

ESTUDOS SOBRE A VULNERABILIDADE DOS FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA NA REGIÃO DO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DO CAPARAÓ-MG

STUDIES ON THE VULNERABILITY OF THE FRAGMENTS OF ATLANTIC FOREST IN THE AREA OF THE I SPILL OF THE NATIONAL PARK OF THE CAPARAÓ-MG

André Quintão de Almeida ¹, Yhasmin Gabriel Paiva ², Elaine Miglinas Cunha ³,
Fábio Gonçalves ⁴, José Eduardo M. Pezzopane ⁵.

¹ UFES, Departamento de Engenharia Ambiental, Av. Fernando Ferrari, S/n, Campus Universitário, 29.069-900 Vitória, ES, Brasil; ^{2,3,5} CCA-UFES, Departamento de Engenharia Florestal, Alto Universitário 29.500-000 Alegre – ES, Brasil; ⁴ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE – SP.
Email: ¹ andreqa@gmail.com; ² yhasminp@hotmail.com; ³ emiglinas@yahoo.com.br; ⁴ fabio_ufes@hotmail.com; ⁵ jemp@npd.ufes.br

RESUMO

A conservação dos recursos naturais representa um dos maiores desafios deste final de século, em função do elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas. Uma das principais conseqüências dessas perturbações é a fragmentação de ecossistemas florestais. A área-base deste estudo representa o entorno do Parque Nacional do Caparaó pertencente ao estado de Minas Gerais, com área total de 26467,2 ha. Embasado nos conceitos de ecologia da paisagem, foi estabelecido quais classes do uso do solo seriam utilizadas como fatores na análise da vulnerabilidade dos fragmentos florestais, além de fatores topográficos como, altitude e declividade. Para a confecção do mapa de vulnerabilidade fez-se uso de técnicas estatísticas que possibilitaram atribuir pesos aos fatores envolvidos na análise. Agregando-se os fatores considerados através do método de combinação linear ponderada foi possível definir o grau de vulnerabilidade dos remanescentes florestais. Áreas de pastagem, por exemplo, ofereceram grandes riscos aos fragmentos tornando-os mais vulneráveis às ações e práticas culturais que esse tipo de uso do solo determina. A metodologia utilizada mostrou-se adequada, quanto à observação e análise das áreas afetadas, indicando assim o grau de vulnerabilidade dos fragmentos florestais em relação a sua vizinhança.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, Mata Atlântica, Parque do Caparaó.

ABSTRACT

The conservation of the natural resources represents one of the biggest challenges of this end of century, in function of the raised level of antrópicas disturbances of ecosystems. One of the main consequences of these disturbances is the forest ecosystem spalling. The studied area was of the National Park around to Caparaó pertaining to the state of Minas Gerais, with total area of 26467,2 ha. Based in the concepts of ecology of the landscape, it was established which classrooms of the use of the ground would be used as factors in the analysis of the vulnerability of the nature forest, beyond topographical factors as, altitude and declivity. For the confection of the vulnerability map use of statistical techniques became that they make possible to attribute weights to the involved factors in the analysis. Adding the factors considered through the method of weighed linear combination it was possible to define the degree of vulnerability of the forest remainders. Areas of pasture, for example, had offered great risks to the forest becoming them more vulnerable cultural the practical actions and that this type of use of the ground determines. The used methodology revealed adequate, how much to the comment and analysis of the affected areas, thus indicating the degree of vulnerability of the nature forest in relation its neighborhood.

Key words: Vulnerability, Atlantic Forest, Park Caparaó.

INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica apresenta grande diversidade vegetal, possibilitando disponibilizar enorme quantidade de recursos naturais. Porém, a demanda por madeira e a expansão das fronteiras agrícolas, dentre outros, promoveram drástica redução na área com cobertura florestal.

O interesse no estudo das conseqüências das perturbações dos ecossistemas sobre a conservação da biodiversidade, tem aumentado significativamente nos últimos anos (HARRIS, 1984; FORMAN e GODRON, 1986; VIANA, 1990; SHAFER, 1990; GRADWOHL e GREENBERG, 1991; VIANA et al., 1992; LAURANCE e BIERREGARD, 1997). A justificativa para este crescente interesse é a constatação de que a maior parte da biodiversidade se encontra hoje localizada em pequenos fragmentos florestais, pouco estudados e historicamente marginalizados pelas iniciativas conservacionistas.

