

Utilização de geoprocessamento no zoneamento de unidades de conservação – O caso do Parque Estadual do Desengano – RJ.

Carlos Eduardo Goes Jamel¹
Cristiane Ramsheid Figueiredo²
Carlos Renato Dias de França³
Rodrigo Fontoura Costa⁴
Daniel de Oliveira d'El Rei Pinto⁵

Novaterra Geoprocessamento
Rua da Assembléia nº 10 sala: 4110. Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

cjamel@novaterra.srv.br¹
cristiane@novaterra.srv.br²
crenatodf@novaterra.srv.br³
rodrigo@novaterra.srv.br⁴
daniel@novaterra.srv.br⁵

Abstract: Este trabalho apresenta a técnica de Avaliação Multi-Critério como ferramenta para promover o zoneamento em unidades de conservação de proteção integral. Como estudo de caso apresentamos os resultados referentes ao zoneamento do Parque Estadual do Desengano. No plano de manejo foram estabelecidos três objetivos para o zoneamento: conservação, visitação e recuperação. Para cada um desses objetivos foram elencadas variáveis e restrições espacializadas e consideradas relevantes para a determinação das áreas prioritárias para cada uso. Este método foi considerado adequado para o tratamento das informações trazidas pelas diversas áreas do conhecimento que contribuem num Plano de Manejo.

This study presents the technique of multi-criteria evaluation as a decision support tool for the process of zoning in conservation units. As a case study we present the results obtained for the zoning of the Parque Estadual do Desengano. In the management plan three objectives for the zoning were established: conservation, visitation and recovery. For each one of these objectives variables were ranked and restrictions were spatialized to get to maps to support the Park zoning and management plan. This method was considered quite useful for the integration of the information brought from the diverse areas of the knowledge that contribute in a Management Plan.

Palavras-chave: zoneamento, unidade de conservação, plano de manejo, análise multi-critério, Parque Estadual do Desengano.

Keywords: zoning, conservation unit, multi-criteria evaluation, management.

1. Introdução

O Parque Estadual do Desengano – PED (Decreto-lei n.º 250, de 13/04/70; Dec.7.121, de 28/12/83) abrange área de 22.400 hectares (224 quilômetros quadrados) e constitui o último remanescente contínuo de Mata Atlântica em ampla região, que abrange terras dos municípios de Santa Maria Madalena (na região serrana), e de Campos e São Fidélis (no norte fluminense) (IEF, 2006).

O relevo do Parque se caracteriza por cristas de topos aguçados, pães de açúcar, morros, pontões, escarpas com até 75 graus de inclinação e patamares escalonados. Na paisagem sobressaem o Pico do Desengano, com altitude de 1.761 metros, o Pico São Mateus, com 1.576 metros, e a Pedra Agulha, com 1.080 metros.

A importância hídrica do Parque é inestimável. Numerosos cursos d'água têm nascentes no seu interior, sendo alguns responsáveis pelo abastecimento de núcleos povoados nos municípios de Santa Maria Madalena, São Fidélis e Campos.

A cobertura vegetal é formada por floresta ombrófila densa montana e submontana e por campos de altitude. A floresta submontana reveste as terras até à cota altimétrica de 500 metros, ao passo que a floresta montana situa-se entre 500 e 1.500 metros. Os campos de altitude ocorrem geralmente acima de 1.600 metros.

Das 283 espécies de avifauna encontradas nos campos de altitude, 22 são endêmicas e ocorrem em populações reduzidas. Entre os mamíferos, destacam-se: preguiça-de-coleira, onça-parda, quati, paca, barbado, tatu-galinha, irara, cateto, queixada, sauá, cuíca, macaco-prego, furão e mão-pelada. Em julho de 1999, foi observado também o miquiqui, espécie de primata altamente ameaçada de extinção.

Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - Lei 9985/00), o objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. A categoria Parque prioriza a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

Desta forma, todas as atividades desenvolvidas dentro desta categoria de unidade de conservação devem estar em conformidade com os objetivos explicitados na Lei.

Com a obrigatoriedade da elaboração e implantação do Plano de Manejo todas as unidades de conservação existentes no território nacional devem planejar o uso de seus recursos naturais, definindo seu zoneamento.

O zoneamento é a definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz (Lei 9985/2000). Este é um dos produtos que devem ser gerados no âmbito do Plano de Manejo.

