



TAS DAS I JORNADAS LUSÓFONAS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Editores

José Gomes dos Santos

Cidália Fonte

Rui Ferreira de Figueiredo

Alberto Cardoso

Gil Gonçalves

José Paulo Almeida

Sara Baptista



IMPRESA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
2015

ARTIGO 5

DETECÇÃO DE ÁREAS DE RISCO DE ESCORREGAMENTO, BASEADA NO USO DE SIG, EM LOCAIS DE ATRATIVIDADE ECOTURÍSTICA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (BRASIL)

COSTA, Nadja Maria Castilho da¹ & COSTA, Vivian Castilho da²

¹ Departamento de Geografia Física; Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Brasil); Grupo de Estudos Ambientais - GEA (Brasil); Rua São Francisco Xavier, 523, sala 4001, bloco D, Maracanã, CEP: 20550-013, Rio de Janeiro, RJ, Brasil; Tel: +55 21 23340036; email: nadjacastilho@gmail.com

² Departamento de Geografia Física; Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Brasil); Laboratório de Geoprocessamento - LAGEPRO (Brasil); Rua São Francisco Xavier, 523, sala 4002, bloco B, Maracanã, CEP: 20550-013, Rio de Janeiro, RJ, Brasil; Tel: +55 21 23340788; email: vivianuerj@gmail.com

RESUMO

No desenvolvimento do turismo nas áreas protegidas brasileiras é imprescindível que o gestor conheça suas potencialidades e limitações, bem como os aspectos socioeconômicos e cognitivos dos visitantes/turistas. No que diz respeito às limitações, um dos processos erosivos que mais preocupam diz respeito à questão do risco de ocorrência de deslizamentos/desmoraamentos em áreas de alto potencial à visitação. Neste contexto o presente trabalho tem por objetivo mostrar as limitações à visitação impostas pela ocorrência de áreas de alto risco de movimentos de massa próximos aos principais atrativos ecoturísticos do interior do Parque Natural Municipal da Prainha, localizado na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. Metodologicamente, a investigação foi desenvolvida utilizando as ferramentas de análise ambiental apresentadas pelo software de SIG (GIS) denominado Sistema de Análise Geoambiental - SAGA/UFRJ, que possibilitou a identificação de áreas com diferentes níveis de fragilidade ecoturística. Os resultados obtidos mostram a presença

de segmentos de trilhas com alto nível de fragilidade, particularmente na trilha da Pedra dos Cabritos (Morro da Boa Vista), considerada como a de maior interesse ao uso público. Caberá aos gestores da área protegida definir claramente um programa de monitoramento dos locais considerados críticos nessa trilha.

PALAVRAS-CHAVE

SIG, Fragilidade ecoturística, Risco.

DETECTION OF LANDSLIDE RISK AREAS, BASED ON THE USE OF GIS IN ECOTOURISM ATTRACTIVENESS PLACES IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO (BRAZIL)

ABSTRACT

To develop tourism in the Brazilian protected areas is essential that the manager knows its potential and limitations as well as the socioeconomic and cognitive aspects of visitors/tourists. About the limitations, one of the more important erosive process related to the question of the risk of landslides/mudslides in areas of high potential for visitation. In this context, this paper aims to show the limitations on visitation imposed by the occurrence of high-risk areas of mass movements near major ecotourism attractions points in the interior of Municipal Natural Park of Prainha (PNMP), located in the western area of the city of Rio de Janeiro. About the methodology used, the study was developed using tools of environmental analysis submitted by the GIS software called Geoenvironmental Analysis System - SAGA / UFRJ, which enabled the identification of areas with different levels of ecotourism fragility. The results show the presence of segments of trails with high level of fragility, particularly in trail of Pedra dos Cabritos (Boa Vista Mountain), considered as the most interest for public use (tourism). It is up to the protected area managers clearly define a monitoring program in critical parts of these trail.

KEYWORDS

GIS, Ecotourism fragility, Risk.

1. INTRODUÇÃO

As áreas protegidas brasileiras do tipo Parque (unidade de proteção integral, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, Lei nº 9.985/2000) tem como principal função implementar o uso público em seu interior através da visitação controlada e ordenada, que

promova não somente a satisfação do visitante/turista, como também a conservação de seus recursos naturais.

A sustentabilidade no ecoturismo representa o desenvolvimento de práticas na natureza envolvendo: o lazer e recreação controlados, a inserção social e a educação para a conservação. Isso pressupõe avaliar as potencialidades e limitações físicas e socioambientais dos locais onde as práticas serão desenvolvidas. Partindo-se da premissa que os principais destinos ecoturísticos estão em áreas protegidas torna-se fundamental na implementação do uso público, avaliar os aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos que possam conduzir à identificação dessas potencialidades e limitações.

Um dos aspectos pouco considerados pelos administradores das unidades de conservação brasileiras são os fatores limitantes à visitação, dentre elas a condição de risco (em diferentes níveis) de ocorrência de processos acelerados de encosta: deslizamentos/desmoronamentos. Grande parte dos Parques da cidade de Rio de Janeiro encontra-se em áreas sob essa condição. Costa (2006) destaca esse aspecto no maior Parque da cidade: Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), localizado na zona Oeste da cidade. Contiguamente a ele encontra-se o Parque Natural Municipal da Prainha (PNMP), também vulnerável àquele processo sendo esta unidade de conservação o recorte espacial do presente trabalho.

O Parque Natural Municipal da Prainha, por se tratar de uma área protegida em um relevo montanhoso, com vários atrativos (eco)turísticos, sob a influência de um regime de chuvas intensas e concentradas no verão (alta temporada da visitação nas unidades de conservação da cidade do Rio de Janeiro), e por estar próxima à costa, com costões rochosos que vem sendo utilizados para atividades desportivas como rapel e escalada, o risco de acidentes entre os visitantes/turistas torna-se significativo, mediante essas situações.

Neste contexto, o objetivo da investigação foi determinar níveis diferenciados de fragilidade ecoturística no Parque Natural Municipal da Prainha, área protegida localizada na zona oeste do município do Rio de Janeiro, baseados na aplicação de SIG. Para tal, baseou-se na análise multicritério, a partir de pesos e notas para os mapas temáticos, finali-

zando em situações de fragilidade ambiental aos processos erosivos e movimentos de massa (erodibilidade e erosividade) na área destinada ao uso público (atrativos ecoturísticos).

2. O USO DE SIG NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE ECOTURÍSTICA

A tecnologia de geoprocessamento e de desenvolvimento de softwares gráficos, como por exemplo, a difusão dos Sistemas de informação geográfica (SIG), vem permitindo, não somente a manipulação de um volume grande de informações geográficas, mas que elas sejam armazenadas e atualizadas em várias áreas do conhecimento.

O SIG é um conjunto poderoso de ferramentas para armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados do mundo real para um conjunto particular de propósitos (BURROUGH e McDONNELL, 1998). Além de proporcionar a percepção visual da distribuição espacial de um determinado problema, é capaz de traduzir padrões existentes com considerações objetivas e mensuráveis. Na análise espacial, visa fornecer informações para mensurar relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita (CÂMARA *et al.*, 2003). No que diz respeito ao manejo de áreas protegidas sua aplicabilidade tem sido significativa e uma das recentes utilizações, diz respeito à identificação de potencialidades e limitações ao desenvolvimento do uso público, com destaque para o ecoturismo (COSTA *et al.*, 2009). A partir do cruzamento de informações temáticas contidas nos vários mapas digitais gerados na etapa de diagnóstico do plano de manejo é possível identificar áreas com diferentes potenciais e limitações às práticas de lazer e recreação na natureza levando-se em conta a fragilidade dos ambientes naturais, proporcionada pela interação entre os diversos condicionantes do meio físico-biótico (ROSS, 2006).

