

CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE CENÁRIOS DE PAISAGEM EM ÁREA DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA BOCAINA¹

Eunice Reis Batista², Rozely Ferreira dos Santos³ e Marcos Antonio dos Santos⁴

RESUMO – Este estudo teve por objetivos construir e analisar cenários de paisagem, baseando-se no arcabouço teórico da ecologia de paisagem e utilizando como ferramenta um sistema de informação geográfica. A bacia hidrográfica do rio Mambucaba, importante reduto de Floresta Ombrófila Densa, domínio Atlântico, foi o estudo de caso. A metodologia baseou-se na construção de um cenário hipotético, supondo-se completa ausência de interferência humana, e em um cenário recente, que foram comparados entre si por meio da sobreposição dos respectivos mapas e informações temáticas. As combinações permitiram evidenciar grande variabilidade de ambientes resultante de fatores biofísicos e do uso e ocupação do solo. Foram obtidas 84 unidades territoriais no cenário livre de pressões humanas, evidenciando-se grande complexidade ambiental natural. No cenário com interferências do homem, a paisagem apresentou 111 tipos de unidades territoriais. As vias de acesso foram apontadas como fontes da origem e da distribuição de impactos negativos por toda a paisagem Mambucaba. Foram feitas recomendações de manejo, visando à recuperação e conservação da área.

Palavras-chave: Ecologia da paisagem, fragmentação e Floresta Ombrófila Densa.

CONSTRUCTING LANDSCAPE SCENARIOS TO THE NATIONAL PARK SERRA DA BOCAINA

ABSTRACT – *The objective of this study was to evaluate landscape scenarios, based on landscape attributes and using a geographic information system. The Mambucaba river watershed, an important redoubt of Atlantic Forest, was our case study. We simulated a hypothetical scenario, assuming the absence of human interferences. This scenario was compared with the recent scenario with the use of the overlay method. The combination of diverse thematic maps evidenced a great environmental variability resulting from biophysical factors and soil use and occupation. A great environmental complexity was verified. We obtained 84 territorial units free from human pressures. In the recent scenario, the landscape presented even more variability and complexity (111 territorial units). The trails had been identified as structures responsible for the origin and distribution of the negative impacts for all the Mambucaba landscape. Procedures for management and conservation of this study area were recommended.*

Keywords: *Landscape ecology, fragmentation and Dense Ombrophylous Forest.*

1. INTRODUÇÃO

Os paradigmas de desenvolvimento no Brasil estimularam a exploração descontrolada dos recursos naturais, e a ocupação humana do território descaracterizou a paisagem natural, especialmente expressa pela modificação da cobertura vegetal original. As mudanças em uma paisagem são consequências

do efeito combinado das interferências humanas presentes e passadas que resultam em determinada qualidade ambiental. Girardi et al. (2005) ressaltaram que uma das tarefas do planejamento para conservação é procurar detectar as forças que podem alterar a trajetória de evolução da paisagem e concentrar os esforços nos pontos críticos que afetam essa trajetória numa ação preventiva.

¹ Recebido em 19.02.2008 e aceito para publicação em 23.06.2009.

² Embrapa Meio Ambiente-Jaguariúna, Brasil. E-mail: <nicereis@cnpma.embrapa.br>.

³ Departamento de Hidráulica e Saneamento da FEC, UNICAMP. E-mail: <roze@fec.unicamp.br>.

⁴ Departamento de Hidráulica e Saneamento da FEC, UNICAMP. E-mail: <pernam@hotmail.com>.

Existem muitos caminhos para interpretar a complexidade de um meio. Uma deles é observar a composição e disposição de elementos estruturais, bem como as ligações funcionais das unidades que compõem a paisagem. Metzger (1999 e 2001) descreveu a paisagem como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas (ecossistemas, unidades de vegetação ou de uso e ocupação da terra), que podem ser definidas por atributos espaciais, como fragmentação e conectividade. Em virtude da estruturação, organização, predominância e regulação das funções da paisagem, o mosaico pode ser reconhecido e simplificado pelos seus três componentes horizontais básicos: matriz, mancha e corredor (FORMAN e GODRON, 1986).