A análise booleana foi uma ferramenta amplamente utilizada para tomar decisões com base em mapas. Através da sobreposição de diferentes mapas temáticos representando fatores de restrição ou de favorecimento, podiam ser demarcadas áreas de maior ou menor impacto ou adequação para determinado uso. Com a ampla utilização de aplicativos para sistemas de informação geográficos na atualidade, outras técnicas de apoio à tomada de decisão foram implementadas em ambiente computacional. A avaliação multi-critério, em combinação com a técnica de hierarquização analítica (Analytical Hierarchy Process – AHP; Saaty, 1979), foram as ferramentas utilizadas neste trabalho para indicar áreas do Parque Estadual do Desengano com maior potencialidade de uso para cada um dos objetivos definidos no zoneamento (visitação, conservação e recuperação).

2. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar a técnica de Avaliação Multi-Critério como ferramenta para promover o zoneamento em unidades de conservação de proteção integral. Como estudo de caso iremos apresentar os resultados referentes ao zoneamento do Parque Estadual do Desengano.

3. Metodologia

A avaliação multi-critério (AMC) foi implementada em ambiente computacional no aplicativo de sistema de informações geográficas Idrisi, pela Clark University (Clark Labs),

através do uso do processo de hierarquização analítica (AHP) e da combinação linear ponderada. Enquanto a análise hierárquica é utilizada para comparação e ponderação de critérios, a combinação linear ponderada é a ferramenta através da qual os diferentes mapas temáticos representando critérios e restrições são combinados para gerar um mapa indicativo da adequação da superfície de estudo para determinado uso. A avaliação multi-critério (Multi Criteria Evaluation - MCE). Consiste basicamente em classificar e alocar terras mais apropriadas para determinado uso (objetivo) e espacializar os dados através da produção de mapas indicativos (Eastman, 1998).

O primeiro passo, para avaliar a adequação de terras no PED foi definir os objetivos da análise multi-critério. Esses objetivos foram adotados para inferir o uso das terras do Parque Estadual do Desengano no Plano de Manejo. Em rodadas de reuniões de especialistas, utilizando como método de apoio à decisão o Processo de Hierarquização Analítica – AHP (Saaty, 1979) para promover o zoneamento do Parque foram determinados os seguintes usos para as terras:

- Hierarquização de áreas segundo a adequação para visitação.
- Hierarquização de áreas segundo a prioridade para conservação.
- Hierarquização de áreas segundo a prioridade de recuperação.

O processo seguinte foi o de elencar as variáveis (ou critérios) consideradas para definir melhor vocação das áreas para cada objetivo. Para a determinação desses critérios é fundamental a presença de consultores temáticos de diferentes áreas do conhecimento (flora, fauna, geologia, hidrologia, socioeconomia, etc.), com bom conhecimento do Parque adquirido no decorrer dos trabalhos do Plano de Manejo. Assim, foram definidas 10 (dez) variáveis, consideradas no processo de avaliação. O processo de análise cria um “ranking” de unidades espaciais (no caso do formato raster utilizado, expresso em pixels), que vai das áreas mais apropriadas às menos apropriadas para determinado objetivo ou uso.

Os conjuntos de variáveis e restrições relevantes para a avaliação de cada um dos objetivos estabelecidos, estão apresentados a seguir:

Objetivo: Visitação

- Uso das terras e cobertura vegetal
- Proximidade de vias de acesso – estradas e caminhos.
- Proximidade das trilhas que atravessam o PED (caminhada).
- Proximidade dos atrativos no Parque apontados pelo Uso Público.
- Faixas de declividade.
- Proximidade dos vetores de penetração no Parque apontados pelo Uso Público.
- Fragilidade da Flora
- Fragilidade da Fauna (mastofauna e avifauna)

Objetivo: Recuperação ambiental

- Uso das terras e cobertura vegetal
- Proximidade das trilhas que atravessam o PED (caminhada).
- Proximidade de corpos d’água.
- Declividade
- Fragilidade da flora
- Fragilidade da fauna (mastofauna e avifauna)
- Fragilidade da Geologia e Geomorfologia

Objetivo: Conservação

- Uso das terras e cobertura vegetal
- Proximidade de corpos d’água.

- Declividade
- Fragilidade da flora
- Fragilidade da fauna (mastofauna e avifauna)
- Fragilidade da Geologia e Geomorfologia

Na fase de ponderação os consultores e participantes indicaram pesos a serem atribuídos a cada um dos fatores identificados relacionando-os aos objetivos definidos para o zoneamento. Esta avaliação foi feita através da matriz de Saaty. Esta é uma matriz quadrada, utilizada para comparar os fatores. Cada um deles é avaliado em relação a outro fator – par a par - conforme sua importância para o objetivo em avaliação.

