

# **DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL, COM BASE EM ANÁLISE MULTICRITÉRIO, EM ZONA DE AMORTECIMENTO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

Costa, Nadja Maria Castilho da 1(\*); Costa, Vivian Castilho da 1; Santos, Jefferson Pereira  
Caldas dos Santos 1

*1 - Universidade do Estado do Rio de Janeiro -UERJ | (\*) Brazil*

## **1. INTRODUÇÃO**

As formas de proteção ambiental surgem, paulatinamente, como resposta ao que preceitua a Constituição Federal em seu artigo 225, o qual impõe ao poder público e a coletividade o dever de preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Aos poucos este preceito constitucional vem sendo colocado em prática, e atitudes que antes não eram regulamentadas, passam agora a ter proteção ambiental.

Esta evolução nas questões ambientais fez com que se criassem as unidades de conservação, tanto em termos de mundo, quanto de Brasil. A legislação pode até ter tardado, mas possibilitou o ordenamento jurídico, norteando as diretrizes e limitações acerca da criação e proteção destas áreas.

O Código Florestal, Lei nº 4771/65, trouxe uma primeira normatividade sobre a criação de parques, reservas da biosfera e florestas, mas tal legislação fora expressamente revogada pela Lei que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, ou seja, Lei nº 9985 de 2000.

As Unidades de Conservação definidas e reguladas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação se dividem em dois grandes grupos: as unidades de uso indireto e as de uso direto.

O objetivo básico definido no SNUC para as Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Tal objetivo, especialmente em parques localizados em áreas urbanas, não vem sendo atingido, ao contrário, tais locais vêm sendo cada vez mais degradados e ocupados em decorrência da pressão urbana.

A importância da interface entre as UCs e o seu entorno, aparecem registrados na resolução CONAMA nº 13/90 e depois na Lei do SNUC (Lei Federal nº 9985/2000), que determina que todas as unidades de conservação, com exceção das APAs e RPPNs, tenham a sua “zona de amortecimento” definida. (SNUC, artigo 25)

No Sistema Nacional de Unidades de Conservação, em seu artigo 27, parágrafo primeiro diz que “Plano de Manejo deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas”. Entretanto, poucos planos de manejo efetivamente definem a zona de amortecimento (ou “zona tampão”) e a consideram no processo de planejamento e gestão de seus recursos naturais. Assim, é essencial que haja um estudo com as finalidades de identificar e diagnosticar a área de entorno.

As medidas adotadas para o planejamento do uso do solo foram, até recentemente, tomadas com base em informações fragmentadas de efeitos do uso da terra no ambiente, com virtude de não haver registros seguros sobre as condições adequadas de uso da terra, não se podendo avaliar, portanto, as alterações provocadas pela ação do homem.

Com a crescente demanda dos recursos naturais, o levantamento periódico do uso da terra em uma região tornou a compreensão dos padrões de organização do espaço de interesse fundamental, uma vez que em dado período, quase nunca é permanente, uma vez que o solo está sempre sendo agredido pela ação antrópica.

A constante agressão antrópica, além de ser comumente desordenada e sem qualquer planejamento de preservação ambiental, provoca um custo financeiro muito elevado nos levantamentos dos recursos naturais por métodos tradicionais; como exemplo, o aerolevanteamento, uma vez que este procedimento deve ser realizado a cada ano para se manter atualizadas as informações de ocupação do solo.

Uma área de conservação ambiental, por si só já é capaz de demonstrar com excelência este caráter beligerante das normas de direito fundamentais, que parecem lutar entre si, pelo espaço e supremacia umas sobre as outras.

Aquelas áreas de proteção ambiental onde é possível a permanência humana e as que se encontram em áreas densamente urbanizadas e povoadas possuem uma problemática que lhes é peculiar, ou seja, a convivência tranqüila entre dois direitos: o direito de propriedade e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, que está intimamente ligado à função social, pois muito se ouve falar em função socioambiental da propriedade.

Semelhante situação é a enfrentada ao se pretender aplicar o que determina a lei no que concerne a zona de amortecimento, pois se trata da área circundante àquela de proteção, e contém propriedades com as mais diversas atividades sendo realizadas cotidianamente.

Observa-se um novo direito se sobrepondo ao poder exercido pela propriedade e advindo dela, que enfrenta barreiras incrustadas na cultura, na tradição e resultado da política de mercado vivida, onde o ter está muito acima do ser.

A zona de amortecimento é a possibilitadora de proteção a uma unidade de conservação. Não existem normas prévias que estabeleçam quais os tipos de avaliações devam ser feitas e que critérios (e/ou parâmetros) devem ser levados em conta. Entretanto, parte-se do princípio de que a investigação, nas áreas urbanas, deve ser feita com maior acuidade, diante da multiplicidade de uso e da complexidade da gestão dessas áreas, principalmente por parte do poder público.

Alguns pressupostos básicos devem ser analisados quando da definição de uma zona de amortecimento, quais sejam:

a) A contigüidade com os limites da área a ser protegida – Trata-se de exigência legal, imposta pela resolução no13 do CONAMA, a qual deve ser respeitada, na medida em que o objetivo da “Zona de Amortecimento” é justamente proteger o interior da unidade de conservação dos impactos externos a ela;

b) É preciso observar a natureza do uso/ocupação do solo na área proposta, de maneira que devem ser avaliados os usos que estão ocorrendo, procurando manter na zona

de proteção, áreas florestadas, terras agrícolas e demais atividades que pouco impacto poderá acarretar direta ou indiretamente o interior da área protegida; e

c) Também, a densidade da ocupação populacional. Este, sim, como um dos principais parâmetros a ser analisado, visto que áreas densamente povoadas devem ser mantidas fora da Zona de Amortecimento, já que implicam em ações impactantes, que podem ser levadas para o interior da área legalmente protegida.

É de suma importância que seja feito diagnóstico detalhado da área a ser definida como “Zona de Amortecimento”, de forma que os seus limites definitivos tenham coerência com o que preceitua a legislação, quanto ao controle e monitoramento das ações potencialmente impactantes aos recursos naturais do interior da área legalmente protegida.

Há um caráter preventivo na zona de amortecimento. Se este serve como filtro das agressões externas à unidade de conservação, então, esta serve para prevenir que haja algum tipo de degradação que possa pôr em risco a integridade da área. “O princípio de atuação preventiva é complexo e pode ser utilizado em diversos instrumentos da política ambiental, inclusive na adoção de planos estratégicos e de políticas”.