Diversos autores procuraram comparar a evolução ou mudanças referentes às unidades interativas pela construção de cenários atuais, passados ou hipotéticos, que possibilitam a simulação espaçotemporal das paisagens e que, por sua vez, auxiliam a decisão sobre medidas preventivas ou minimizadoras de impactos ambientais. Nesse sentido, podem ser citados os estudos de Peccinini e Pivello (2000), Shida e Pivello (2001), Ferraz e Vettorazzi (2003), Gomes et al. (2004), Girardi et al. (2005), Condepefi (2006) e Santos e Santos (2007). Tais estudos focalizaram a evolução temporal e espacial do uso da terra e de seus recursos naturais, principalmente da cobertura vegetal, partindo do princípio de que o entendimento do passado é essencial para interpretar os padrões de uso e ocupação do presente e para tomar decisões sobre o futuro das áreas, principalmente no que tange ao manejo e à conservação. No entanto, os recortes temporais de análise são relativamente recentes, englobando situações em que o uso e degradação ambiental já estavam presentes, de forma que a heterogeneidade estrutural da paisagem é interpretada basicamente pelas forças imprimidas pelo homem. O meio natural, por si, tem grau próprio de heterogeneidade dado pela composição e disposição de seus elementos, tanto no eixo horizontal (estrutura matriz-mancha-corredor) quanto no eixo vertical da paisagem (componentes biofísicos). Para Lovett et al. (2005), a complexidade de uma paisagem se deve à sua dinâmica característica, resultante da heterogeneidade estrutural e funcional. Partindo dessa questão, os objetivos deste estudo foram simular, evidenciar e comparar, por meio da construção de cenários, a complexidade

natural e a complexidade resultante das interferências humanas na paisagem, por meio da medida de heterogeneidade estrutural. A estratégia foi definir unidades territoriais da paisagem dentro da abordagem geográfica da ecologia de paisagem e relacioná-las ao histórico local de uso e ocupação humana, a partir da elaboração dos cenários hipotético e recente.

A bacia hidrográfica do rio Mambucaba foi escolhida como área de estudo por apresentar diferentes características importantes para a conservação da biodiversidade, da história natural e história do homem, pois, além de apresentar o gradiente de fisionomias da Floresta Atlântica, também foi palco do início da história de colonização do Brasil. Além do mais, as modificações antrópicas recentes em sua composição contribuíram para tornar a paisagem funcionalmente diversa, o que a torna bom exemplo de estudo, conforme descrito nos tópicos subsequentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Mambucaba (BH Mambucaba), com 73.765 há, está situada no Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB), o qual tem 104.000 ha de área total, entre as coordenadas 22°40' 23°20' Sul e 44°24'/44°54' Oeste na divisa entre os Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo (Figura 1). Nos núcleos urbanos que circundam esse Parque, como Angra dos Reis, Mambucaba e Paraty, sua conservação é vital, uma vez que ele concentra grande parte das nascentes que fornecem ou podem fornecer água potável à população. Conforme descrito pelo IBAMA (2001), essa Unidade de Conservação é importante reduto de Floresta Atlântica, com presença de endemismos e espécies ameaçadas de extinção. Na BH Mambucaba ocorrem grandes extensões de fisionomias, de Floresta Ombrófila Densa (Submontana, Montana e Alto Montana), Floresta Ombrófila Mista Alto Montana e Campos de Altitude, segundo Veloso et al. (1991). Apresenta também grande parte dos impactos que se observam em todo o Parque, como moradores, trilhas e caminhos, extração vegetal, queimadas, construções civis, caça, pesca, canalização, barramento de canais fluviais, turismo e visitação descontrolados. Nessa bacia hidrográfica é bastante preocupante o fato de suas nascentes estarem localizadas a montante dos limites do PNSB.