Montanhas, serras, cachoeiras, grutas e cavernas são alvos de atividades recreacionais e da prática de alguns tipos de esportes vinculados ao ecoturismo, os chamados ecoesportes, tais como: o rapel, o trekking, o mountain-bike, entre outros. No Brasil, essas atividades são, em geral,

desenvolvidas nas unidades de conservação (SNUC, 2000) e fazem parte do programa de uso público, no contexto do manejo de seus recursos. Entretanto, a administração dessas áreas não leva efetivamente em conta suas potencialidades e limitações. Nesses casos, a geomorfologia, especialidade da geografia física, tem contribuído, na medida em que procura “compreender os processos formadores do relevo, bem como a sua dinâmica externa, que pode ser mais ou menos afetada, em virtude do tipo de ocupação a que uma determinada porção do território possa estar sendo exposta” (GUERRA e MARÇAL, 2006, 43). Esta ocupação pode ser entendida, dentre outras formas, pela visitação turística em locais com geomorfologia privilegiada, com formações rochosas e/ou relevo destacado que se configuram em atributos (eco)turísticos.

Paralelamente aos ambientes favoráveis (com potencialidades), existem as limitações às atividades, impostas principalmente por processos acelerados e intensos, a exemplo dos movimentos de massas nas encostas, associadas às fragilidades ambientais, gerando situações de risco. Para Kawakubo (2005), a fragilidade potencial é definida como a vulnerabilidade natural que um ambiente apresenta em função de suas características físicas, já a fragilidade ambiental, além destas características, considera os diferentes níveis e agentes de proteção/degradação do ambiente.

Segundo Ross (1994 apud CINTRA, 2009) as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de: geomorfologia, solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima, dentre os principais. Esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. Este modelo propõe que cada uma destas variáveis seja hierarquizada em classes de acordo com sua vulnerabilidade. Cintra (op. cit.) desenvolveu análises de fragilidade natural e resiliência ambiental no Parque Estadual de Ibitipoca (Minas Gerais), aplicando técnicas de geoprocessamento.

Por sua vez, o termo “fragilidade ecoturística” foi criado por Costa *et al.* (2009) e significa a condição de vulnerabilidade que as áreas de atrativos ecoturísticos apresentam à ocorrência dos citados processos, na medida em que se situam em locais de alta fragilidade ambiental. No caso da

área em estudo, por se tratar de relevo montanhoso e sob a influência de um regime de chuvas intensas e concentradas no verão (alta temporada da visitação nas Unidades de Conservação da cidade do Rio de Janeiro) a presença de áreas de fragilidade ecoturística e consequentemente de risco de acidentes entre os visitantes/turistas, torna-se significativa.

O conceito de risco é um dos mais complexos e discutidos no meio técnico-científico, envolvendo uma variada tipologia de situações. No caso do estudo em questão o conceito que norteou a presente pesquisa foi o de risco geomorfológico associado a movimentos de massa em vertentes, abordado por Rebelo (2010).¹ Conforme destaca este autor, os grandes e recorrentes movimentos de massa das áreas tropicais, a exemplo do Brasil, vêm ganhando dimensão de tragédia, como a que ocorreu na região serrana do Estado do Rio de Janeiro (principalmente as cidades de Nova Friburgo, Teresópolis e Petrópolis) no ano de 2010 e que vitimou mais de 900 pessoas, deixou 7 mil desabrigados e desalojados e 165 pessoas ainda estão desaparecidas.

As situações de perigo que caracterizam a condição de risco estão associadas às conseqüências socioambientais que os processos de encosta geram. Segundo Veyret e Richemond (2007, 30) o risco “é um perigo calculável e avaliável” devendo fazer parte de um processo de prevenção. Neste contexto, o conhecimento das condicionantes físicas predisponentes aos movimentos de massa, bem como dos agentes deflagradores dos mesmos, deve ser avaliado num contexto espacial e temporal. Isso exige do poder público, nas diferentes esferas de atuação, tomadas de decisão importantes no sentido de incorporar tal conhecimento aos diagnósticos que antecedem as ações, que devem ser prioritariamente preventivas, em detrimento de medidas remediadoras.

Para Pinto e Costa (2012), o ecoturismo tem riscos ambientais implícitos em suas atividades e podem ser deflagrados pelas atividades em ambientes naturais, a exemplo de áreas protegidas no Brasil. Para essas autoras o turismo pode oferecer riscos ao ambiente (degradação)

¹ Na área em estudo, o material rochoso mobilizado nas encostas vem envolvido numa matriz de solos, configurando-se em um depósito coluvionar. Ao final do movimento, se deposita na base da encosta traduzindo-se em um depósito de tálus. O conjunto mobilizado, segundo Rebelo (op. cit.) se traduz em movimento de massa.

impactando negativamente as áreas receptoras, e oferecer riscos também sociais e culturais (comprometimento ao patrimônio cultural, a exemplo de arquiteturas históricas), “caso não exista um planejamento adequado de suas atividades e uma conduta consciente por parte dos turistas, respeitando a cultura e economia local” (COSTA, 2009, apud PINTO e COSTA, op. cit., 229). O turismo em áreas naturais pode oferecer riscos aos recursos naturais, principalmente no desencadeamento dos processos erosivos nas áreas vulneráveis, na “[...] destruição e ou perturbação, por estresse do habitat da fauna, e por fim, a descaracterização da paisagem” (idem, ibidem, 230).

No caso das áreas protegidas brasileiras do tipo Parque, a exemplo das regiões serranas do Sudeste, a fragilidade ambiental estará presente em vários pontos das encostas e poderá acarretar o comprometimento à visitação, na medida em que os visitantes/turistas se veem ameaçados, principalmente na época da ação das chuvas de verão, pela deflagração de processos erosivos e movimentos de massa, que afetam, dentre vários pontos, as trilhas ecoturísticas, conforme será destacado nos resultados apresentados no presente trabalho.

3. ÁREA DE ESTUDO: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-BIÓTICAS E DO USO PÚBLICO

O Parque Natural Municipal da Prainha (PNMP) foi criado pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, através do **Decreto Municipal nº 17.426/1999** e abrange uma área de 126,30 hectares. Está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) da Prainha e seus limites confrontam-se ao sul desde as áreas da praia, pertencente à APA da Orla Marítima; ao norte, possui áreas sobrepostas ao Parque Estadual da Pedra Branca (acima da cota 100m de altitude) até as cumeeiras, a partir do Morro Boa Vista, Caeté e Pedra dos Cabritos; a oeste com a APA de Grumari; e a leste com o bairro do Recreio dos Bandeirantes (Figura 1).