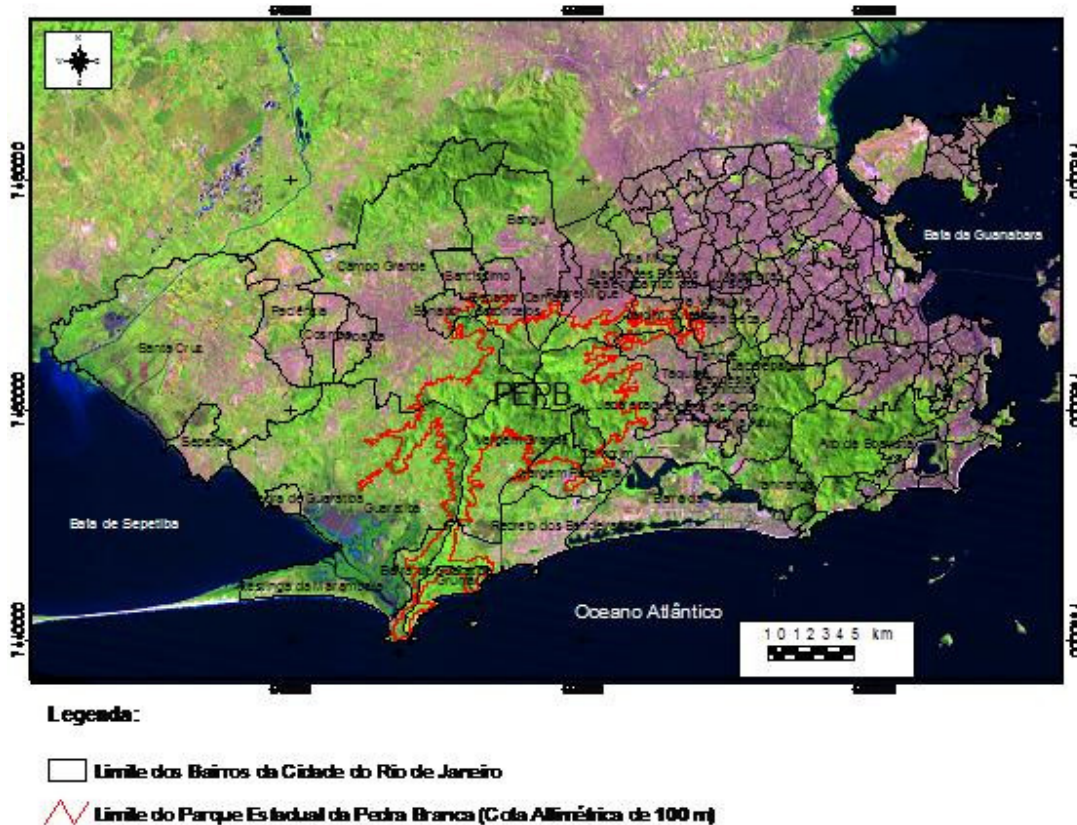
## **2. OBJETIVOS**

O presente trabalho teve como objetivo definir e analisar áreas de fragilidade ambiental no entorno do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), localizado na cidade do Rio de Janeiro, através da análise multicritério utilizando Sistema de Informação Geográfica. Este mapa de fragilidade visa contribuir à delimitação de sua efetiva “Zona de Amortecimento”.

## **3. ÁREA DE ESTUDO**

As informações geográficas sobre as atividades ecoturísticas em trilhas serão disponibilizadas digitalmente como um produto de divulgação, para levar conhecimento ao público (eco)turista em geral e pesquisadores, e para possibilitar o planejamento e manejo da unidade de conservação pelos seus administradores (INEA – Instituto Estadual do

Ambiente – RJ), no que se refere aos roteiros detalhados sobre a área proposta: o Parque Estadual da Pedra Branca – PEPB (Figura 1).



**Figura 1. Localização do PEPB no município do Rio de Janeiro (RJ, Brasil).**

Fonte: COSTA, 2008, baseada em imagem de satélite Landsat 7 e base de dados IPP (2000).

A referida unidade de conservação apresenta uma área com cerca de 12.500 hectares, situa-se na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro no estado de mesmo nome e apresenta um número de visitantes, cada vez mais crescente. Suas trilhas em meio aos remanescentes de Mata Atlântica foram recentemente mapeadas, por COSTA (2002) e COSTA (2006), e o PEPB, apesar dos cerca de 35 anos de criação, ainda não possui Plano de Manejo. O maciço da Pedra Branca compõe, juntamente com os maciços da Tijuca e Gericinó-Mendanha, as principais feições geomorfológicas da cidade. Apresenta o ponto culminante do município com 1.024 m de altitude.

A transformação do Parque Estadual da Pedra Branca em reserva florestal aconteceu através da Lei N°. 2377 de 28/06/74. Já em 1988, o município do Rio de Janeiro

criou a área de proteção Ambiental (APA) da Pedra Branca. Em 1990, a área compreendida entre os então sub-bairros de Jacarepaguá, Camorim e Pau da Fome, foi transformada também pelo Governo Municipal, em reserva Biológica, que não contém limites precisos, da sua área de preservação.

No Maciço da Pedra Branca, além do ponto culminante da Cidade do Rio de Janeiro, os seus visitantes podem contar ainda com acesso por mais de 10,5 Km de trilhas entre a sede e subsede. O Parque abriga uma exuberante Floresta que na sua grande parte ainda se mantém com espécies nativas da Mata Atlântica. Essa Mata conta com a presença de espécimes da fauna Brasileira como: Tucanos, Gaviões, Sabiás, Bicho Preguiça, Sagüis, Esquilos e Borboletas. Ao longo dos 10,5 Km de trilhas encontramos também no Maciço da Pedra Branca, quedas d'água, além de nascentes, rios, e um belo açude com águas puras e cristalinas, tendo este, área equivalente a 1/3 da Lagoa Rodrigo de Freitas. Águas essas que abastecem grande parte da baixada de Jacarepaguá.

Sua demarcação é estabelecida a partir da cota altimétrica de 100m, em volta de todo o maciço da Pedra Branca, ocupando cerca de 16% do território do município. Apesar de ser legalmente definido como uma área de proteção integral (sem presença humana), esta unidade de conservação (UC) abriga cerca de 45.000 habitantes em seu interior e, tem sofrido um processo crescente de pressão antrópica, sobretudo a partir dos anos de 1980 e 1990.