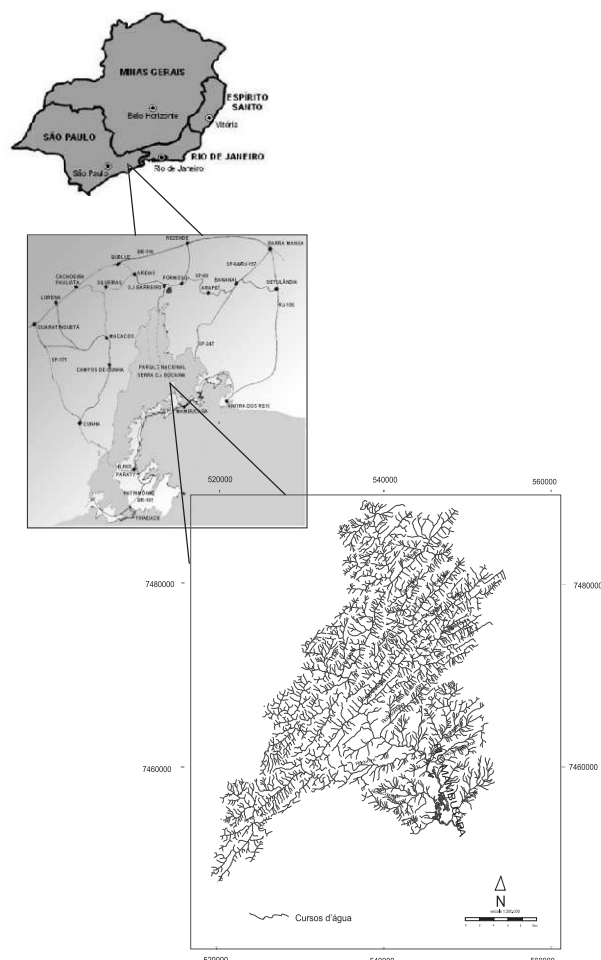


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Mambucaba.
Figure 1 – Mambucaba river watershed location.

2.2 Construção de mapas temáticos

O mapa da bacia hidrográfica do rio Mambucaba, bem como os seus mapas temáticos (cursos de água, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação natural, uso e ocupação da terra), foi obtido por meio do recorte dos mapas digitais originais do PNSB (IBAMA, 2001), em extensão DXF. Para tanto, esses mapas foram trabalhados em um sistema de informações geográficas (SIG) IDRISI for Windows 2.0. A escala adotada foi de 1: 50.000 e a resolução espacial, de 30 m. O mapa digital “Cobertura vegetal e uso da terra” foi obtido de uma imagem do satélite Landsat 7, de 2001, e exportada para o SIG IDRISI. As informações obtidas pelos mapas foram complementadas por visitas a campo, percorrendo-se as principais trilhas e pontos turísticos do PNSB.

2.3 Construção de um cenário sem interferências humanas

Construiu-se um cenário hipotético da BH Mambucaba supondo completa ausência de interferências humanas (CSI), ou seja, preservação máxima dos recursos naturais. O objetivo desse mapa foi representar a complexidade natural dessa paisagem e servir como “área de controle” a esse estudo.

Como primeiro passo foram obtidas *geounidades*, por meio de cruzamentos entre os mapas digitais reclassificados dos temas geologia, geomorfologia e pedologia (comando *cross-tab*). O mapa resultante deve evidenciar a complexidade territorial do meio físico.