Segundo GENELETTI (2004), a fragmentação de ecossistemas, de maneira geral, caracteriza-se por três principais efeitos: aumento no isolamento dos fragmentos, diminuição em seus tamanhos e aumento da suscetibilidade a distúrbios externos, tais como invasão por espécies exóticas ou alterações em suas condições físicas. Essa intensa fragmentação torna o ecossistema frágil, despertando preocupações, evidenciando a necessidade de estudos visando subsidiar ações para manter a sustentabilidade dos fragmentos.

A perturbação introduz uma série de novos fatores na história evolutiva de populações naturais de plantas e animais. Essas mudanças afetam de forma diferenciada os parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, a estrutura e dinâmica de ecossistemas. No caso de espécies arbóreas, a alteração na abundância de polinizadores, dispersores, predadores e patógenos alteram as taxas de recrutamento de plântulas; e os incêndios e mudanças microclimáticas, que atingem de forma mais intensa as bordas dos fragmentos, alteram as taxas de mortalidade de árvores. As evidências científicas sobre esses processos têm se avolumado nos últimos anos (SCHELLAS e GREENBERG, 1997; LAURANCE e BIERREGARD, 1997).

A ecologia de paisagem visa estudar a estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (FORMAN e GODRON 1986), sendo na atualidade, uma ciência básica para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem. Apesar da realização de vários estudos em relação à dinâmica de ecossistemas alterados, existe ainda a necessidade de relacionar estes, a práticas conservacionistas e de manutenção nestes ambientes.

Na região do entorno do Parque Nacional do Caparaó, a expansão, principalmente da agricultura e pecuária, resultou em uma forte fragmentação da vegetação de Mata Atlântica original. Os remanescentes de floresta acabaram circundados por uma matriz de agentes perniciosos. Esses agentes são responsáveis por distúrbios na estrutura interna e na dinâmica da vegetação, contribuindo ainda mais para com a fragmentação e isolamento da mesma. Neste contexto, o estudo realizado buscou sopesar o grau de vulnerabilidade dos remanescentes florestais presentes na zona de amortecimento do Parque Nacional do Caparaó (somente para o estado de MG). Técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e conceitos de ecologia da paisagem foram consideradas.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O local deste estudo representa o entorno do Parque Nacional do Caparaó, pertencente ao estado de Minas Gerais abrangendo os seguintes municípios: Alto Caparaó, Caparaó, Alto Jequitibá e Espera Feliz. Como o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) não definiu a área específica do entorno do Parque, prevalece a definição genérica do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que fixa a área do entorno como a extensão de 10 km a partir de suas divisas. Possui área total de 26467,22 ha, estando compreendida entre as coordenadas geográficas 41° 28' e 41° 37' de longitude Oeste e 20° 46' e 20° 55' de latitude Sul.

O clima da região enquadra-se no tipo Tropical de Altitude (Cwb), de acordo com a classificação de Köppen. A região é caracterizada por um relevo fortemente montanhoso, predominando áreas de pastagens e plantios de café com remanescentes florestais nativos localizados principalmente nos topos dos morros.

IMAGEM ORBITAL E MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE)

Utilizou-se a imagem do satélite Ikonos, obtida em agosto de 2004, em quatro bandas (três na faixa do visível e uma no infravermelho), apresentando resolução espacial de 4 m. Adotou-se como sistema de projeção o UTM (Universal Transversa de Mercator) e Datum Córrego Alegre. Foi realizada a classificação visual utilizando o software ArcInfo 8.3, identificando e delimitando as diferentes classes da área estudada, considerando os diferentes padrões tonais: o tamanho, a forma e a textura da imagem. Assim, foram estabelecidas categorias de uso e ocupação do solo.

Para caracterização do relevo da região, utilizou-se o MDE SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Esses dados foram obtidos através da home page da NASA (National Aeronautics and Space Administration) por download via FTP (File Transfer Protocol) disponível no endereço eletrônico: http://www.jpl.nasa.gov/srtm/southamerica_ra_dar_imagens.html. Os dados se apresentam com intervalos de altitude de 90 m e escalas de digitalização de 1: 250.000. A partir dos dados SRTM, foi produzido o mapa de declividade da região do entorno do Parque.

