trilhas e/ou caminhos dentro da referida unidade de conservação, que perpassam por ambientes sensíveis (de grande biodiversidade marcada pela Mata Atlântica) e, sem o devido manejo. Isso pode acarretar: pisoteio de espécies da flora com impactos na fauna, a diminuição do tamanho do leito da trilha (gerando o efeito de borda), limitando/cerceando o acesso aos atrativos naturais, como poços e cachoeiras para banho, rapel ou escalada, entre outros. Por sua vez, o aumento do volume dos rios (vazão) e cachoeiras (trombas d'água) são frequentes na Região da Costa Verde, principalmente no período do verão, podem impactar o uso público de seus atrativos.

Portanto, as áreas de maior fragilidade ambiental, quando ocorrem em áreas com maior geodiversidade, podem ameaçar as atividades geoturísticas, colocar vulneráveis componentes bióticos e abióticos, além de impactar negativamente à geoconservação, podendo ocasionar a perda do patrimônio material e imaterial (MANSUR, 2018; COSTA & OLIVEIRA, 2018).

Os estudos de Oliveira (2017), Souza (2017), Brilha et al (2018) e Fernandes (2019), demonstraram ser essenciais a elaboração da cartografia da geodiversidade, além de associá-los aos mapeamentos de Fragilidade Ambiental em áreas com potencial geoturístico, denotando uma visão sistêmica, integrada e complexa da paisagem.

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo principal analisar os riscos ao geoturismo, através do mapeamento do índice de geodiversidade (potencial) e das áreas de fragilidade ambiental (ameaças) do Parque Estadual Cunhambebe (PEC).

METODOLOGIA

A metodologia do presente estudo foi calcada na elaboração dos mapas de Índice de Geodiversidade e de Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) através do método *Analytic Hierarchy Process* – AHP (Saaty, 1990), utilizando o plugin extAHP20 no ArcMap (ArcGIS Desktop 10.5) e a ferramenta *raster calculator* para o cálculo da média ponderada dos pesos da AHP com as notas das classes (análise multicritérios). Foram considerados os seguintes Planos de Informação (PI) ou subíndices na análise do índice de geodiversidade: Geomorfologia (INEA, 2010), Pedologia (EMBRAPA, 2016), Geologia/Litologia (INEA, 2015), Estrutura Geológica (Heilbron;

Eirado; Almeida, 2016) e Drenagem – extensão dos cursos d’água (IBGE, 2018). A escolha de tais PI ou subíndices se baseou em estudos de Oliveira Jr. (2023).

Para a Fragilidade Ambiental do PEC, os PI foram: Geologia, Pedologia, Geomorfologia (esses três, foram os mesmos anteriormente citados), cicatrizes de movimentos de massa; feições erosivas (Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações - CPRM, 2015); declividade (%), segundo classificação da EMBRAPA (1999) e Pluviosidade (INEA, 2015).

Tanto os pesos e notas do Índice de Geodiversidade quanto da Fragilidade Ambiental seguiram a proposta de Ross (1994), que define em cinco classes: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Todos os mapeamentos foram reprojatados para SIRGAS 2000, coordenadas UTM e ZONA 23S. Na sequência, os PI foram convertidos do formato vetorial para o formato matricial (raster) e definidos o tamanho da resolução espacial da célula (pixel) de entrada definidas em 30 metros.

Dos PI selecionados para o presente estudo, três estão no formato vetorial de polígono (geomorfologia, geologia, pedologia), um no formato raster (declividade), dois no formato vetorial de pontos (cicatrizes de movimento de massa e feições erosivas) e um no formato vetorial de linha (pluviosidade). Os dados que estão como ponto e linha foram transformados em polígonos ao utilizar a ferramenta de interpolação IDW (*Inverse Distance Weighted*).

Para o mapeamento de risco ao geoturismo no Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) foram cruzados os mapeamentos do Índice de Geodiversidade e da Fragilidade Ambiental, também utilizando o método (AHP), mas com pesos de 50% (de igual relevância) para cada mapa na ferramenta *Map Algebra – Raster Calculator*. Assim como as notas das classes de índice de geodiversidade e de fragilidade ambiental. As notas das classes de cada um dos dois parâmetros foram definidas a partir do método Delphi.

As notas finais do mapa de risco ao geoturismo foram reclassificadas qualitativamente, utilizando a ferramenta *Reclass* do *ArcMap*, com os seguintes valores (graus) de risco: 1 a 5 = Baixo risco de perda do patrimônio natural (aceitável a execução de atividades do Geoturismo); 6 a 10 = Médio risco de perda do patrimônio natural (considerar medidas aceitáveis de controle para executar o Geoturismo); 12 a 25 = Alto risco de perda do patrimônio natural (não sendo recomendável executar a atividade de

Geoturismo, considerando que as ameaças podem causar perdas ou danos às oportunidades promovidas pela alta ou muita alta Geodiversidade local).