O critério adotado para definir as diferentes fisionomias da vegetação no território da bacia hidrográfica, supondo total ausência de interferências humanas, foi delimitá-las a partir das curvas de nível e tipo de solo (Tabela 1). As categorias apresentadas na Tabela 1 foram obtidas por informações bibliográficas e pelas observações em campo da distribuição dos remanescentes vegetais. Devido à localização e à variação da altitude, a mesma categoria de geounidade pode apresentar fitofisionomias diferentes. Dessa forma, quando a provável cobertura vegetal da região é sobreposta às geounidades, observa-se aumento da heterogeneidade de tipos, chamados neste estudo de unidades territoriais de paisagem¹. Cada polígono resultante do cruzamento dos temas cartográficos geologia, geomorfologia, pedologia e cobertura vegetal foi considerado uma unidade territorial de paisagem (UT), sendo descrito em função da tipologia e complexidade das combinações resultantes. A identificação dos cursos d’água, somada ao conhecimento sobre o desenho das planícies fluviais e distribuição das matas ciliares na região, permitiu, hipoteticamente, identificar os corredores naturais da paisagem.

Em toda a paisagem e em cada UT foram reconhecidos a matriz, as manchas e os corredores.

2.4 Construção do cenário com interferências humanas

O cenário mais recente, em que se reconhece forte interferência humana, foi obtido pelo recorte do mapa de uso e cobertura da terra nos limites da bacia hidrográfica. Esse mapa foi sobreposto ao mapa “Geounidades da paisagem”. O produto mostra unidades

Tabela 1 – Descrição e alocação dos atributos geofísicos e da cobertura florestal da paisagem Mambucaba.
Table 1 – Description e allocation of the geophysics attributes and forest cover of the Mambucaba landscape.

Geologia		Geomorfologia		Solos		Fitofisionomia	
Categoria	região/ altitude	Categoria	região/ altitude	Categoria	região/ altitude	Categoria	região/ altitude
Aluviões	SE/CO < 1500m	Cores de dejeção	NE/NO/SE > 20m	Cambissolo háplio+cambiss olo húmico (CX4)	NO/SO/NE > 600m	Campos de altitude	NO > 1500m
Colúvio- Luvionares	N/SE < 600m e > 1500m	Escarpas	SO 1500m <entre <600m	Cambissolo háplio+cambiss olo húmico (CX5)	NE/SO > 600m	Floresta ombrófila densa alto montana	NO > 1500m
Cordões marinhos	SE < 20m	Escarpas em anfiteatro	SE 20m < entre <600m	Cambissolo háplio+ afbramentos rochosos (CX17)	S/SE 20m <entre <600m	Floresta ombrófila densa montana	todas as regiões 600m <entre <1500m
Graisses	SO/S E/N E < 1500m	Escarpas em espigões	S/E 20m<altitude <1500m	Latossolo vermelho- amarelo (CX8)	SE/SO 20m < entre <600m	Floresta ombrófila densa sub montana	SE 20m< entre< 600m
Granitos	NO/SE > 0m	Montanhas e monos	SO/NO/NE > 600m	Latossolo vermelho- amarelo (CX19)	N/S > 20m	Floresta sobre restinga	SE < 20m
Mangues	SE < 20m	Monos dissecados	L 600m <altitude <1500m	Nossolos flúvicos (RU1)	SE < 20m	Mangues	SE < 20m
Sedimento flúvio- marinhos	SE <20m	Monos monotes paralelos	CO/NE > 600m				
Xistos gnaisse xistosos	N/SO/CO >600m	Monotes pequenos	S/SE/SO 600m < altitude <1500m				
		Planície de maré	SE < 20m				
		Planície fluvial	SE < 0m				
		Planície flúvio	SE < 20m				
		marinha					
		Planície litorânea e praias	SE < 20m				

territoriais da paisagem do cenário recente, ou seja, com interferências humanas (CIH), supondo-se, dessa forma, que as características físicas gerais em escala 1: 50.000 dessa bacia hidrográfica foram mantidas ao longo do tempo. A paisagem é chamada de cenário a partir do momento em que o conhecimento da história que incide sobre ela é incluído na análise do espaço, como descrito no item 2.5.