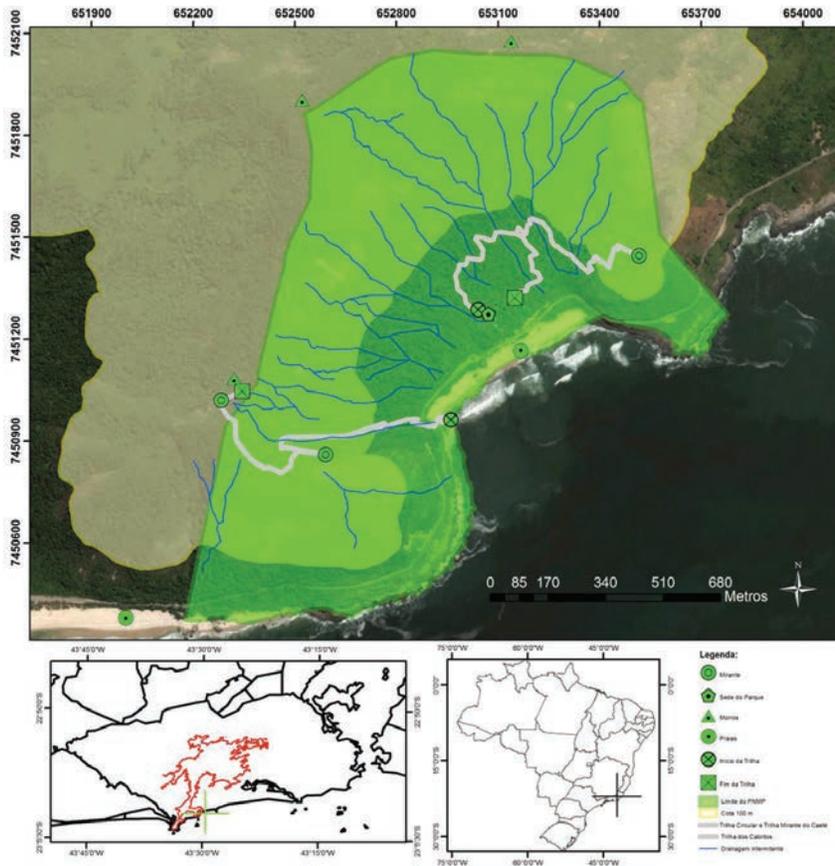


Figura 1 - Mapa de localização do Parque Natural Municipal da Prainha no município do Rio de Janeiro e seus pontos de atrativos ecoturísticos.

Fonte: SMAC-IPP, 2012, realizado em ArcGIS 10 por Vivian C. da Costa, 2014

Sob o ponto de vista geológico-geomorfológico-pedológico o Parque encontra-se nas encostas localizadas a Sudeste do maciço da Pedra Branca, apresentando vertentes de forte inclinação que compõem o Morro da Pedra dos Cabritos, o Morro Boa Vista e o Morro do Caeté. Essas elevações são formadas por gnaisses da Unidade Rio Negro, granitos indiferenciados da Unidade Rochas Graníticas e depósitos recentes da Unidade Sedimentos Quaternários. Da decomposição físico-química dessas litologias prevalece a ocorrência de argissolos, representando a associação argissolos vermelho-amarelo eutrófico câmbico ou típico, mais argissolo amarelo eutrófico saprolítico ou abrupto, ambos de textura média/argilosa,

ocorrendo também neossolos quartzarênico e afloramentos de rochas e faixa arenosa de praia (SMAC, 2012).

Estudos recentes realizados por Porto Jr. *et al.* (2012) sobre um grande movimento de massa ocorrido próximo à área do Parque, em abril de 2010, mostram que, sob o ponto de vista geológico-geotécnico, as encostas da área protegida apresentam uma série de características que potencializam a ocorrência de processos erosivos de diferentes naturezas e magnitudes, com destaque para: a alta declividade do terreno, o intenso processo de intemperismo físico-químico e a elevada fragmentação do material rochoso à meia encosta. Segundo o referido autor, o movimento ocorrido mobilizou aproximadamente 10.000m³ de material rochoso (predominantemente granítico) e terroso.

A área protegida está incluída na região delimitada climaticamente como Aw (classificação de Köppen), clima tropical com estação seca em que a precipitação média mensal é inferior a 60 mm em pelo menos um mês por ano, no inverno. Situa-se na faixa de precipitação de 1.001 a 1.200 mm, com valores de 1.201 a 1400 mm nas áreas elevadas, com uma insolação na faixa entre 1.800h e 2.000h por ano. As temperaturas médias mínimas variam entre 18°C e 20°C, enquanto as temperaturas médias máximas situam-se entre 27°C e 29°C, com temperaturas médias anuais entre 22°C e 24°C. Essa condição favorece a ocorrência da Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica, notadamente representada pela sua formação submontana, com áreas de Formação Pioneiras Marinhas (restingas), entremeada por áreas de Refúgios Vegetacionais (campos e vegetação rupestre) nos costões rochosos e nas porções mais íngremes do Parque (SMAC, 2012).

Todas essas características anteriormente mencionadas favorecem, não somente o desenvolvimento de várias práticas de lazer na natureza, como paralelamente geram condições específicas de vulnerabilidade a determinados processos naturais, em especial as tempestades e intensas chuvas no período do verão, muitas vezes deflagradoras de movimentos de massa e desastres intensificados pela ocupação desordenada do espaço urbano. Um exemplo disso foram as chuvas ocorridas na cidade do Rio de Janeiro em 2011, que provocou escorregamentos de encosta

(deslizamentos de terra) e enchentes em vários pontos da zona norte e oeste da cidade, dentre eles, o citado anteriormente, o que fez interromper a principal via de acesso à região (a Avenida Estado da Guanabara), conforme ressaltam Porto Jr. et al (2012).

3.1. Atrativos ecoturísticos do Parque Natural Municipal da Prainha - PNMP

O PNMP reproduz, em uma escala de maior detalhe, os atrativos encontrados no Parque Estadual da Pedra Branca, que a ele se sobrepõe nas encostas acima de 100 m, quais sejam: mirantes, trilhas ecológicas, um centro de visitantes servido por equipamentos de lazer e recreação e a sede da Associação de Surfistas e Amigos da Prainha (ASAP), tudo mantido com um sistema de produção de energia solar.

A praia da Prainha é o principal atrativo turístico do Parque, seguido de um sistema de trilhas que corta o ambiente de floresta em diferentes graus de regeneração, cujo término, da maioria delas, é um mirante onde vista das praias é uma das mais belas de toda a cidade do Rio de Janeiro. Alguns paredões, a exemplo do Morro dos Cabritos, possuem vias definidas de escalada, muito frequentadas por montanhistas escaladores.

Em dezembro de 2012, o PNMP recebeu o certificado Bandeira Azul, entregue pela ONG Foundation For Environmental Education (Fundação para a Educação Ambiental): “A certificação, internacional, é dada as praias e áreas costeiras que cumprem 33 exigências divididas em quatro áreas: educação e informação ambiental, qualidade da água do mar, segurança e gestão ambiental” (Jornal O Globo, 2012). O PNMP possui duas praias como principais atrativos, a praia da Prainha e a praia do Abricó, além de possuir uma sede e vários morros cujos paredões rochosos e declividade acentuada propícia às práticas de rapel e escalada (Figura 2).

4. METODOLOGIA

Em termos de enfoque metodológico, as análises realizadas fazem parte da aplicação, medição e avaliação de indicadores geoambientais de desenvolvimento do ecoturismo em unidades de conservação no Estado do Rio de Janeiro, onde foram avaliados 22 indicadores, dentre eles o

indicador “erosão nos atrativos”, considerado, para a área de estudo, um dos mais importantes fatores limitantes.