Como se trata de uma UC de proteção integral, não foi necessário realizar a sobreposição com o uso e ocupação da terra. No entanto, caso fosse aplicada a mesma metodologia para a zona de amortecimento da área protegida seria fundamental essa sobreposição, visando entender a vulnerabilidade dos atrativos de maior índice de geodiversidade, aos impactos ambientais antropogênicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Planos de Informação (PI) utilizados para o mapeamento do índice de geodiversidade e da fragilidade ambiental, foram inseridos na matriz de pareamento da AHP no ArcGIS®. Ao inserir os valores dos julgamentos na matriz, estes são calculados de forma automática pelo plugin extAHP20 no ArcMap com a verificação da razão de consistência (RC), para definir o peso de cada PI. Para a AHP do índice de geodiversidade o valor da RC foi de 0,032 e para a AHP da fragilidade ambiental o RC foi de 0,049, sendo ambos considerados consistentes.

A última etapa foi realizar a análise multicritérios na ferramenta *Map Algebra – Raster Calculator do ArcMap*. As notas do índice de geodiversidade e de fragilidade ambiental foram reclassificadas qualitativamente (Quadro 1).

Quadro 1: Índice de Geodiversidade e Fragilidade Ambiental do PEC: cálculo de área.

Índice Geodiversidade	Área (Km ²)	Percentual	Fragilidade Ambiental	Área (Km ²)	Percentual
1 - Muito Baixo	56,01	14,71	1 - Muito Baixo	76,07	20,00
2 - Baixo	100,78	26,50	2 - Baixo	73,89	19,41
3 - Médio	77,97	20,49	3 - Médio	79,13	20,80
4 - Alto	71,28	18,73	4 - Alto	76,03	19,98
5 - Muito Alto	74,49	19,57	5 - Muito Alto	75,41	19,81
Total	380,53	100%	Total	380,53	100%

Apesar de 41,2% do Índice de Geodiversidade apresentar classes de muito baixo a baixo, 38,3% ocorrem em muito alto a alto índice, sendo, portanto, áreas potenciais ao geoturismo (quadro 1). Apesar de 20,8% das áreas estarem com média e 20% em muito baixa, mais de 40% são de áreas de alta a muito alta fragilidade ambiental no PEC, com destaque para as áreas de relevo escarpado (serras escarpadas e isoladas), com afloramentos de rochas graníticas, as quais possibilitam queda de blocos de rochas, principalmente, na Serra do Piloto – RJ 149, na localidade de Ingaíba em Mangaratiba

(FAGUNDES & AMARAL, 2018) e nas vertentes voltadas ao município de Rio Claro, entre as localidades de Lídice e São João Marcos, com grande atrativo ao geoturismo (alto índice de geodiversidade).

As características do patrimônio natural desse local são associadas ao cultural, pois no topo da cachoeira há um arco que é uma escultura em acrílico doada pela artista japonesa Mariko Mori para o Brasil na época das Olimpíadas Rio 2016, valor artístico inestimável não apenas localmente, mas internacionalmente, portanto, somando-se ao patrimônio geológico como importante potencial de atrativo geoturístico. No entanto, a pluviosidade intensa no período de chuvas de verão (1600 a 2200 mm de médias anuais) na região, associada às encostas de declividades acima de 20% que permite a recorrência de movimentos gravitacionais de massa, mesmo contendo áreas com vegetação densa e/ou de porte arbustivo. Há presença de solos indiscriminados, com alta suscetibilidade à erosão (podzol, associados a cambissolos e planossolos ácidos) e de grande concentração de cicatrizes erosivas em morros/colinas acima de 340 m de altitude e em relevo escarpado, acima de 600 m de altitude, muitas das quais ocorridas nos megadesastres de 2010 que atingiu não só a região serrana do estado do Rio de Janeiro, mas também vários municípios da Costa Verde, principalmente Angra dos Reis e Mangaratiba.