ESTUDO DA VIZINHANÇA DOS FRAGMENTOS

Para a determinação da vizinhança sobre cada fragmento individualizado gerou-se uma área circunvizinha em uma zona de 32 m de distancia de cada fragmento. De posse dos valores das áreas e perímetros originais de cada feição através do mapa de uso e cobertura do solo da região do entorno e da frequência em pixels, foi possível identificar e obter os valores absolutos e percentuais em relação à vizinhança de cada fragmento.

DEFINIÇÃO DOS FATORES (CRITÉRIOS)

A definição dos fatores e, posteriormente, a de seus pesos de compensação, foi feita com base em revisão de literatura, conhecimentos empíricos e estudos de ecologia de paisagem (estudo da vizinhança). Assim, considerou como critérios (fatores) aqueles de relevante importância na análise de vulnerabilidade dos fragmentos florestais bem como o grau de interferência destes nos fragmentos.

Fatores físicos como declividade e altitude foram avaliados. Tal uso é justificado, visto que tais fatores estão inerentes ao processo de colonização humana. Além disso, declividade, elevação e posição na paisagem, tem uma grande influência no desenvolvimento do solo, na incidência luminosa, na temperatura e no vento (KIMMINS, 1987). Dentro de uma paisagem, o relevo pode, portanto, ter uma influência decisiva na colonização vegetal, devido ao papel que o mesmo tem em diversos fatores ecológicos. Inclinações maiores das encostas significam maior escoamento de água e, portanto menor disponibilidade hídrica. Dependendo da direção em que o terreno está voltado, a área apresentará maior ou menor insolação e temperatura disponível às plantas.

MÉTODO DA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA

Para gerar o mapa de vulnerabilidade foi adotado o método da Combinação Linear Ponderada (VOOGD, 1983) em que os critérios são padronizados para uma escala numérica comum, recebem pesos e são combinados por meio de uma média ponderada.

Para a padronização dos fatores escolhidos, utilizou-se a lógica Fuzzy, que permite o reescalamento das distâncias em cada critério para uma escala de níveis de cinza (0 a 255 bytes) (Figura 1). Para tal, foi

utilizada uma função linear simples monotonicamente decrescente, porque a vulnerabilidade decresce linearmente à medida que as distâncias dessas feições em relação aos fragmentos aumentam.

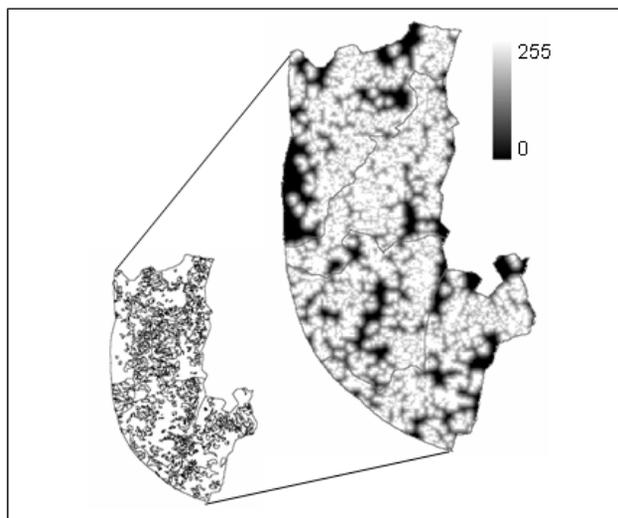


Figura 1. Mapas dos cultivos de café digitalizados, destacando as distâncias padronizadas após processamento.

A representatividade dos atributos de uma paisagem por fatores é assegurada, ainda, por pesos que eles recebem. Estes descrevem a importância de cada um dos fatores no processo de tomada de decisão, assim como o nível de compensação necessário entre os fatores e o risco a ser assumido no mapa de prioridades. Os pesos foram determinados enfocando o grau de interferência que cada um pode exercer nos fragmentos florestais, a partir das justificativas apresentadas na escolha dos fatores. Foi elaborada uma matriz de comparação entre os fatores, por meio do Processo Analítico Hierárquico (SAATY, 1977), em que cada fator de impacto pode ser medido quantitativamente numa escala de importância (Tabela 1).