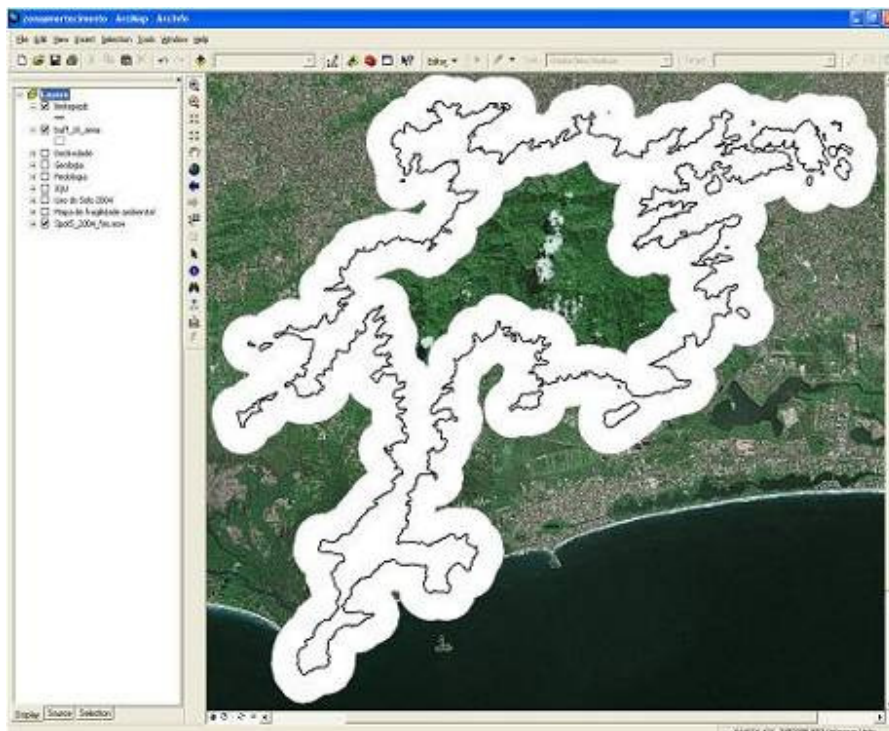
#### **4. METODOLOGIA**

O mapa de fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental. O mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições.

A metodologia da fragilidade empírica fundamenta-se no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas. Os procedimentos operacionais para a sua construção exigem num primeiro instante os estudos

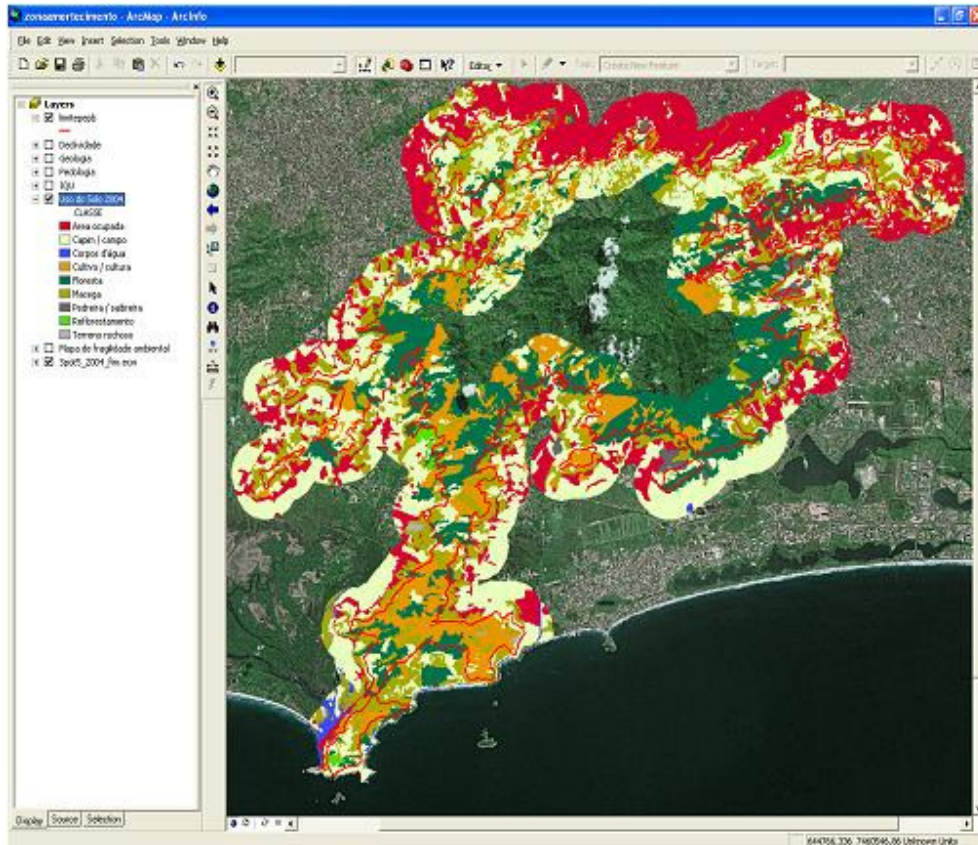
básicos do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal etc. Posteriormente, essas informações são analisadas de forma integrada gerando um produto síntese que expressa os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui.

Como suporte metodológico foram utilizadas as bases digitais do IPP na escala de 1:10.000 (IPP, 1999), juntamente com o mapa de uso do solo e cobertura vegetal de 2000 que serviram de base para se fazer um mapa de fragilidade ambiental através da análise multicritério e definir e mapear a “Zona de Amortecimento” do PEPB. Os demais mapeamentos e estudos geo-ambientais foram realizados na área que corresponde a uma faixa de 2 Km (1 Km de cada lado) dos limites (interno e externo) do Parque, que chamamos de “zona de amortecimento preliminar”(figura 2). Foi utilizado o software ARC GIS (ESRI) para a delimitação, em mapa, da referida Zona. O banco de dados foi composto dos seguintes mapas temáticos: Uso do solo atual (figura 3), Índice de Qualidade Urbana (IQU) (figura 4), Pedologia (figura 5), Geologia (figura 6) e Declividade (figura 7).