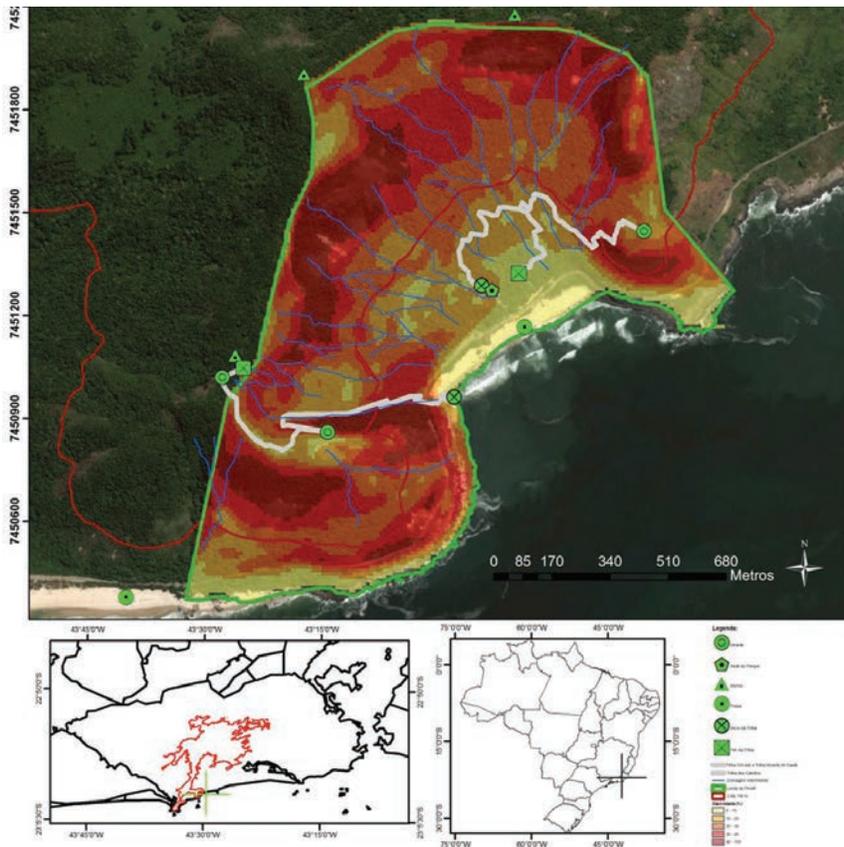


Figura 2 - Mapa de Declividade com Atrativos Ecoturísticos e Trilhas do Parque Natural Municipal da Prainha.

Fonte: Planta topográfica do IPP (2000), declividade baseado em MDT (TIN) em ArcGIS 10, realizado por Vivian C. da Costa (2014)

Inicialmente, foram selecionadas as bases cartográficas (planos de informação a serem utilizados em GIS) do Maciço da Pedra Branca, mas com o recorte espacial do Parque Municipal da Prainha, correspondentes aos seguintes temas dentro dos limites da área de estudo: Geologia, Proximidade de Lineamentos Estruturais, Formas da Encosta, Direção de Vertente, Proximidade de Drenagem, Hipsometria e Declividade (COSTA *et al.*, 2009). Tais bases georreferenciadas e em escala de 1:10.000, foram

sobrepostas através do software acadêmico de SIG denominado SAGA/UFRJ (Sistema da Análise Geoambiental desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento - LAGEOP - Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro), resultando nas avaliações simples (Fator Geológico e Fator Geomorfológico). Os mapas da análise simples foram cruzados entre si utilizando o SAGA-UFRJ e resultaram em análises complexas (mapas analíticos): Fatores Morfoestruturais e Pedotopográficos que foram sobrepostos à Erosividade (precipitação) resultando no mapa de fragilidade ambiental (Tabela 1).

Tabela 1 - Pesos e notas utilizados pelo método de multicritérios para os mapas gerados nas análises diretas complexas no SAGA-UFRJ

FATOR GEOLÓGICO			
TEMAS	PESOS	COMPONENTES DE LEGENDA	NOTAS
GEOLOGIA	70%	Aluvião	0
		Dunas	0
		Área de ocorrência mista de microclima-gnaisses e plagioclásio-quartzo (microclina) biotita, granada, gnaisses...	8
		Biotita plagioclásio (ortoclásio) quartzo – granada – gnaisses, passando a tipos ricos em: kinzigito (granada, GG; cilicatos)...	9
		Gnaisse da série inferior e intrusões básicas e intermediárias, não separados	8
		Granito plutônico; aplitos, pegmatito e granito hipobissal, não mapeados	7
		Granodiorito; quartzodiorito, e equivalentes gnaissificados, gnaisses básicos de metamorfismo e composição variável	6
		Microclina Oligoclásio Andesina-Quartzo-Biotita-Granada, Gnaisses – Leogocráticos (microclina gnaisses)...	7
		Série inferior; aplitos, pegmatitos, diabásios, metamorfizados, biotita (horblenda) – Gnaisses graníticos, ...	10
		Água	Bloqueado
		Não mapeada	Bloqueado
		Área fora de análise	Bloqueado
PROXIMIDADE DE LINEAMENTOS	30%	Fundo	5
		Buffer de Lineamentos Estruturais	10
		Área fora de análise	Bloqueado
FATOR GEOMORFOLÓGICO			
TEMAS	PESOS	COMPONENTES DE LEGENDA	NOTAS
FORMA DE ENCOSTA	40%	Área plana	0
		Escarpa artificial	3
		Escarpa natural	7
		Talvegue	0
		Topo de Elevação	5
		Vertente Côncava-Convergente	10
		Vertente Côncava-Divergente	8
		Vertente Convexa-Convergente	9
Vertente Convexa-Divergente	10		

		Área fora de análise	Bloqueado
DIREÇÃO DE VERTENTE	40%	Norte	8
		Nordeste	8
		Leste	5
		Sudeste	10
		Sul	10
		Sudoeste	10
		Oeste	5
		Noroeste	8
		Baixada Antropofizada	0
		Área fora de análise	Bloqueado
PROXIMIDADE DE DRENAGEM	20%	0-10 m	4
		10-20 m	5
		20-30 m	7
		30-50 m	7
		50-100m	8
		>100 m	10
		Rios	Bloqueado
		Área fora de análise	Bloqueado
FATOR TOPOGRÁFICO			
TEMAS	PESOS	COMPONENTES DE LEGENDA	NOTAS
HIPSOMETRIA	40%	0-20 m	0
		20-50 m	3
		50-100 m	6
		100-200 m	7
		200-300 m	8
		300-400 m	10
		500-600 m	10
		600-700 m	10
		700-800 m	10
		800-900 m	10
		900-1025 m	10
		Área fora de análise	Bloqueado
DECLIVIDADE	60%	0-3%	0
		3-8%	2
		8-20%	4
		20-45%	7
		45-75%	10
		75-100%	10
		>100%	10
		Área fora de análise	Bloqueado
FATOR PEDO-TOPOGRÁFICO			
TEMAS	PESOS	COMPONENTES DE LEGENDA	NOTAS
PEDOLOGIA	50%	Manguezal	0
		Argissolos	10
		Área urbana	2
		Solos orgânicos	0
		Afloramento de rocha	9
		Latossolos	8
		Água	Bloqueado
		Chernossolos	10
		Solos Glai	0
Podzol	0		

		Solos aluviais	3
		Solos arenoquartzosos profundos	0
		Planossolos	0
		Área fora de análise	Bloqueado
FATOR TOPOGRÁFICO	50%	Nota 0	0
		Nota 1	1
		Nota 2	2
		Nota 3	3
		Nota 4	4
		Nota 5	5
		Nota 6	6
		Nota 7	7
		Nota 8	8
		Nota 9	9
		Nota 10	10
		Área fora de análise	Bloqueado
FRAGILIDADE AMBIENTAL			
TEMAS	PESOS	COMPONENTES DE LEGENDA	NOTAS
FATOR MORFOESTRUTURAL	35%	Nota 2	2
		Nota 3	3
		Nota 4	4
		Nota 5	5
		Nota 6	6
		Nota 7	7
		Nota 8	8
		Nota 9	9
		Nota 10	10
		Área fora de análise	Bloqueado
		Rios	Bloqueado
Não mapeada	Bloqueado		
Água	Bloqueado		
FATOR PEDOTOPOGRÁFICO	35%	Nota 0	0
		Nota 1	1
		Nota 2	2
		Nota 3	3
		Nota 4	4
		Nota 5	5
		Nota 6	6
		Nota 7	7
		Nota 8	8
		Nota 9	9
		Nota 10	10
Área fora de análise	Bloqueado		
Água	Bloqueado		
FATOR EROSIVIDADE	30%	500-530 mm	7
		530-550 mm	8
		550-570 mm	9
		570-590 mm	9
		590-610 mm	10
		610-630 mm	9
		Área fora de análise	Bloqueado

O mapa de fragilidade ambiental, gerado a partir do cruzamento dos mapas temáticos na análise direta, e dos mapas de fatores na análise complexa no SAGA-UFRJ, posteriormente se juntou ao mapa de atrativos ecoturísticos através de análise combinatória no ArcGIS 10, resultando no mapa de áreas de fragilidade ecoturística.