Com o mesmo procedimento foram identificados e caracterizados os corredores da paisagem, a exemplo dos atuais remanescentes de matas ciliares. Os

levantamentos de campo evidenciaram a presença dominante de outro tipo de corredor na região: as vias de acesso. Dessa forma, a partir do mapa “Vias de acesso” do IBAMA (2001), em escala 1:25.000, foram obtidos as rodovias, trilhas e caminhos presentes na BH Mambucaba, que foram sobrepostos às UTs e classificados como corredores antrópicos.

De forma semelhante ao cenário sem interferências humanas, em toda a paisagem e em cada UT foram reconhecidos a matriz, as manchas e os corredores.

2.5 Comparação dos cenários

Para compor, comparar e interpretar os cenários, CSI e CIH, foi realizado um levantamento bibliográfico do histórico da ocupação na região, com visita a bibliotecas, órgãos oficiais e entrevistas não estruturadas com a população local. As informações foram desenvolvidas em texto, de forma a fornecer visão temporal das transformações ocorridas. O histórico somado aos mapas cruzados entre si permitiu a construção dos cenários e a interpretação e comparação das mudanças acontecidas entre unidades territoriais de paisagem.

Os resultados foram analisados em relação a quatro considerações sobre a paisagem: a extensão e forma; a variabilidade e a complexidade natural dos componentes; o processo histórico que determinou o estado de fragmentação atual; e as implicações de estrutura e função do mosaico atual. Nesse contexto, esses aspectos representam os elementos que conduzem à decisão sobre os caminhos de manejo para conservação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A paisagem estudada tem cerca de 73.765 ha, o que corresponde a 71% do Parque Nacional da Serra da Bocaina, tendo uma forma distendida, principalmente no eixo leste-oeste. De acordo com a literatura, essas características de extensão e forma são mais adequadas para a preservação de ecossistemas naturais em relação ao resto do Parque (SANTOS e MANTOVANI, 1999; baseado em Forman e Godron (1981) e Durell (1986). Ao sul, por exemplo, a área do parque prolonga-se na forma de funil ou corredor, estando muito sujeita às ações humanas, principalmente em relação à formação de corredores antrópicos, como vias de acesso e passagem para moradias.

A evolução natural da paisagem Mambucaba resultou em 14 sub-bacias, que, sob uma escala ampla de observação, apresentam sete diferentes substratos rochosos que, por sua vez, compõem 11 feições geomorfológicas. Nesse conjunto de tipos de substrato e relevo ocorrem três principais tipos de solos, conforme apresentado na Tabela 1. As combinações resultantes dos tipos de substrato, relevo e solo ao longo da história evolutiva dessa região determinaram diversas composições, apontando grande variabilidade natural do meio físico, sobre a qual estaria disposta a vegetação do domínio atlântico. De acordo com o cenário hipotético,

essa vegetação revestiria originalmente a paisagem com cinco tipos fisionômicos: a vegetação de restingas, que cobriria praticamente toda a região localizada a sudeste sobre planícies e Neossolo Flúvico; a Floresta Ombrófila Densa Submontana, localizada a sudeste, que ocuparia o dissecado do relevo montanhoso e parte dos planaltos, sobre Cambissolo e Latossolo Vermelho-Amarelo; a Floresta Ombrófila Densa Montana, que cobriria a maior parte da bacia Mambucaba, sobre montanha, morros, morrotes e escarpas em Cambissolos, Latossolos Vermelho-Amarelos; a Floresta Ombrófila Densa Alto Montana, que ocuparia a porção noroeste com alguns pequenos trechos a sudoeste, sobre montanhas e morros com Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos; e os Campos de Altitude que estariam na porção noroeste da paisagem, sobre montanhas em Cambissolos.