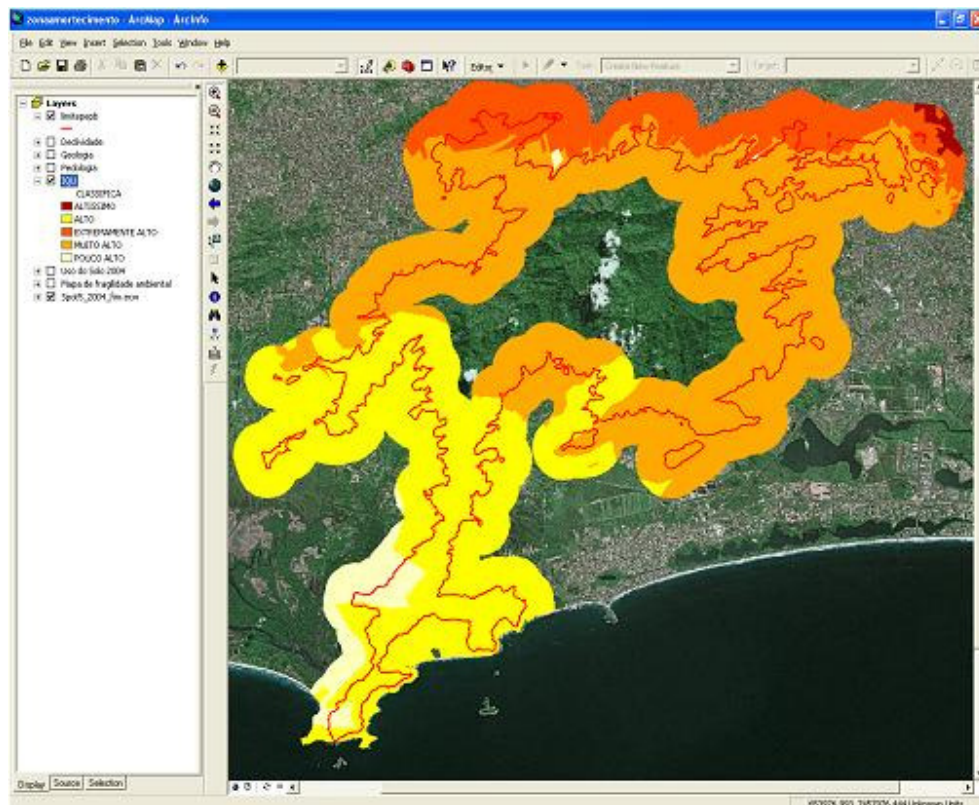


**Figura 2. Buffer de 2 km (zona de amortecimento preliminar). Fonte: Própria.**





**Figura 3. Mapa de Uso do Solo Atual. Fonte: Própria.**



**Figura 4. Mapa de Índice de Qualidade Urbana (IQU). Fonte: Própria.**



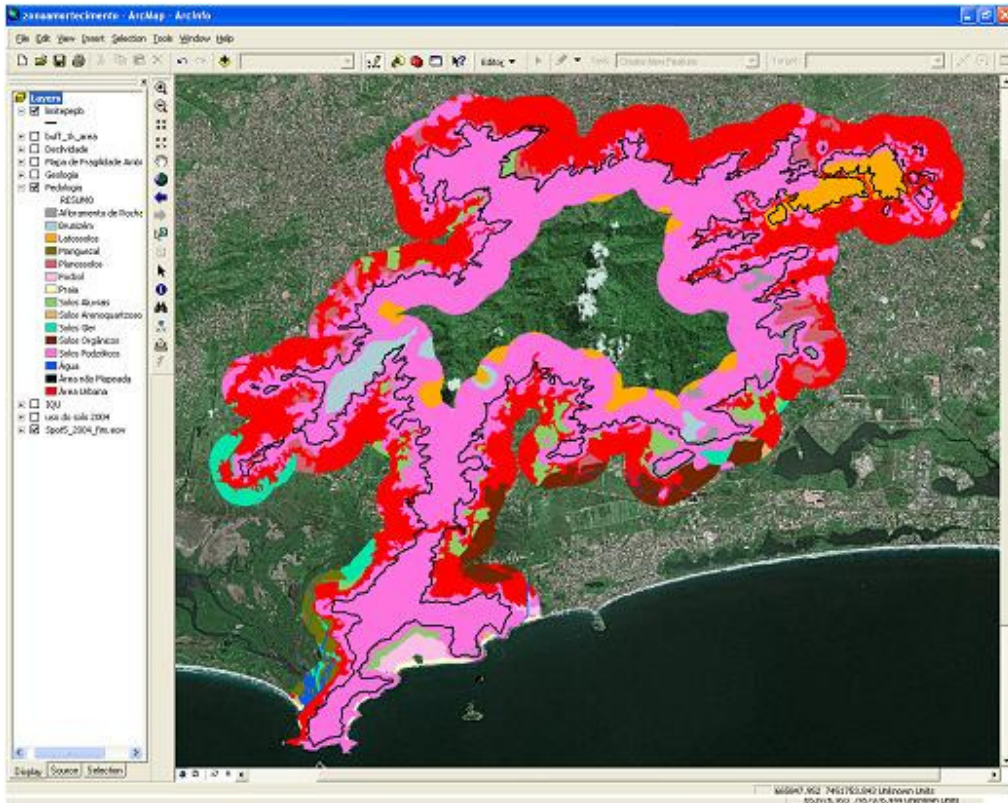


Figura 5. Mapa de Pedologia. Fonte: Própria.