Tabela 1. Escala de Comparadores.

Valores	Importância mútua
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito fortemente mais importante que
9	Extremamente mais importante que

Através da escala de comparação, os pesos de cada um dos fatores foram definidos estabelecendo assim quais seriam os de maior importância. Os valores foram dispostos em uma matriz de relacionamento, ou matriz de comparação pareada que indica qual o fator mais importante e quanto este fator (coluna da esquerda) é mais importante que cada um dos demais fatores (linha superior) aos quais está sendo comparado. Quando a matriz é completada (Tabela 2) é possível calcular os pesos de cada fator resultantes da comparação pareada e efetuar uma avaliação de consistência da mesma.

Tabela 2. Matriz de Comparação Pareada entre os fatores.

FATORES	Dist. frag	Altitude	Declividade	A.Edificada	Café	Pastagem
Dist. frag	1	1/2	1/3	1/5	1/7	1/9
Altitude	2	1	1/2	1/3	1/5	1/7
Declividade	3	2	1	1/3	1/5	1/7
A.Edificada	5	3	3	1	1/7	1/7
Café	7	5	5	7	1	1/7
Pastagem	9	7	7	7	7	1

Para gerar o conjunto de pesos a aplicar aos fatores utilizou-se a técnica de comparação pareada disponível no software IDRISI 32 através do módulo WEIGHT. Nesta técnica cada fator é combinado com os demais através da matriz de comparação pareada.

Dispondo dos pesos individuais de cada classe, multiplicou-se os mesmos pelos respectivos mapas de distâncias padronizados em níveis de cinza. Após a multiplicação, foram gerados mapas de pesos, em que cada classe indica o quanto ela representa em relação à vulnerabilidade dos fragmentos.

Dispondo dos mapas dos pesos de cada classe, foi realizada a combinação linear (soma) dos mapas reunindo-se todos os fatores considerados. Esta permitiu que os dados sejam agregados de forma linear com relativa hierarquia de importância. Assim, foi possível definir o grau de vulnerabilidade de cada pixel na imagem da área ocupada, produzindo assim o mapa de vulnerabilidade dos fragmentos presentes na região do entorno do parque.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tipo de uso e cobertura do solo possibilita inferir sobre as diversas características físicas e bióticas da área em questão. A escolha de alguns fatores foi fundamentada no estudo da ecologia da paisagem, onde os vizinhos com maior relação para com a borda do fragmento, seriam considerados. Doze feições identificadas (Tabela 3) formam a matriz de vizinhança em relação aos fragmentos florestais. Juntos, a pastagem e os cafezais somam 30008 ha (93,09 %) de borda. Tal resultado justifica o uso dos dois fatores na análise de vulnerabilidade dos fragmentos.

Dentre as classes encontradas, têm-se as nuvens que, apesar de não ser um tipo de uso do solo, foram consideradas por estarem presentes no momento do imageamento do satélite e não permitirem visualizar a condição real do uso da terra.

Tabela 3. Contribuição das diferentes feições em valores absolutos e percentuais, resultantes da classificação do uso e cobertura do solo no entorno do Caparaó-MG.

Tipo de vizinhança	Área (ha)	%
Pastagem	1996,92	61,77
Cafezais	1012,70	31,32
Nuvem	46,13	1,43
Regeneração	9,10	0,28
Solo exposto	68,02	2,10
Pasto sujo	79,93	2,47
Área edificada	47,00	1,45
Rocha	14,58	0,45
Reflorestamento	3,80	0,12
Cultivo agrícola	0,40	0,01
Corpo d'água	0,17	0,01
Saibro	1,24	0,04

A classe definida como área edificada presente na região foi escolhida como fator de importância. Os fragmentos próximos aos centros urbanos sofrem com a constante ameaça de redução de sua área ou mesmo de sua extinção total, em função do uso inadequado dessas áreas (GUTZWILLER & BARROW, 2003), aumento do risco de incêndios (CHEN et al., 2001) e pela própria expansão das áreas urbanas (SAUNDERS et al., 1991), dentre outros fatores.

A distância entre os fragmentos contribui para a caracterização de sua configuração e fornece um indicativo sobre seu nível de fragmentação florestal (TURNER & GARDNER, 1990; YONG & MERRIAN, 1994). Assim, estas distâncias foram adotadas como critério na análise. Os fatores considerados e seus respectivos pesos encontram-se na tabela 4.