Com base nos mapas produzidos, foi elaborada a “árvore de decisão” (XAVIER-DA-SILVA, 2001), que mostra o nível de importância relativa de cada mapa (e sua interação) no processo e avaliação (direta e complexa)

e na determinação na fragilidade ecoturística. Para XAVIER-DA-SILVA (op. cit., 99 e 101), a avaliação direta é a resultante da “[...] combinação imediata dos dados originalmente inventariados, isto é, são os primeiros resultados avaliativos obtidos com a combinação dos dados originais [...]”. Quanto a avaliação complexa, em contraste com a avaliação direta que é realizada com base nos dados originais constante no inventário ambiental, a complexa “[...] utiliza uma ou várias avaliações prévias como base para a sua construção. Podem se referir ao cotejo de uma avaliação contra um dado básico ou mesmo reproduzir o resultado do confronto entre as expressões territoriais de avaliações previamente elaboradas”. Na Figura 3, as avaliações diretas estão indicadas na cor azul e as complexas, na cor vermelha.

Todos os mapas temáticos foram convertidos em arquivo RASTER para serem utilizados na avaliação ambiental (simples e complexa) através do SAGA/UFRJ. A resolução espacial trabalhada foi de 5m x 5m. Foi definida a importância (representatividade) de cada mapa (plano de informação) no processo de avaliação (pesos até 100%), bem como atribuídas notas (de 0 a 10) referentes aos parâmetros (categorias) de cada mapa temático. Por fim, a análise multicritério foi aplicada a partir do cálculo da média ponderada (XAVIER-DA-SILVA, 1999; COSTA, 2002; MOURA, 2007) - Figura 3.

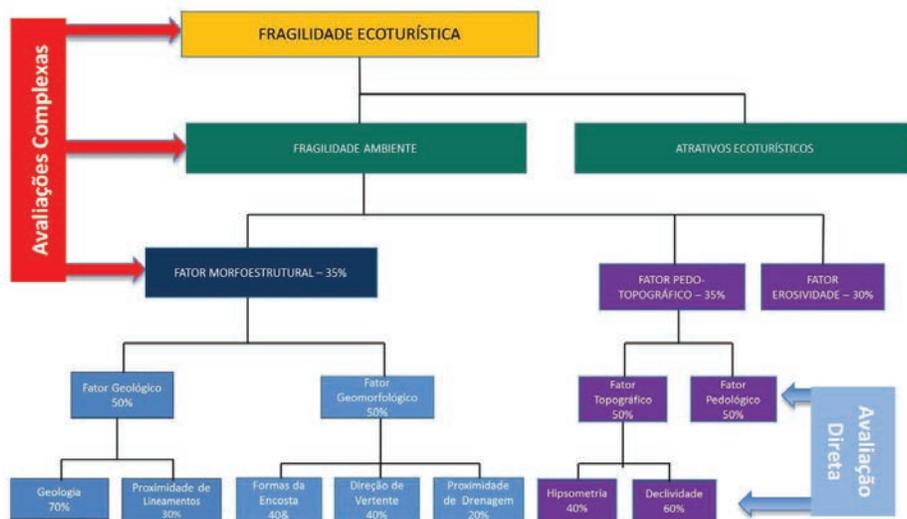


Figura 3 - Árvore de decisão da análise multicritério, com pesos das avaliações diretas e complexas dos mapas temáticos no SAGA-UFRJ. Elaborado por Vivian C. da Costa (2014)

A análise final da fragilidade ecoturística foi feita tomando como base a combinação do mapa de fragilidade ambiental com o mapa de proximidade de atrativos (buffer de 50 m no entorno de cada atrativo, inclusive os existentes até a linha de praia, considerando que o limite do parque compreende toda sua extensão), baseada em metodologia definida por Costa *et al.* (op. cit.) - Figura 4.

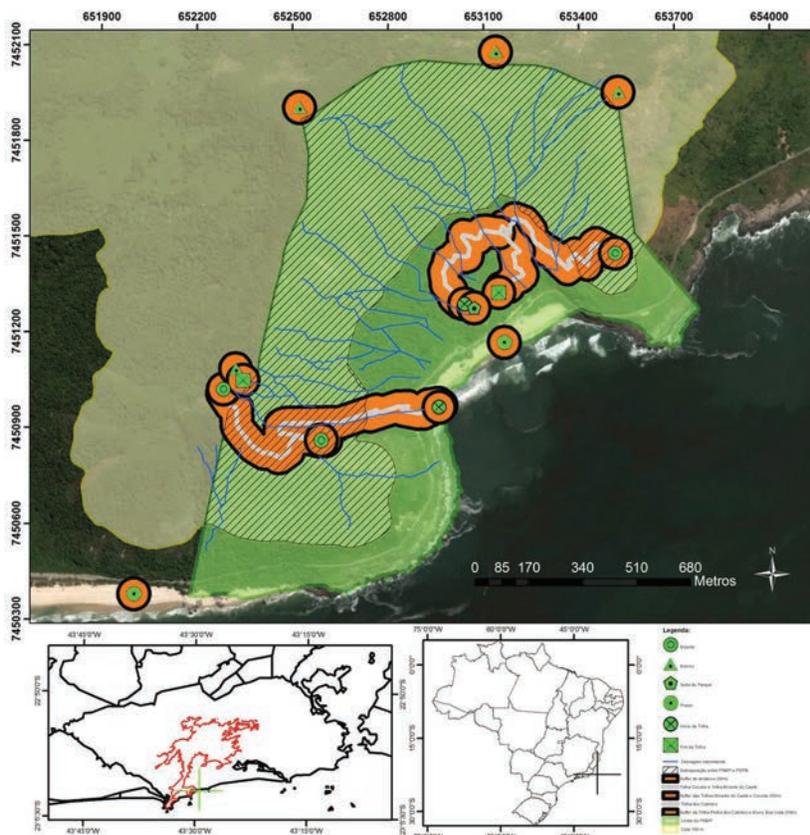


Figura 4 - Mapa de Buffer (50m) dos Atrativos do PNMP. Em hachura, a área de sobreposição entre duas unidades de conservação, o Parque Estadual da Pedra Branca e o Parque Natural Municipal da Prainha

A partir dos resultados obtidos com a utilização do SAGA/UFRJ foi feito o cotejo com a realidade, através de atividades de campo, onde foi verificada a natureza dos aspectos físico-bióticos que respondem pela fragilidade ecoturística. Nesta etapa do trabalho foi dada ênfase às áreas

de mais elevada fragilidade ecoturística do Parque, relacionadas às três importantes trilhas e seus atrativos, quais sejam: Trilha da Pedra dos Cabritos, Trilha Circular e Trilha do Mirante do Caeté (Figura 5).