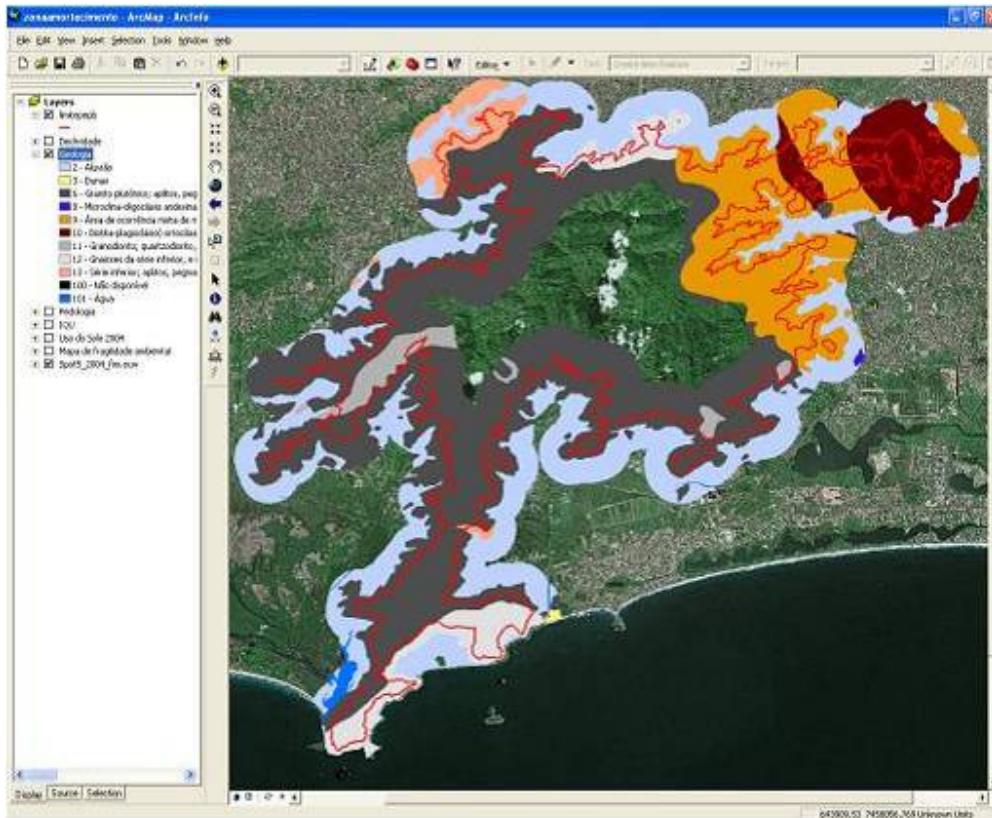
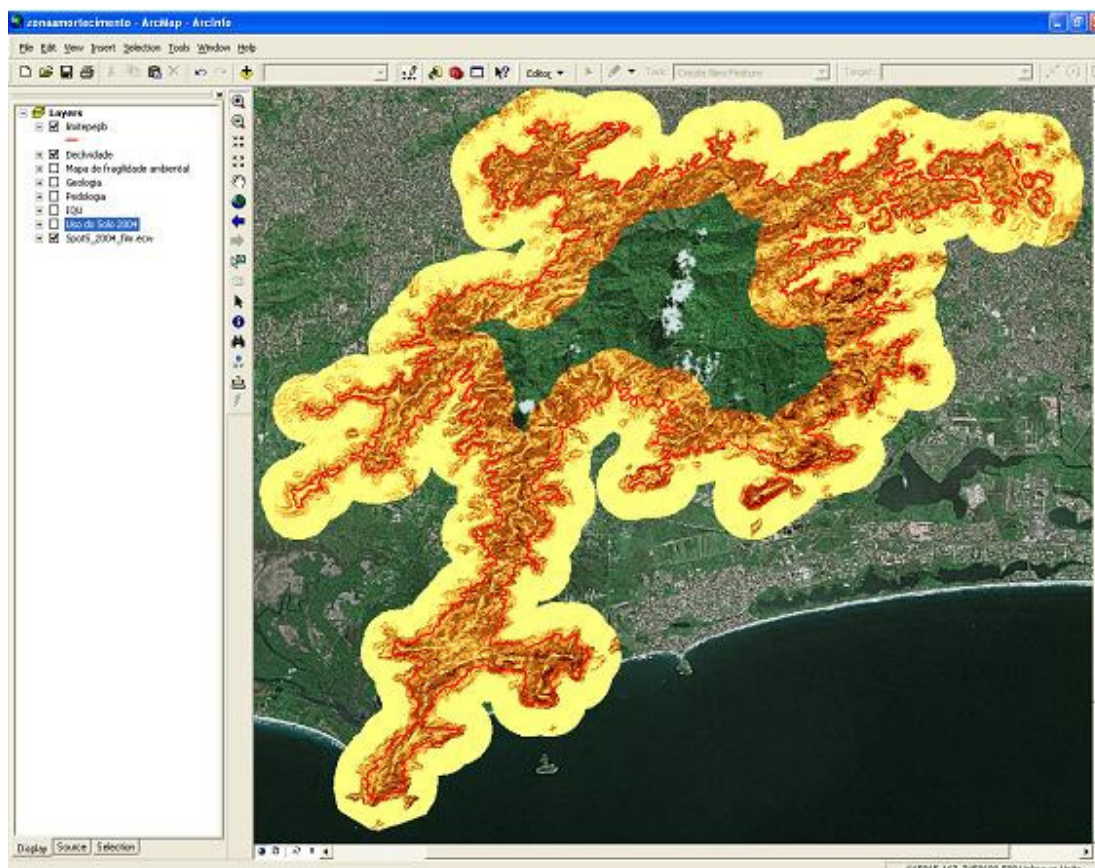


Figura 6. Mapa de Geologia. Fonte: Própria.