Tabela 4. Pesos calculados.

Fatores	Pesos
Dist. Fragmentos	0.0261
Altitude	0.0407
Declividade	0.0545
Área Edificada	0.0911
Café	0.5508
Pastagem	0.5508

Em uma escala gradual de cores, áreas menos susceptíveis às atividades impactantes sob os fragmentos são observadas nas cores de tons mais claros (tendendo a cor branca). Parte destas áreas coincide com a localização dos fragmentos florestais e regiões com altitudes muito elevadas como, por exemplo, próximo ao pico da bandeira (3º ponto mais alto do Brasil, Parque, 2006) que representa um local de difícil acesso para realização de atividades agropecuárias tornando os fragmentos mais protegidos. A presença de nuvens (detectadas no imageamento do satélite) também compõe locais de vulnerabilidade baixa e é localizada, sobretudo em áreas brancas do mapa de vulnerabilidade onde não se observam fragmentos florestais.

Áreas com cores tendendo ao preto, exercem uma maior pressão aos fragmentos os tornando mais vulneráveis. Nestes locais, as atividades agropecuárias são intensamente realizadas. Para o estabelecimento destas atividades, grande parte da cobertura florestal original foi retirada, contribuindo assim para a aceleração de processos erosivos, perda do solo e assoreamento em canais de drenagem do local.

Estas atividades apresentam grande perigo às florestas quando realizadas sem os cuidados necessários à proteção do meio ambiente (componentes bióticos e abióticos) a que estão inseridas. Desmatamentos, uso do fogo, superpastoreio, monocultura, a mecanização intensiva e, principalmente o uso indiscriminado de agrotóxico diminuem a diversidade da flora e fauna causando desequilíbrio no ecossistema florestal.

Outro problema, associado a regiões da paisagem com solos mais sensíveis (mais suscetíveis à erosão e maiores declividades), principalmente na regiões tropicais, são os danos causados a um possível “banco de sementes” dessa área (FARINA, 1998).