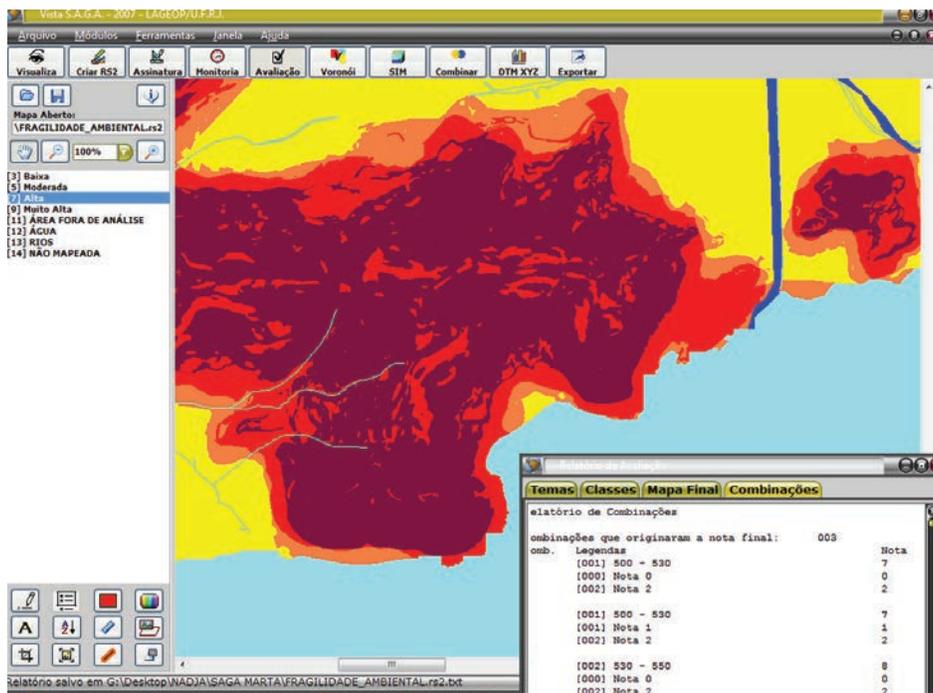


Figura 5 - Fragilidade ambiental sendo realizada no SAGA-UFRJ módulo de avaliação ambiental

5. APRESENTAÇÃO DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

Os dados obtidos com a realização das avaliações simples e complexas sobre a fragilidade dos atrativos ecoturísticos do Parque Natural Municipal da Prainha, bem como os resultados extraídos de suas análises são, a seguir, resumidamente apresentados.

5.1. Identificação e análise das áreas de fragilidade ambiental do PNMP

A avaliação complexa feita através do SIG SAGA-UFRJ permitiu - a partir do cruzamento entre os mapas de fragilidade ambiental e de proximidade de atrativos ecoturísticos - identificar áreas de fragilidade

ecoturística no interior do Parque. Todo o sistema de trilhas e seu entorno próximo se apresentam com níveis de fragilidade de alta a muito alta. Destacam-se como muito alta fragilidade, os trechos de trilhas na média/alta encostas. São locais que, apesar de estarem recobertos com vegetação apresentam solos de alta erodibilidade em encostas declivosas. Os mirantes foram qualificados também como de muito alta fragilidade ecoturística, pois estes se localizam no topo das elevações, em áreas de afloramento rochoso fortemente diaclasados.

Para a análise da fragilidade ambiental as notas obtidas foram agregadas e transformadas em valores qualitativos, segundo o método de Análise Hierárquica de Pesos (AHP), desenvolvido pelo Prof. Thomas Saaty em 1978, na Universidade da Pensilvania. “Ele auxilia na atribuição dos pesos, dos planos de informação, visando determinar a contribuição relativa de cada um. Paralelamente, o especialista deve definir a hierarquia entre as variáveis e os pesos de cada componente da legenda das variáveis.” (MOURA, 2007, 2903), colocando-as em ordem de importância. Portanto, o método propõe a comparação de variáveis, par a par, e é atribuído um critério de importância relativa entre eles. Para a escolha das notas de cada variável foi utilizado o método Delphi, que é a “[...] composição de potenciais gerados a partir da combinação de variáveis conjugadas segundo indicação de especialistas sobre suas composições e comportamentos.” (idem, *ibidem*, 2905) - Figura 6.

Com a utilização da ferramenta Data Management Tool - Raster - Raster Processing - Clip do ArcGIS 10, foi possível recortar as áreas de Fragilidade Ambiental no interior dos Buffers de Atrativos do PNMP e assim realizar a análise combinatória e gerar o mapa da Fragilidade Ecoturística dessas áreas (Figura 7).

De maneira similar ao Parque Estadual da Pedra Branca, o Parque Natural Municipal da Prainha apresenta quatro níveis de fragilidade ambiental: fragilidade baixa (notas 3 e 4), nos locais de baixada, representados pela Praia da Prainha e das áreas da sede do Parque; moderada (notas 5 e 6); alta (notas 7 e 8) e muito alta fragilidade ambiental (notas 9 e 10), estes três últimos níveis, distribuídos em vários pontos das encostas do Parque (Figura 7).

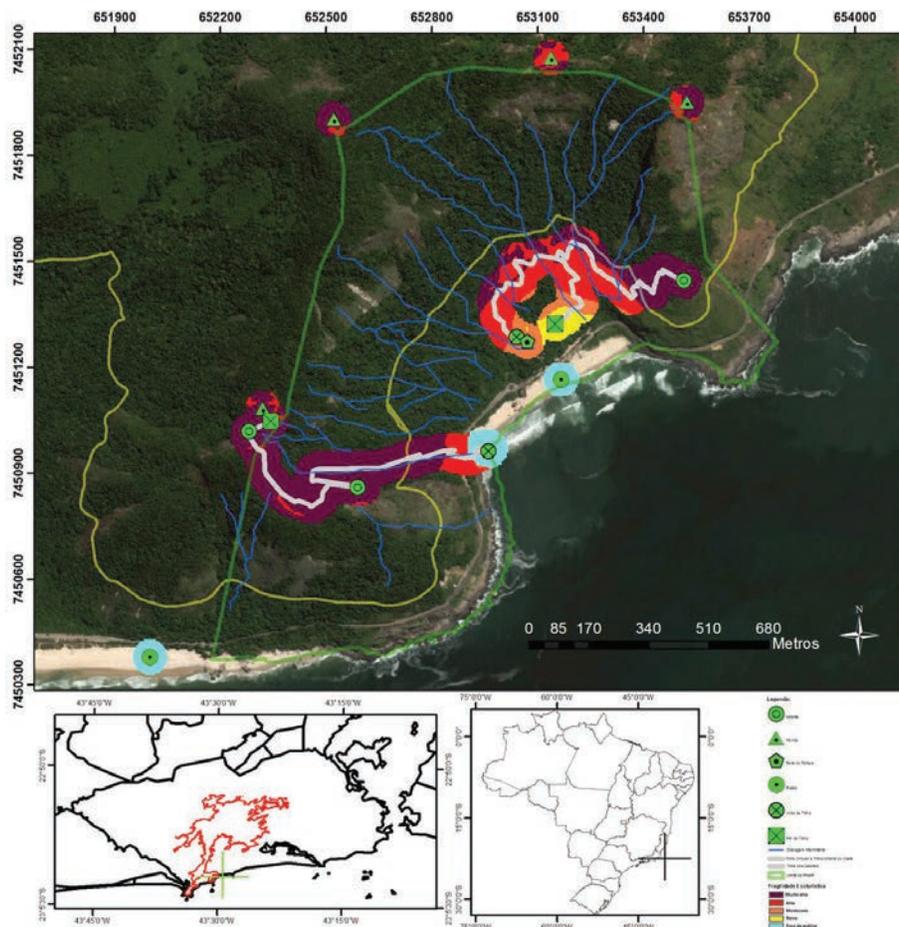


Figura 7 - Mapa de Fragilidade Ecoturística nos buffers de atrativos do PNMP

As áreas oceânicas foram bloqueadas (fora da análise), além das áreas com presença de água, rios e não mapeadas (fora das Unidades de Conservação), não recebendo, portanto, notas às avaliações simples e complexas.