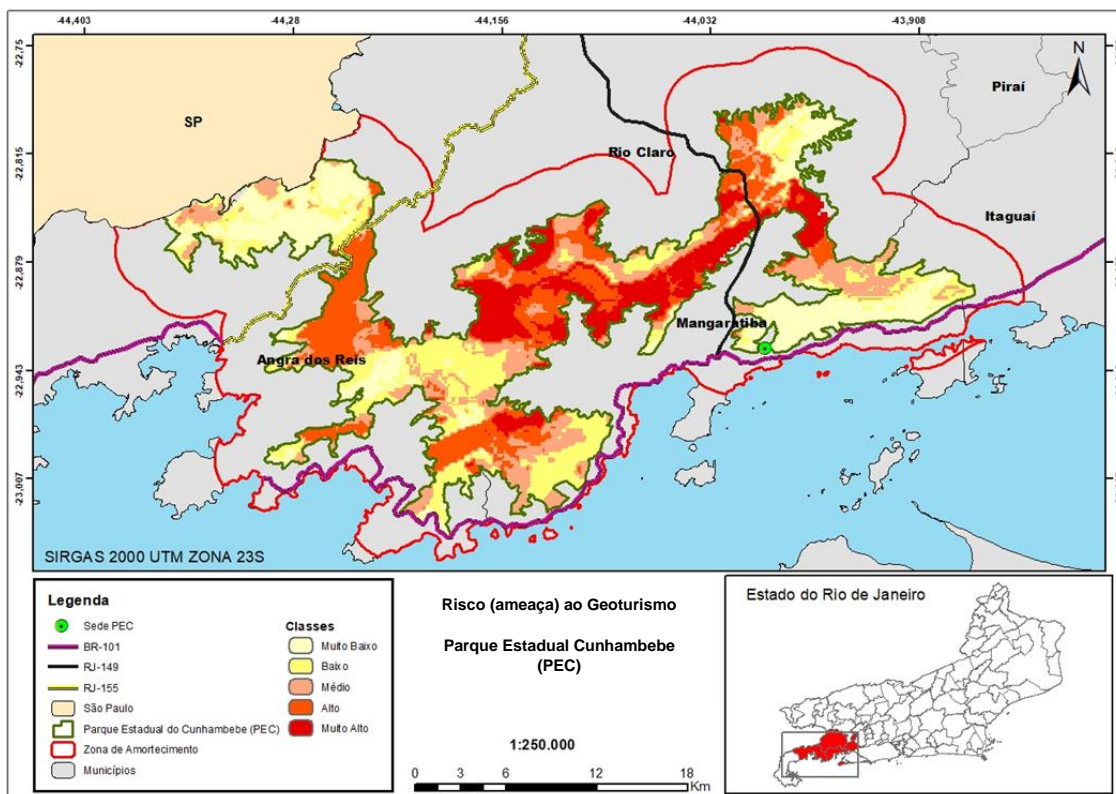
Por fim, os riscos ao geoturismo no PEC foram mapeados também através da análise multicritérios. Os mapas de índice de geodiversidade e de fragilidade ambiental, possibilitaram determinar onde estão as áreas do PEC que podem sofrer ameaças que colocam em risco o desenvolvimento das atividades geoturísticas. Para atribuir as notas de cada condicionante, foi gerada uma matriz de julgamentos (figura 1).

Figura 1: Matriz de julgamentos das condicionantes de riscos ao geoturismo

		Oportunidades					
		Índice de Geodiversidade (Peso: 50%)					
		Muito Baixa (1)	Baixa (2)	Média (3)	Alta (4)	Muito Alta (5)	
Ameaças	Fragilidade Ambiental (Peso: 50%)	Muito Baixa (1)	1	2	3	4	5
	Baixa (2)	2	4	6	8	10	
	Média (3)	3	6	9	12	15	
	Alta (4)	4	8	12	16	20	
	Muito Alta (5)	5	10	15	20	25	

Portanto, o mapa de risco no PEC foi resultante do cruzamento (análise combinatória da matriz de julgamentos, com notas de 1 a 5) para graus de muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto risco), observado na Figura 2 e Quadro 2.

Figura 2: Mapa de risco ao Geoturismo no PEC



Quadro 2: Quantitativo do Risco ao Geoturismo no PEC

Risco ao Geoturismo (notas da matriz)	Área (Km ²)	Percentual
Muito Baixo (1)	87,866	23,1
Baixo (4)	82,826	21,7
Médio (9)	72,176	19,0
Alto (16)	80,806	21,2
Muito Alto (25)	56,856	15,0
Total	380,53	100

As áreas que obtiveram muito alto risco (ameaça) ao geoturismo (Figura 2) ocorreram em 15% do PEC (Quadro 2), com sua maior incidência na Serra do Piloto.

As trilhas que se concentram na área de uso público, como da Pedra Chata e do Papagaio, com início do percurso na localidade de Lídice (Rio Claro), também apresentaram muito alto risco ao Geoturismo, em função da fragilidade ambiental ser alta nesses locais.