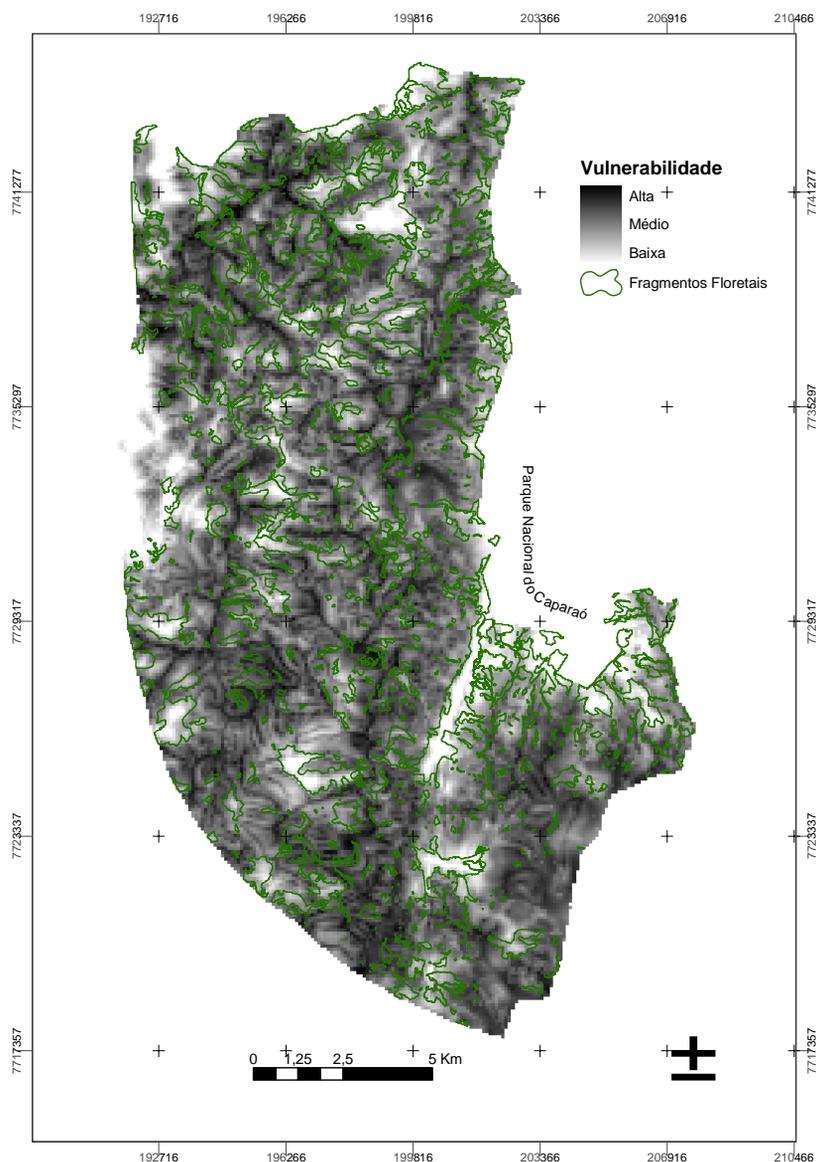


Figura 3. Mapa de Vulnerabilidade dos fragmentos florestais na região do entorno do PARNA-Caparaó (MG).

Com a localização das áreas mais vulneráveis, podem-se determinar as prioridades em caso de planejamento ou de execução de obras ou ações públicas na região do entorno através de um plano de gestão ambiental, onde sejam estabelecidas: ações de saneamento básico; programas de educação ambiental; medidas de ação fiscalizadora e repressora, visando impedir quaisquer atividades que comprometam as funções ecológicas da região. Os dados constituem, também, subsídios para a elaboração de planos de manejo do PARNA Caparaó.

CONCLUSÕES

Estudos de ecologia de paisagem mostraram-se de grande importância como complemento a análise de vulnerabilidade dos fragmentos florestais da região em estudo. Os remanescentes florestais presentes na região do entorno do Parque Nacional do Caparaó-MG apresentaram-se vulneráveis sobretudo a pressões exercidas por atividades agropastoris realizadas intensamente na região.

Como ferramenta de auxílio para práticas conservacionistas, o mapa de vulnerabilidade pôde ser muito útil ao apresentar de maneira objetiva a situação preocupante da área em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHEN, K.P.; BLONG, R.; JACOBSON, C. MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards. *Environmental Modelling & Software*, v.16, n.4, p.387-397, 2001.
- FORMAN, T.T.R.; GODRON, M. Patches and structural components for a lands ecology. *Bioscience*, 31: (10) 733-740. 1981.
- FORMAN, R. T. T.; Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. New York, Wiley. 619p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE. *Atlas: evolução de remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período 1985-1990*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 1993, 199p.
- GENELETTI, D. Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v.5, p.1-15, 2004a.
- GRADWOHL, J.; GREENBERG, R..Small forest reserves: making the best of a bad situation..*Climatic change*, v. 19, p. 235-256, 1991
- GUTZWILLER, K.J.; BARROW JÚNIOR, W. C. Influences of roads and development on bird communities in protected Chihuahuan Desert landscapes. *Biological Conservation*, v.113, p.225-237, 2003.
- HARRIS, L. D. *The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity*. Chicago, University of Chicago Press, 1984.
- LAURANCE, W.F. AND R.O. BIERREGAARD, JR. (eds.) 1997. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, U.S.A. 616 pp.
- Parque Nacional do Pico da Bandeira PARQUEweb. Disponível em: www.picodabandeira.com.br , Acesso em: 09 de jan., 2006
- SAATY, T. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Psychology*, v.15, p.234-281, 1977.
- SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, v.5, p.18-32, 1991.
- SHAFER, C. L. (1999). National park and reserve planning to protect biological diversity: some basic elements. *Landscape and Urban Planning*, v. 44, p. 123-153.
- TURNER, M.G.; GARDNER, R. H. *Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity*. New York: Springer Verlag, 1990. 536p.
- VOOGD, H. *Multicriteria evaluation for urban and regional planning*. London: Pion., 1983. 125p.
- YONG, A.G.; MERRIAM, H.G. Effects of forest fragmentation on the spatial genetic structure of *Acer saccharum* Marsh. (sugar maple) populations. *Heredity*, v.1, p.277-289, 1994.