5.2. Fragilidade ecoturística da Trilha da Pedra dos Cabritos

A fragilidade ambiental ao longo da trilha da Pedra dos Cabritos retrata o quadro regional de grande parte do Parque. De traçado estreito,

o início da trilha é uma subida íngreme, em encosta de forte gradiente, em ambiente típico de zona de contato entre baixada e maciço litorâneo. Nos primeiros 50 m, atravessa depósitos de tálus, de espessura variada, contendo fragmentos rochosos de diferentes calibres. À parte o material coluvial, os solos (material in situ) são rasos, recobertos por grande quantidade de matéria orgânica com diferentes níveis de decomposição: desde a densa camada de serrapilheira até a presença de depósito de turfa.

Na medida em que se aproxima da média encosta, a trilha se ajusta ao vale encaixado de um curso de água totalmente entulhado de material proveniente das encostas mais íngremes a montante, tendo como fonte principal de material, o paredão que lhe é contíguo. Trata-se de um vale estrutural, associado à tectônica regional que afetou todo maciço, à época de sua formação, há milhões de anos atrás (COSTA *et al.*, 1996 e COSTA, 2002).

Um dos aspectos que mais chama atenção é o fato da trilha seguir por este vale, dentro do talvegue, até atingir a alta encosta. Todo o material alúvio-coluvionar é de alta instabilidade, tendo sido constatadas, ao longo de quase todo o trajeto de campo, mobilizações decorrentes da caminhada da equipe de campo sobre ele.

Por sua vez, o paredão do Morro dos Cabritos, ao longo da Trilha Pedra dos Cabritos nome, sofre um típico processo de deslocamento de fragmentos rochosos, decorrentes da presença de juntas de alívio de pressão, contribuindo constantemente com material para a base das encostas, na zona de contato brusco com o vale. Testemunhos de quedas recentes de material foram encontrados no leito da trilha.

Ao chegar à parte alta da encosta, já se aproximando da cumeada da serra, a trilha segue pelo paredão rochoso, atravessando encostas convexas, com trechos que requer do caminhante (seja um mero visitante/turista seja um montanhista experiente), atenção na chegada ao topo. É neste momento, que se vislumbra uma excepcional paisagem, não somente

da orla, como também das encostas florestadas do Parque da Prainha/Grumari e parte do PEPB.

A trilha atravessa ambientes distintos dentro do domínio da floresta, tanto sob o ponto de vista biótico - com a ocorrência de espécies da flora e fauna singulares (algumas ameaçadas de extinção e endêmicas) - quanto relativo à atratividade do lugar, com a presença de atributos que motivam a prática do turismo de aventura (presença de paredões para escalada) e do turismo contemplativo (a culminância da caminhada ocorre quando da chegada em dois espetaculares mirantes: mirante da Pedra dos Cabritos e mirante Boa Vista - Foto 1).



Foto 1 - Vista panorâmica da Prainha obtida a partir do Mirante da Pedra dos Cabritos. Foto: Vivian C. da Costa, 2013

Entretanto, existem fortes limitações impostas pela fragilidade ambiental ao longo de todo o percurso da trilha, decorrentes das características integradas do seu quadro físico-biótico. São locais do traçado de forte gradiente, com altíssimo risco de queda de lascas rochosas vindas do paredão contíguo à grande parte da trilha, bem como provindos da mobilização do depósito de tálus (por sua própria natureza, de alta instabilidade) que recobre grande parte das encostas e dos vales por onde a trilha passa. O trânsito de pessoas pela mesma requer cuidado quanto ao perigo de queda de lascas do paredão rochoso ao longo de alguns trechos da trilha

e certa habilidade diante da grande quantidade de matacões, de diversos calibres, em praticamente quase todo seu percurso (Foto 2).



Foto 2 - Leito do “Rio/trilha” entulhado de material rochoso, grande parte mobilizado no interior do vale. Foto: Vivian C. da Costa, 2013

O fato de grande parte da Trilha da Pedra dos Cabritos se situar no talvegue do rio aumenta o risco de queda de blocos originados do faturamento (juntas de alívio de carga) do paredão rochoso. Isso ocorre principalmente no período do verão na cidade do Rio de Janeiro, quando o regime hidrológico sofre brusca transformação (passando a drenagem existente na trilha, de rio intermitente a permanente aumentando significativamente a vazão).

5.3 Fragilidade ecoturística da Trilha Circular / Mirante do Caeté

A trilha circular possui 600 m de extensão e é por ela (a partir de 300 m) que se tem acesso à Trilha do Mirante do Caeté, com aproximadamente 800 m de extensão, totalizando cerca de 1.400 m. Inicia-se próximo à sede

do Parque e, neste trecho original, tem moderada fragilidade ecoturística. Os fatores que respondem por essa característica são: encostas com baixa a média declividade (até 25%), em solos arenoquartzosos profundos, oriundos da decomposição de granodioritos e quartzodioritos. Entretanto, a maior parte de seu percurso apresenta alta fragilidade ecoturística, só se tornando de moderada a baixa fragilidade, nos seus 200 metros finais, novamente próximo à sede.

Já a trilha do Mirante do Caeté, toda sua extensão (proximadamente 540 m, a partir da trilha circular), está em alta a muito alta fragilidade ecoturística, proporcionada por um conjunto de características, com destaque para: o forte gradiente das encostas (acima de 25%), recobertas por argissolos neossolos, estes mais próximos ao topo (localização do mirante).

O conhecimento da fragilidade ecoturística, em diferentes níveis, de toda a área protegida pelo PNMP permitirá aos seus gestores traçar planos de prevenção e intervenção de acidentes devendo ser contemplados nos programas e subprogramas de manejo, principalmente no que concerne ao uso público.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão e o monitoramento do uso público nas áreas protegidas brasileiras exigem, cada vez mais, o conhecimento de processos naturais como forma de explorar, com racionalidade, suas potencialidades e limitações. Quando se trata de duas unidades de conservação que apresentam áreas de sobreposição, como é o caso do Parque Natural Municipal da Prainha e o Parque Estadual da Pedra Branca, essa exigência torna-se maior e deve estar alicerçada em ações integradas, por parte de seus administradores. No que diz respeito aos fatores limitantes à visitação, a condição de risco à ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa não deve ser negligenciada considerando, principalmente, os episódios recentes ocorridos na área, conforme mencionado anteriormente (item 3).

As análises físico-ambientais e o diagnóstico de campo realizados no Parque da Prainha mostraram a fragilidade ecoturística de grande parte dos atrativos correspondendo, basicamente, as trilhas que atravessam

ambas as áreas protegidas (PNMP e PEPB), com destaque para as trilhas do mirante dos Cabritos e do mirante da Boa Vista, localizadas a poucos metros do local do episódio de deslizamento, ocorrido em abril de 2010 (Porto Jr. *et al.*, 2012).