**Figura 7. Mapa de Declividade. Fonte: Própria.**

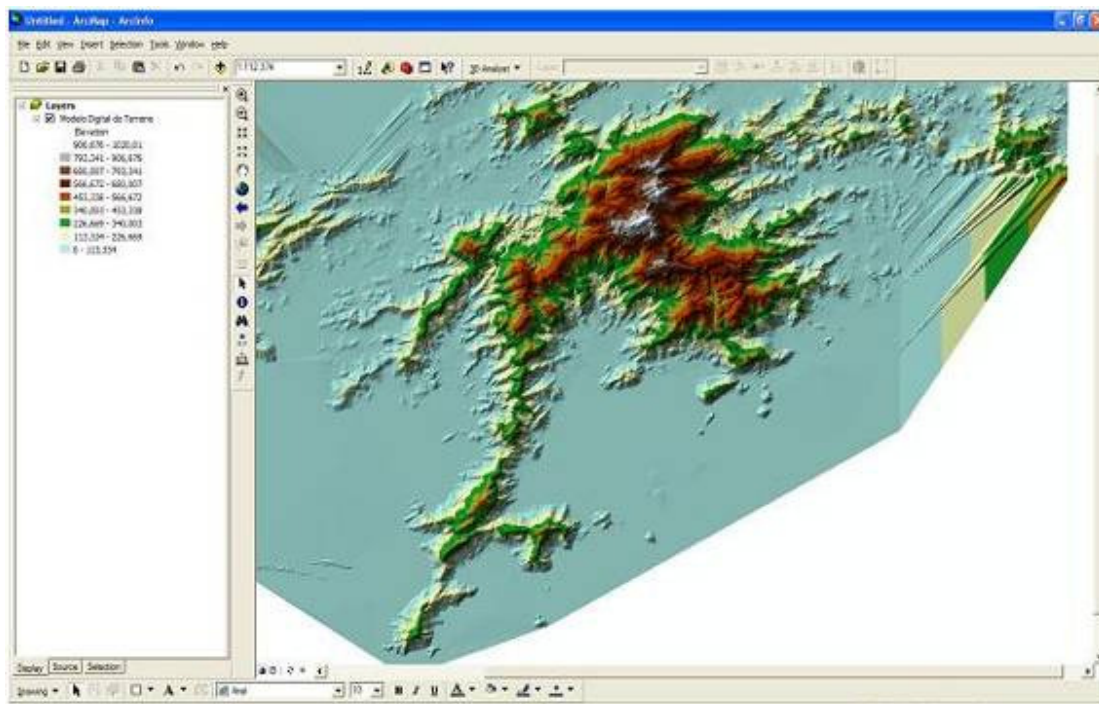
O mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal atual, tomando como base a imagem de satélite SPOT 5 do ano de 2004, com resolução de 2,5 m, foi confeccionado a partir do uso do software SPRING. A área de interpretação corresponde a uma faixa de 2 Km (1 Km de cada lado) dos limites (interno e externo) do Parque.

O cálculo do IQU foi realizado para os setores censitários que estavam dentro da área de estudo. O IQU é uma metodologia onde através de cálculos matemáticos se determina a qualidade da infra-estrutura urbana e da condição socioeconômica da população. O IQU foi calculado com base nos dados do censo 2000 feito pelo IBGE e foi utilizado como um dos parâmetros para a confecção do mapa de áreas de fragilidade ambiental que subsidiou a proposição da “Zona de Amortecimento”.

Os mapas temáticos de geologia e pedologia foram compilados dos mapas do Instituto Pereira Passos (IPP) da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.



O mapa de declividade foi confeccionado através de técnicas de geoprocessamento (extensão 3D Analyst do ARCGIS 9), onde primeiramente se transformou o mapa de curvas de nível em um Modelo Digital do Terreno (figura 8) e, no segundo momento, se utilizou este MDT para se fazer o mapa de Declividade.



**Figura 8. Modelo Digital do Terreno. Fonte: Própria.**

#### **4.1 - A análise multicritério através de SIG e sua aplicação no PEPB**

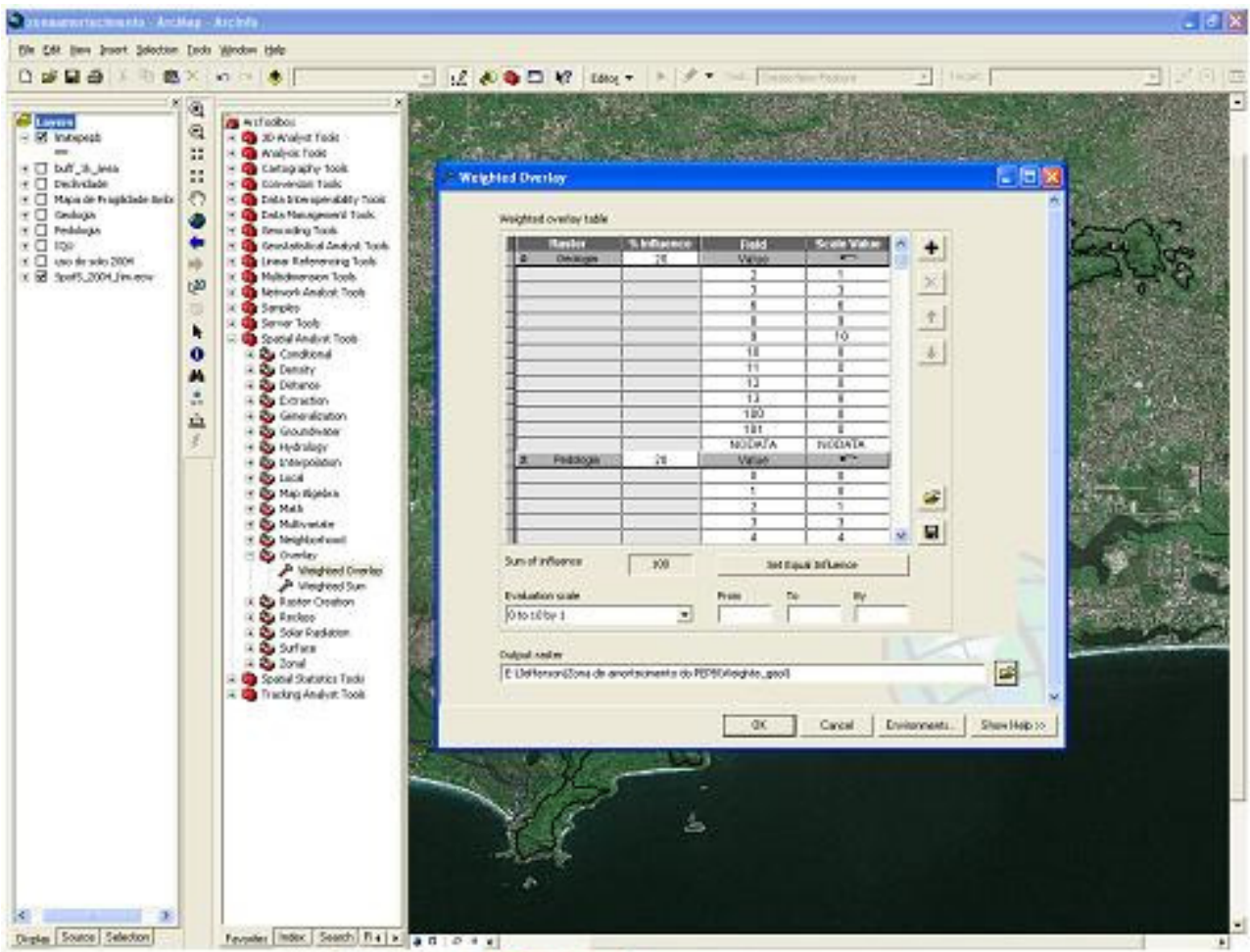
Entre as etapas componentes do Geoprocessamento, destaca-se a aplicação de modelos de análise espacial destinados à caracterização de ocorrências espaciais, com o apoio dos Sistemas de Informações Geográficas.