Para apreender a importância relativa de cada fator no contexto da avaliação a ponderação foi feita através da técnica de avaliação aos pares (*Analytical Hierarchy Process*), desenvolvida por Saaty (1979). Os pesos finais de todos os fatores devem somar 1.0. Para tal utiliza-se uma escala com nove valores, como expresso no Quadro 1, abaixo.

Quadro 1- Valores para as notas de importância relativa dos fatores.

Grau de Importância relativa								
Menos importante			Igual			Mais importante		
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Muito	Moderado	Pouco	Igual	Pouco	Moderado	Muito	Extremamente

Os produtos resultantes dessa análise foram três mapas, sendo um indicativo de áreas prioritárias para visitação (**Anexo 1**), outro de áreas prioritárias para conservação (**Anexo 2**) e o último de áreas prioritárias para recuperação ambiental (**Anexo 3**).

4. Resultados/ Discussão

A aplicação da análise multi-critério para promover o zoneamento em unidades de conservação apresenta ótimos resultados quando amparado em uma boa base de dados. O método viabiliza a espacialização dos dados dos meios físicos, bióticos e socioeconômicos, levantados pelos consultores temáticos, promovendo o debate e a ponderação dos fatores considerados relevantes para a determinação do zoneamento do Parque.

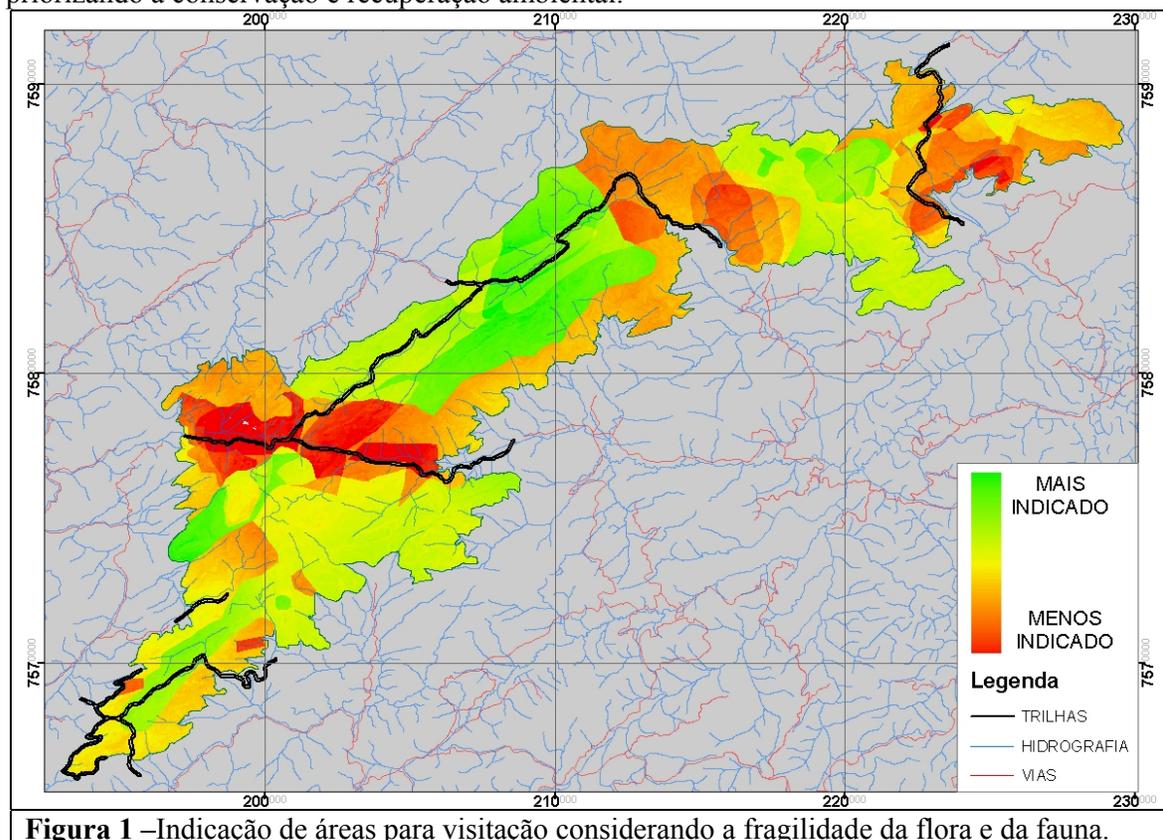
Entre as 10 variáveis indicadas para definir melhor vocação das áreas do PED para os objetivos visitação e conservação, verificou-se que duas delas sobressaíram-se quanto aos elevados valores atribuídos pelos consultores na ponderação da análise multi-critério: as fragilidades da flora (1) e da fauna (2).