A tomada de medidas que privilegiem a segurança do usuário (seja qual for o seu perfil), bem como a máxima proteção dos recursos naturais ao longo de seu traçado e área de influência, deve ser a tônica central da administração da área protegida, em consonância com o que preceitua a legislação geral das unidades de conservação brasileiras (SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação) e das duas áreas protegidas, principalmente as diretrizes constantes em seus Planos de Manejo. Neste sentido, sugere-se que a visitação as duas trilhas anteriormente citadas sejam constantemente monitoradas através de voluntariado com os principais atores sociais locais, em integração com as ações de controle de catástrofes naturais por parte dos órgãos oficiais da cidade do Rio de Janeiro (GEORIO, Defesa Civil, INEA, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, entre outros), visando a correta implementação do uso público no PNMP.

A fragilidade à erosão do solo e movimentos de massa que a área protegida vem passando e sua incorporação ao processo de gestão é, acima de tudo, um problema de governança que não pode ser ignorado. Fechar ou controlar a visitação naqueles locais de alta atratividade, mas que apresenta alta fragilidade ambiental é, antes de tudo, uma tomada de decisão consciente e de caráter preventivo, tanto à biota quanto aos visitantes/turistas, que deve preponderar sobre outros interesses, particularmente os de natureza política.

BIBLIOGRAFIA

- BURROUGH, Peter Alan & McDONNELL, Rachael (1998) - Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, 333 p.
- CINTRA, Leonardo Martins (2009) - "Proposta de Zoneamento para a Gestão da Fragilidade Ambiental do Circuito de Atratividade do Parque Estadual de Ibitipoca - MG". Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - PPGEO-UERJ.

Rio de Janeiro, 110 p.

- COSTA, Nadja Maria Castilho da (2002) - “Análise do Parque Estadual da Pedra Branca (RJ) por Geoprocessamento: Uma contribuição ao seu Plano de Manejo”. Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Tese (doutorado) IGEO/CCMN/UFRJ, Rio de Janeiro. 317 p.
- COSTA, Nadja Maria Castilho da *et al.* (1996) - “Movimentos de Massa e Processos Erosivos na Vertente Leste do Maciço da Pedra Branca (RJ): O caso da Bacia Hidrográfica do Rio Grande”. In Anais do Congresso Internacional de Ciências de La Tierra. Santiago, Chile, Instituto Geográfico Militar. 41 p.
- COSTA, Nadja Maria Castilho da, *et al.* (2009) - “Fragilidade Ecoturística em Áreas de Atrativos no Parque Estadual da Pedra Branca (RJ)”. Revista Geo UERJ, Ano 11, Vol. 2, Nº. 19, 138-160. Disponível online no endereço url: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/download/1407/1197>. (acessado em 21 fevereiro, 2014)
- COSTA, Vivian Castilho da (2006) - “Proposta de Manejo e Planejamento Ambiental de Trilhas Ecoturísticas: Um Estudo no maciço da Pedra Branca - Município do Rio de Janeiro (RJ)”. Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Tese (doutorado) IGEO/CCMN/UFRJ, Rio de Janeiro. 325 p.
- CÂMARA, Gilberto *et. al.* (2003). “Análise Espacial e Geoprocessamento”. in Análise Espacial de Dados Geográficos, FUKS, Suzana, *et al.* (eds.), São José dos Campos, INPE, 3a. edição, revista e ampliada. Disponível online no endereço de url: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>. (acessado em 13 fevereiro, 2014).
- Decreto Municipal nº 17.426/1999, de 25 de março. Cria e Delimita o Parque Municipal Ecológico da Prainha. Rio de Janeiro. Diário Oficial da Cidade do Rio de Janeiro - 25 de março de 1999. Retificado em 29 de março de 1999. Rio de Janeiro, Brasil.
- GUERRA, Antônio José Teixeira & MARÇAL, Mônica dos Santos (2006) - “Geomorfologia Aplicada ao Turismo”, in GUERRA, Antônio José Teixeira & MARÇAL, Mônica dos Santos (eds.). Geomorfologia Ambiental. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ. 43-45.
- JORNAL O GLOBO (2012) - “Prainha recebe a Bandeira Azul, selo internacional de qualidade”. Natalia Castro. Publicado em 01 de dezembro de 2012. Disponível online no endereço de url: <http://oglobo.globo.com/rio/prainha-recebe-bandeira-azul-selo-internacional-de-qualidade-6900784>. (acedido em 14 fevereiro, 2013).
- KAWAKUBO, Fernando Shinji *et al.* (2005) - “Caracterização Empírica da Fragilidade Ambiental Utilizando Geoprocessamento”. In Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, Goiânia - GO. Ed. INPE - S. José dos Campos, 2203-2210. Disponível online no endereço de url: <http://marte>.

- dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf. (acedido em 14 fevereiro, 2013).
- Lei Nº. 9985/2000 de 18 de julho. Vetos da Presidência da República ao PL aprovado pelo Congresso Nacional e Decreto Nº 4.340 - 22 de agosto de 2002. Brasil. Disponível online no endereço url: http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_18_2ed.pdf. (acedido em 18 fevereiro, 2014).
- MOURA, A. C. M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise Muticritério. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007. INPE. p. 2899-2906. Disponível online no endereço url: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.14.41/doc/2899-2906.pdf>. (acedido em: 18 de junho de 2014).
- PINTO, Roberta Mariana Ferreira Mori & COSTA, Vivian Castilho da (2012) - "Ecoturismo e Risco Ambiental". Territorium, Portugal, Nº 19, 227-235. Disponível online no endereço url: http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T19_artg/T19_NNR_02.pdf. (acedido em 18 fevereiro, 2014).
- PORTO JR., Rubem, *et al.* (2012) - "Caracterização Geológico-Geotécnica do Movimento de Massa Ocorrido entre as Praias da Prainha e Grumari, Município do Rio de Janeiro, RJ". Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, Rio de Janeiro, Vol. 35-2/2012, 5-13. Disponível online no endereço url: http://www.anuario.igeo.ufrj.br/2012_2/2012_2_05_13.pdf. (acedido em 13 fevereiro, 2014).
- REBELO, Fernando (2010) - Geografia Física e Riscos Naturais. Imprensa da Universidade de Coimbra, 1ª. ed., 215 p.
- ROSS, Jurandy Luciano Sanches (1994) - Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, Nº 8, DG-FFLCH- USP, São Paulo, 63-74.
- SMAC (2012) - Elaboração do Plano de Manejo dos PNM da Prainha e PNM de Grumari. Produto III - Módulo 4. Secretaria de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro. Detzel Consulting. FUNBIO - SEA - Prefeitura do Rio de Janeiro, 137 p.
- VEYRET, Yvette & RICHEMOND, Nancy Meschinet de (2007) - "Definições e Vulnerabilidade do Risco", in VEYRET, Yvette (ed.). Os Riscos. O Homem como agressor e vítima do meio ambiente. 1ª. ed., Contexto, São Paulo, 25 - 46.
- XAVIER-DA-SILVA, Jorge (1999) - Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro: Lageop, 15 p. (apostila do Curso de Especialização em Geoprocessamento - Mídia CD-rom).
- XAVIER-DA-SILVA, Jorge (2001) - Geoprocessamento para Análise Ambiental. XAVIER DA SILVA, Jorge (ed.), Rio de Janeiro. 227 p.

Série Documentos

Imprensa da Universidade de Coimbra

Coimbra University Press

2015