As trilhas do Curumim (sede do PEC), da ligação Rubião - Sahy (Vale do Sahy), Cachoeiras do Véu da Noiva, da Bota e da Conquista (Muriqui – Mangaratiba), que são de uso público do PEC, estão em baixo e muito baixo risco ao geoturismo, portanto, sendo

uma prática recomendada nesses locais, aliado às práticas de educação e interpretação ambiental, contribuindo ao geoconhecimento e a geoeducação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou ser essencial a análise espacial quali-quantitativa da geodiversidade, associando mapeamentos de fragilidade ambiental com áreas de diferentes níveis de potencial geoturístico. Identificar áreas de alto risco para o geoturismo e apontá-los aos gestores do uso público, significa prever e mitigar danos, não somente ao meio físico (em associação ao meio biótico), mas aos visitantes/turistas, viabilizando práticas de mínimo impacto e de alta sustentabilidade.

O presente trabalho poderá contribuir para a elaboração de um roteiro geoturístico para a região, principalmente com relação a utilização, pela gestão do PEC, aliando atividades ecoturísticas com atrativos que motivem a geoconservação do patrimônio geológico-geomorfológico local.

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental; Geodiversidade, Uso público, Geoturismo, Geoconservação.

REFERÊNCIAS

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. *Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas*, v. 3, p. 55-65, 2010.

BRILHA J.B.R.; GRAY, M.; PEREIRA, D. I.; PEREIRA P. Geodiversidade: uma revisão integrativa como contribuição para a gestão sustentável de toda a natureza. *Política da Environ Sci*, 86: 19-28., 2018.

COSTA, N. M. C. da; COSTA, V. C. da; SILVA, R. Fragilidade Ecoturística em áreas de atrativos no Parque Estadual da Pedra Branca (RJ). *Geo UERJ*, v. 2, p. 19, 2009.

CPRM. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Saiba-Mais---Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-5383.html>. 2015.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L.G.; HERNANDEZ Filho, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. Curso de Sensoriamento Remoto Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico [CD-ROM]. In: 8º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, 1996. Anais. São Paulo: Image Multimídia, 1996.

FAGUNDES, M. B. & AMARAL, C. Cartografia de Risco a Escorregamentos em detalhamento progressivo, da Serra do Piloto, Mangaratiba, RJ. *Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação*. V. 3, n. 4. Disponível em: <http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/revistacienciatecnologiainovacao/article/view/992>. 2018.

FERNANDES, R. O. Análise multicritério da vulnerabilidade ambiental à movimentos de massa gravitacional na porção continental do município de Angra dos Reis (RJ), com base no método Analytic Hierarchy Process (AHP) em Sistema de Informação Geográfica. Dissertação de Mestrado em Geografia. Rio de Janeiro. UERJ. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2019.

GRAY, M. Geodiversity: the back bone of geoheritage. In: REYNARD, E.; BRILHA J. (Eds.) *Geoheritage: assessment, protection and management*. Elsevier, p. 13-25, 2018.

HOSE, T. A. 3G's for modern geotourism. *Geoheritage*, 4(1-2), 7-24. 2012.

IBGE. Base Cartográfica Contínua do Estado do Rio de Janeiro na Escala 1:25.000 - BC25_RJ - versão 2018. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc25/RJ/versao2018.

INEA. *O Estado do Ambiente*. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde1/~edisp/inea0015448.pdf>. 2010.

INEA. Plano de Manejo (Fase 1) do Parque Estadual Cunhambebe. Instituto Estadual do Ambiente – INEA. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/PEC-PM.pdf>. 2015

JORGE, M. do C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. *Espaço Aberto*, Rio de Janeiro, Brasil, v. 6, n. 1, p. 151–174, 2016. DOI: 10.36403/espacoaberto.2016.5241. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/5241>. Acesso em: 23 jul. 2024.

OLIVEIRA, F. L. Diversidade geológico-geomorfológica do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu (Rio de Janeiro): bases para o planejamento ambiental no contexto da geoconservação. Tese (Doutorado em Geografia). Rio de Janeiro. UERJ, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2017.

OLIVEIRA JUNIOR, W. A. Desenvolvimento de ferramentas no software QGIS para a avaliação quantitativa da geodiversidade. 2023. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2023.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, n.8. São Paulo, 1994.

SAATY, T.L. How to make decision: The analytistic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, V. 48, Issue 1, p. 9-26. 1990. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I).

SOUZA, K. R. G. Análise de risco ambiental na Serra do Mar: o caso do Parque Estadual do Cunhambebe (PC) e entorno (RJ). Tese (Doutorado em Geografia). Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

SPÖRL C.; ROSS, J.L.S. Análise da fragilidade ambiental relevo e solo com aplicação de três modelos. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, 15: 39-49, 2004.