Em lugar de simplesmente descrever elementos ou fatos, os modelos de análise espacial em SIGs podem traçar cenários, simulações de fenômenos, com base em tendências observadas ou julgamentos de condições estabelecidas. O uso de um SIG está relacionado à seleção de variáveis de análise e o estudo de suas combinações. São tentativas de representação simplificada da realidade, através da seleção dos aspectos mais relevantes, na busca de respostas sobre correlações e comportamentos de variáveis

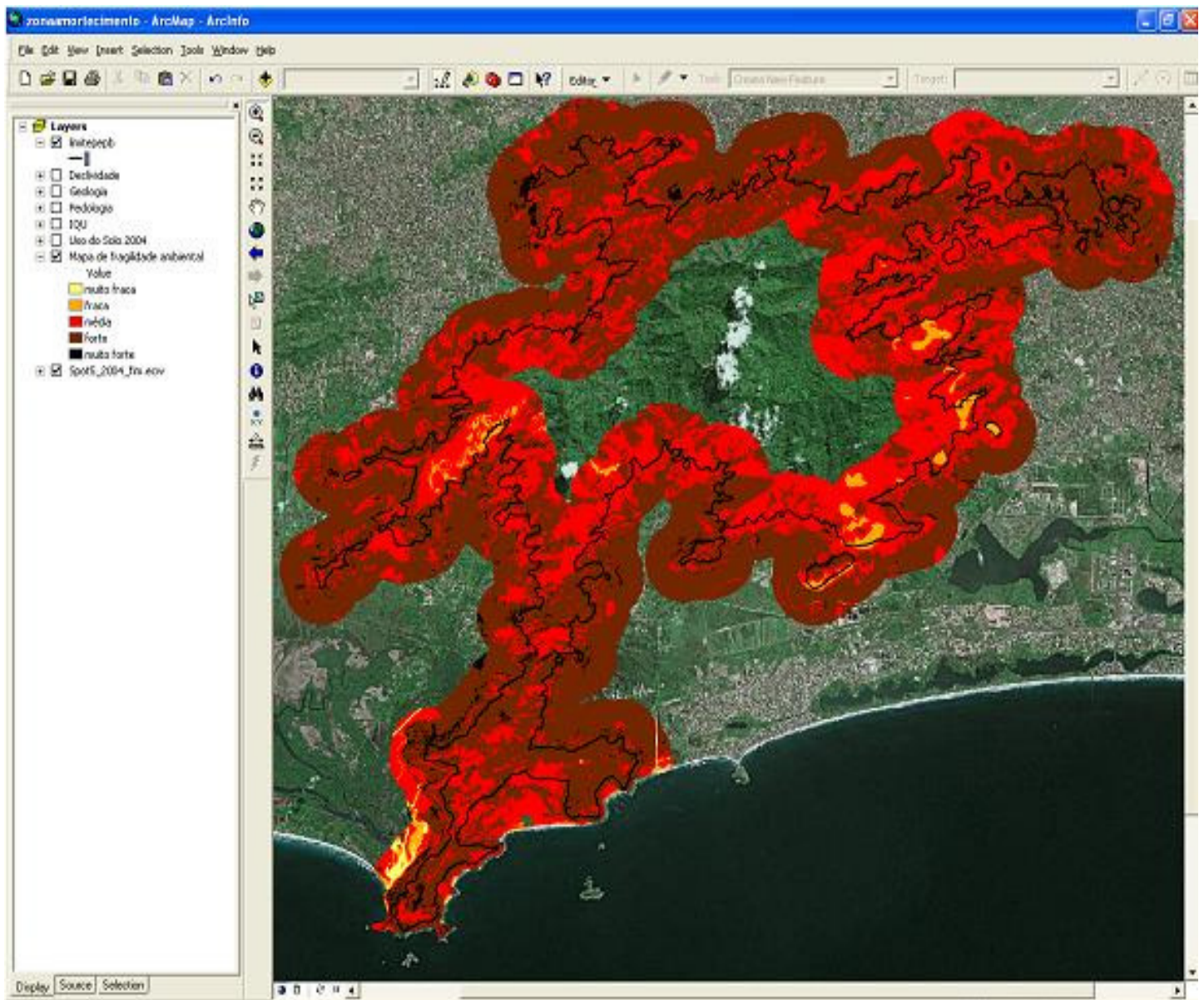
ambientais. O sistema é estudado segundo determinado objetivo, e tudo o que não afeta esse objetivo é eliminado. O risco da subjetividade pode ser reduzido com processos de ajuste ou calibração, quando são avaliados os parâmetros envolvidos. Uma vez calibrado, o modelo deve passar por processo de verificação, através de sua aplicação a uma situação conhecida, o que chamado de "validação". Só após a validação é que um modelo deve ser aplicado em situações em que não são conhecidas as saídas do sistema.

O procedimento de análise de multicritérios é muito utilizado em geoprocessamento, pois se baseia justamente na lógica básica da construção de um SIG: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno, já realizando um recorte metodológico de simplificação da complexidade espacial; representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados; promoção da combinação das camadas de variáveis, integradas na forma de um sistema, que traduza a complexidade da realidade; finalmente, possibilidade de validação e calibração do sistema, mediante identificação e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas. (Moura, A.C. 2007)

No presente estudo, utilizamos os cinco mapas temáticos já descritos anteriormente, como mapas bases para a confecção do mapa resultado que é o mapa de Fragilidade Ambiental. Este mapa foi gerado por uma análise multicritério onde os cinco mapas bases receberam pesos, no caso, cada um respondeu por 25% e cada classe destes mapas, recebendo cada uma, notas que variavam de 0 a 10 (figura 9). Quanto mais baixa a nota menor a fragilidade ambiental e quanto maior a nota maior a fragilidade ambiental. Como resultado da análise multicritério se tem um mapa de Fragilidade Ambiental (figura 10).