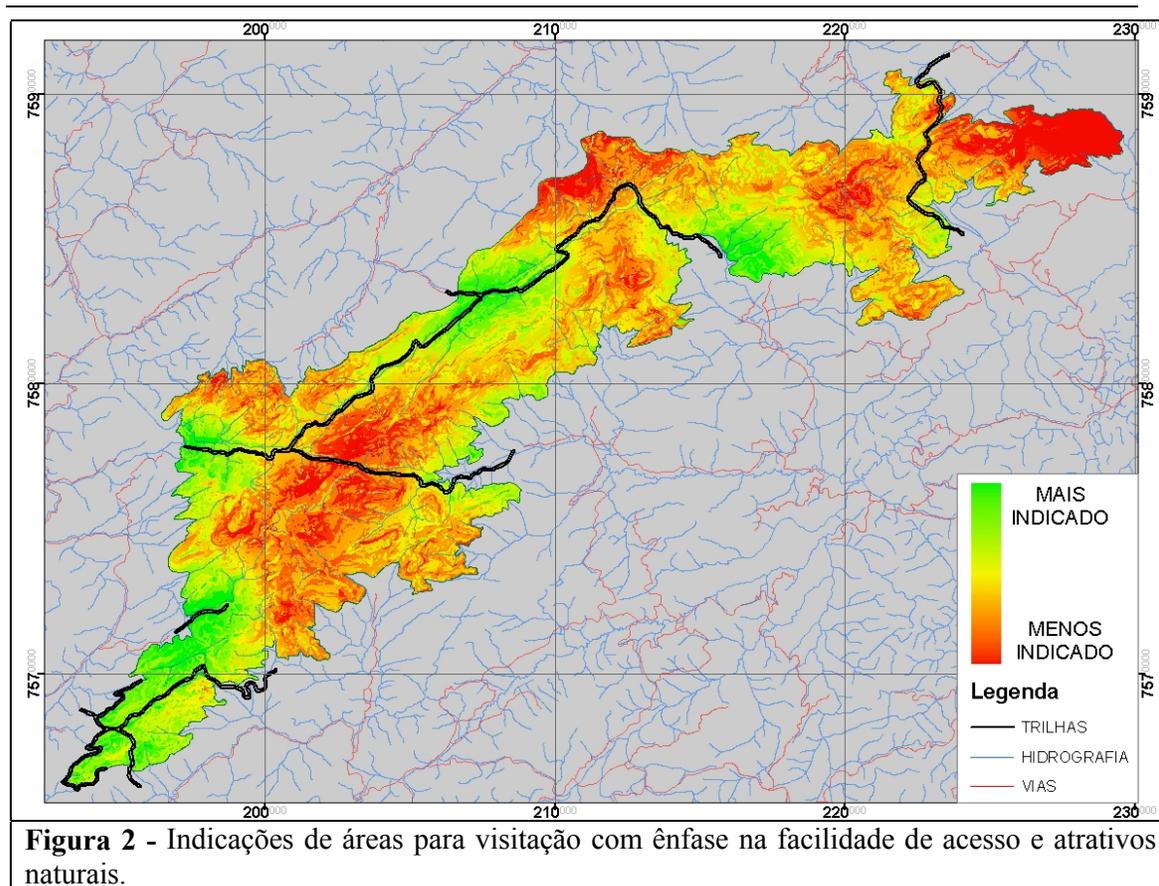
Nos dois mapas, tanto de áreas indicativas para a conservação quanto para a visitação, essas variáveis foram determinantes para estabelecer as áreas do PED que possuem melhores características físicas e bióticas para serem sugeridas a conservação ou que permitam a visitação. Isto quer dizer que para o PED os consultores envolvidos na análise consideraram a biodiversidade e a presença de espécies sensíveis às alterações ambientais como fatores prioritários para determinar o uso das terras e seu zoneamento.

Um problema identificado nesta análise foi o tratamento dos dados no mapa de fragilidade da fauna, pois classificou como prioritárias à conservação somente áreas onde foram realizadas pesquisas, faltando informações espacializadas para o restante do PED. Tal fato tem como efeito no processo de avaliação multi-critério a sobrevalorização das áreas estudadas e conseqüente diminuição do valor relativo das áreas sem informação. No mapa “Indicação de áreas para visitação considerando a fragilidade da flora e da fauna” (**Figura 1**) esta questão pode ser verificada. Em duas regiões do PED localizadas no noroeste e no norte

do Parque destacam-se por serem classificadas como de significativa restrição à visitação (tons de vermelho). Isso acontece porque nestas regiões houve concentração de pesquisas e levantamentos faunísticos (não realizada no restante do Parque), culminando no registro de uma espécie ameaçada de extinção, o que valorizou essa área em relação ao restante do PED.