A variabilidade tipológica do meio físico, desde época remota, apresentava distribuição e tamanho de áreas diversificadas, ou seja, os polígonos que se desenham são espacialmente intrincados, com 73 diferentes categorias de geounidades (Figura 2), subdivididas em até oito polígonos (subunidades), em um total de 188 polígonos que variam entre 1,17 ha e 11.926,35 ha. A composição, a localização e a altitude de cada polígono compõem heterogeneidade estrutural própria que, conforme Forman (1995), deve orientar forças e movimentos específicos dos principais componentes funcionais, ou seja, imprimem dinâmica característica a cada subunidade e entre elas (Tabela 2), podendo supor que há elevado grau de complexidade.

Sobrepondo-se o mapa da cobertura vegetal hipotética da Bacia Hidrográfica Mambucaba (Figura 3) ao mapa de geounidades (Figura 2), foi possível construir o cenário hipotético, sem interferências humanas (CSI). Nesse cenário, foram identificados 84 tipos de unidades territoriais de paisagem (UP's), uma vez que, sob um mesmo tipo de cobertura vegetal, existe grande variação de unidades de paisagem, em virtude da composição e da conformação do terreno. Esses resultados corroboram os estudos de metapopulações e de ecologia de paisagens, que indicam ser grande erro tomar decisão sobre os limites das zonas intangível e primitiva, baseando-se unicamente no(s) fragmento(s) mais preservado(s), seus tamanhos ou de menor grau de isolamento, como comumente ocorre em planos de manejo, pois não garante a conservação da diversidade natural