**Figura 9. Ferramenta Spatial Analyst Tools do ARCGIS 9, fundamental para a análise multicritério. Fonte: Própria.**



**Figura 10: Mapa de Fragilidade Ambiental do PEPB, resultante da Análise Multicritério. Fonte: Própria.**

Os resultados dos mapeamentos realizados mostram que, entre as três vertentes mapeadas existem diferenças significativas quanto ao uso e ocupação do solo, tanto no interior da área protegida pelo Parque, quanto em seu entorno (Zona de Amortecimento).

A vertente Leste possui maior diversidade de uso, com a presença de áreas



significativas de floresta na parte interna à área protegida, contiguamente as áreas desmatadas e com ocupação por residências em sua Zona de Amortecimento. Isso significa que nesses locais os impactos detectados (perda da floresta por desmatamentos e queimadas, erosão nas encostas e ocupação irregular por residências) poderão, em breve, avançar para o interior do parque, a exemplo do que já está ocorrendo em vários de seus segmentos de borda. Alguns trechos pertencentes às bacias hidrográficas do Rio da Prata de Campo Grande e das Tachas encontram-se nesta situação. A quantificação das manchas de uso ao final de todo o mapeamento ratificará esses resultados. Outros dados relevantes, a exemplo da avaliação mais detalhada das atividades que vem ocorrendo na área de estudo e o perfil e a percepção dos ocupantes permitirão, em breve, fornecer resultados mais precisos a respeito.

A vertente Norte, por sua vez, apresenta características diferenciadas quanto ao uso do solo na faixa de influência do parque. Tanto no interior da área protegida, quanto em sua periferia próxima, existe uma extensão significativa de áreas degradadas, ou seja, totalmente desmatadas e com uma densidade de ocupação humana elevada. O único segmento de borda que apresenta a floresta em seu interior e áreas já desmatadas e com ocupação humana no limite externo à área protegida é o vale do rio Piraquara. Neste trecho, a administração do Parque está construindo uma sub-sede visando controlar o avanço dos impactos sobre o único reduto de floresta ainda existente nesta vertente.

Na vertente Oeste, o grau de ocupação humana é menor, porém o grau de degradação se mantém elevado. A degradação nesta vertente ocorre, principalmente, pelas práticas agrícolas e pela crescente ocupação desordenada desta área, tanto por populações de baixa renda, como de alto poder aquisitivo, porém, em ambos os casos, esta ocupação vem ocorrendo sem a infra-estrutura urbana adequada e ecologicamente correta.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados observados no mapa resultante da análise multicritério (mapa de fragilidade ambiental) permitiram concluir que os impactos mais significativos foram detectados no interior da faixa de estudo da vertente Norte. Entretanto, comparando às áreas interna (do interior do parque) e externa do parque, a vertente Leste apresenta

situações mais preocupantes (áreas de elevada fragilidade ambiental), visto que foram detectadas áreas com ocupação mista, onde manchas significativas de florestas do interior do parque estão contíguas às áreas degradadas (desmatadas) e/ou com cultivos e pastagens em sua Zona de Amortecimento. Isso significa que estes locais deverão ser constantemente monitorados pela administração do parque para que os impactos inicialmente detectados não avancem para o interior da área protegida.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

- Abreu, S. F. 1957. O Distrito Federal e seus Recursos Naturais. Biblioteca Geográfica Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE 14:46-63.
- Carreira, M. E. de & Gusmão, de S. 1990. As Diferentes Formas de Ocupação do Território Brasileiro e suas Conseqüências no Meio Ambiente. En Diagnóstico Brasil -A Ocupação do Território e o Meio Ambiente. Rio de Janeiro: IBGE, 145.
- Costa, N. M. C. da. 2002. Análise Ambiental do Parque Estadual da Pedra Branca, por Geoprocessamento: Uma Contribuição ao seu Plano de Manejo. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 317.
- Costa, V. C. da. 2006. Propostas de Manejo e Planejamento Ambiental de Trilhas Ecoturísticas: Um estudo no Maciço da Pedra Branca -Município do Rio de Janeiro (RJ). Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGG), Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, v. 1, 325.
- Fonseca, G. A. B. da; Pinto, L. P. de S. e Rylands, A. B. 1997. Biodiversidade e Unidades de Conservação. En I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. ed. UNILIVRE, 262-285. Curitiba, RS: Anais. 1997. v. 1.
- IPP/SMU. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. 2000. Secretaria Municipal de Urbanismo. Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 864.
- Instituto Terra de Preservação Ambiental. Plano de Estruturação do Parque Estadual da Pedra Branca – RJ. Rio de Janeiro: Instituto Estadual de Florestas do Rio de Janeiro. Inédito.

- Maricato, H. 1996. Urbanismo na Periferia do Capitalismo: Desenvolvimento da Igualdade e Contravenção Sistemática. En *Metrópole na Periferia do capitalismo: Legalidade, Desigualdade e Violência*. ed. Hucitec, 21–52. São Paulo, SP.
- Miller, K.R. 1997. Evolução do Conceito de Áreas de Proteção – Oportunidades para o século XXI. En I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, ed. UNILIVRE. Curitiba, RS. Anais... v. 1, 3–21.
- Moura, A.C.M 2007. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.
- Oliva, A. & Magro, T. C. 2004. A Evolução do Planejamento do Entorno das Unidades de Conservação de Proteção Integral. En IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. ed. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação. Curitiba: RS. Anais... v. 1, 462-473.
- Ross, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*. n.8, p.63-74. 1994.
- SMU. 1993. Plano Diretor Decenal da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Urbanismo (SMU), Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 133.
- SNUC -Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.
- VIEIRA, S. 1999. Crescimento da Metrópole e Pressão sobre as Áreas Protegidas: Vertente leste do Maciço da Pedra Branca -Um Estudo de Caso. Monografia (graduação) IGEO UERJ. Rio de Janeiro: Instituto de Geociências, 47p. il.
- WWF -Brasil. 1999. Áreas Protegidas ou Espaços Ameaçados: O grau de implementação e a vulnerabilidade das unidades de conservação federais brasileiras de uso indireto. Rosa M. Lemos de Sá e Leandro Ferreira (coords.). ed. WWF-Brasil (World Wide Foundation), Brasília: Série Técnica, mar. v. III, 32. Disponível na INTERNET no site <http://www.wwf.org.br>. Arquivo consultado em 2001.