Visando solucionar o viés ocasionado pelo reduzido conhecimento dos órgãos gestores sobre a diversidade faunística e florística do PED foi gerado um mapa ponderando apenas temas (fatores) não restritivos ao uso visitação e devidamente especializados, como: uso das terras e cobertura vegetal, proximidade de via de acesso, proximidades de trilhas, proximidades de atrativos naturais e declividade. O mapa intitulado “Indicações de áreas para visitação com ênfase na facilidade de acesso e atrativos naturais” (**Figura 2**) apresentou resultado satisfatório quanto a seleções de áreas para a visitação. Verifica-se que as áreas mais indicadas para a visitação estão localizadas na periferia do PED, em locais onde passam trilhas que dão acessos aos atrativos naturais, que neste caso estão localizados na periferia do PED. Assim, as áreas mais interioranas do Parque são indicadas para usos mais restritos, priorizando a conservação e recuperação ambiental.





Um dos problemas detectados no método foi a grande sensibilidade à espacialização deficiente dos dados de fragilidade da fauna e da flora, visto que esses critérios foram considerados pelos especialistas e coordenação do Plano de Manejo como os de peso mais alto na definição de diretrizes de gestão e do zoneamento da UC. Tal fato é expresso claramente nas figuras 1 e 2, acima, onde se observam as transições abruptas entre áreas de menor e maior adequação à visitação na figura 1, que inclui as variáveis flora e fauna. No mapa indicativo da figura 2, onde tais variáveis foram retiradas da combinação linear ponderada, nota-se a maior concordância do mapa com os aspectos fisiográficos do Parque. Nesse caso, assumiu-se que fauna e flora eram homogeneamente importantes por toda a superfície do PED, que é quase totalmente recoberto de mata atlântica bem conservada, em diferentes fitofisionomias.

5. Conclusão

O zoneamento de uma unidade de conservação depende da interação de diferentes fatores e da influência de cada um deles nos objetivos estabelecidos, cabendo aos responsáveis pela gestão da área a identificação e o bom gerenciamento desses aspectos.

O método da avaliação multi-critério aplicado em sistema de informações geográficas permite o adequado tratamento das informações trazidas pelas diversas áreas do conhecimento que contribuem num Plano de Manejo.

A metodologia utilizada obriga a equipe técnica a analisar permanentemente o seu tema de trabalho em relação à área geográfica da unidade de conservação como um todo. Todas as áreas temáticas geraram mapas específicos de seus temas para todo o Parque, sendo que em

alguns casos, como no da flora, fauna, geologia e geomorfologia, estes mapas foram convertidos em mapas de fragilidade e risco, com apoio dos especialistas nos referidos temas, especificamente elaborados para a gestão da UC.

Ao contrário da metodologia convencional, onde diversos mapas e informações temáticos são gerados por equipes independentes e integrados por uma equipe de coordenação de consultores *ad hoc*, por vezes por mera análise visual e desenho do mapa final de zoneamento, o uso do processo de hierarquização analítica - com suas rodadas de discussão e ponderação dos critérios de decisão - fez com que a equipe analisasse em conjunto os dados gerados – percebendo sinergias positivas e negativas entre os diferentes fatores sócio-ambientais.

6. Citações e Referências

EASTMAN, J.R. **Idrisi for Windows: Introdução e Exercícios Tutoriais**. Editores da versão em português Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre, UFRGS. Centro de Recursos Idrisi, 1998.

IEF – Instituto Estadual de Florestas. 2006. Disponível em <<http://www.ief.rj.gov.br/>> . Acesso em 14 de setembro de 2006 às 16:30h.

SAATY, T.L., 1979. "**Mathematical Modeling of Dynamic Decisions: Priorities and Hierarchies with Time Dependence**", **Mathematics and Computers in Simulation** 21, 352-258.

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Lei 9.985 de 18 de julho de 2000. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf>> . Acesso em 10 de outubro de 2006 às 17:10h.

7. Agradecimentos

Ao Instituto Estadual de Florestas – IEF/RJ por promover a elaboração do Plano Diretor e de Manejo do PETP e pela contribuição valiosa dos seus funcionários/técnicos nas discussões e na disponibilização de dados.

Aos coordenadores e consultores da Fundação Brasileira para Conservação da Natureza - FBCN que colaboraram com seus conhecimentos técnicos para o preenchimento da matriz de Saaty e o desenvolvimento da avaliação multi-critério.