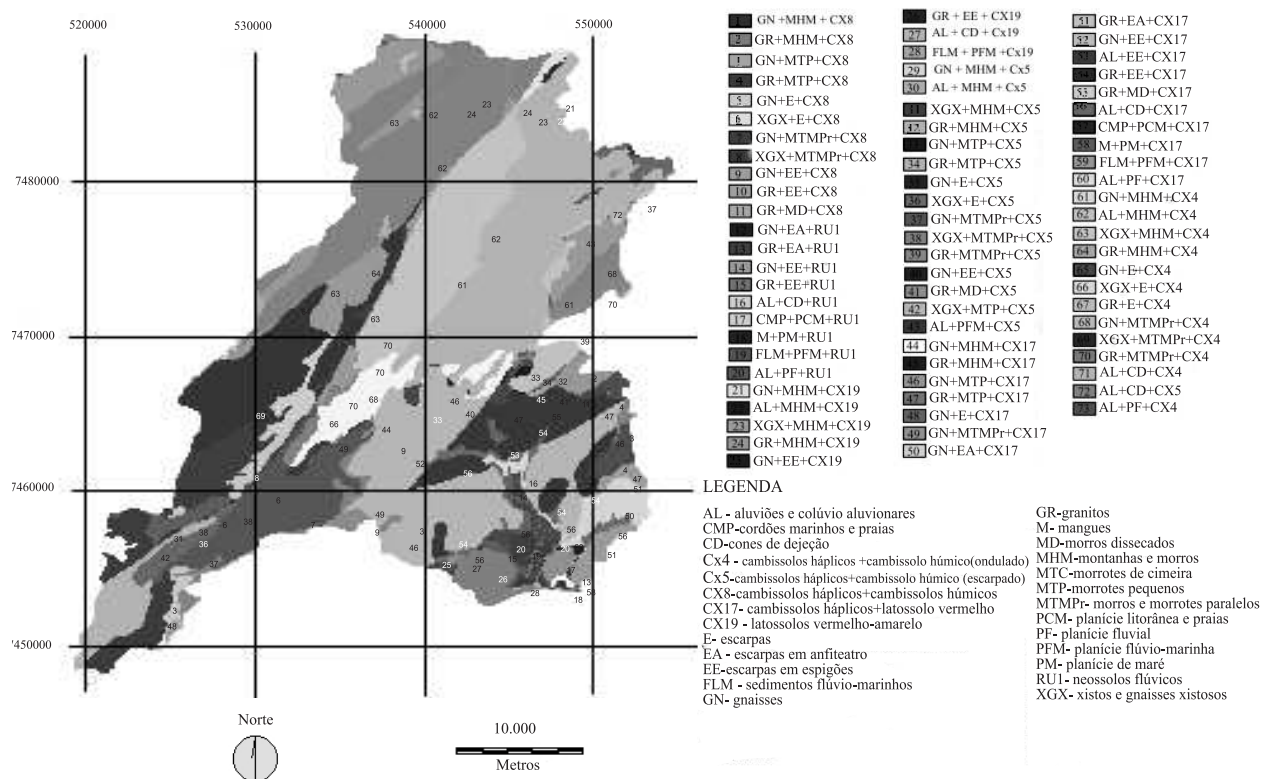


Figura 2 – Geounidades territoriais da paisagem Mambucaba.
Figure 2 – Territorial geounits of the Mambucaba landscape.

dos terrenos e o gradiente vegetacional que determinam a biodiversidade local.

Sobre o processo histórico de transformação da paisagem e a fragmentação da floresta

Pela região da serra da Bocaina passaram as primeiras entradas exploratórias advindas das expedições de colonização do Brasil, e sobre os caminhos dos índios foram construídos os acessos para as minas em Minas Gerais (IBAMA, 2001). Pela Trilha do Ouro, que ainda hoje corta a bacia do Mambucaba em cerca de 75 km, muitos exploradores vinham das minas, fugindo do controle da Coroa Portuguesa em Paraty, devido aos altos impostos e tributos (MAGALHÃES, 1978). Durante os séculos XVIII e XIX, o café foi a grande riqueza da região do Planalto da Bocaina, que induziu a implementação de muita infraestrutura. Os sinais desses usos ainda estão presentes na bacia, e os levantamentos de campo puderam confirmar a

presença de antigas covas características do plantio de café em grandes áreas dentro da paisagem, principalmente ao longo da Trilha do Ouro. Algumas dessas áreas estão hoje cobertas por floresta secundária. Ao longo de sua história, essa trilha passou a ser usada como caminho para o gado, depois por agricultores e atualmente por moradores, visitantes e funcionários do Parque. Sem dúvida, ela foi o principal fator desencadeador do desmatamento, das queimadas, do impedimento da regeneração da floresta, da erosão acelerada e do assoreamento dentro da bacia hidrográfica do rio Mambucaba. Ela é, portanto, o principal corredor antrópico, centro de história e de preocupação com a conservação, que mostra efeitos negativos persistentes e cumulativos na região. No final do século XIX foi construída a primeira estrada de ferro daquela região – Estrada de Ferro Bananal. Apesar de que nessa fase de ocupação a fragmentação da floresta já era bastante expressiva, a intensa

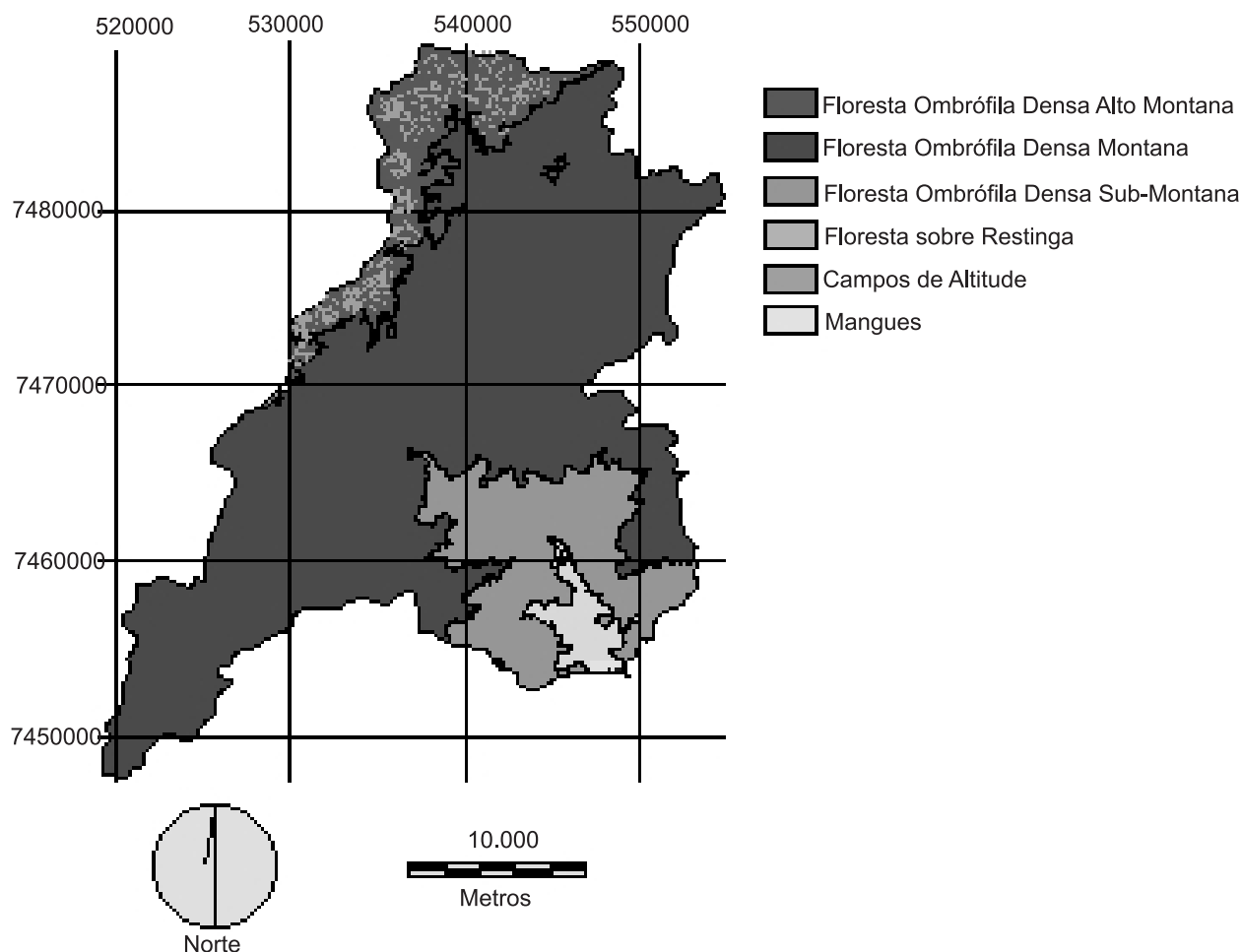


Figura 3 – Cobertura vegetal da paisagem Mambucaba no cenário passado (CSI).

Figure 3 – Land cover of the Mambucaba landscape in the past scenario.

exploração madeireira para produção de dormentes e a abertura de novas trilhas que facilitavam o carregamento de madeira determinaram amplo padrão estrutural de norte/nordeste para sudoeste da paisagem Mambucaba, com inúmeros pequenos fragmentos de floresta secundária em estágios diferentes de evolução.

No início do século XX, a região do Vale do Paraíba perdeu sua força produtiva, mas continuou a destruição da floresta pelas constantes queimadas, utilizadas na abertura do roçado de feijão, milho e arroz. Sobraram restos de reflorestamentos que haviam substituídos antigos cafezais. Com a duplicação de trechos da Via Dutra e construção da rodovia Rio-Santos (BR 101), o desenvolvimento turístico se estabeleceu na região. O fato é que as transformações que se sucederam

resultaram em um cenário repleto de conflitos entre ocupação humana e conservação da floresta. A criação, em 1972, do Parque Nacional não deteve o avanço do retalhamento das geounidades. Somente nas escarpas as UPs se mantiveram em porções mais semelhantes à condição original. Os desmatamentos indiscriminados e as queimadas subsequentes, que comumente ocorriam nos vales a partir do século XIX, induziram a imagem atual da disposição dos polígonos de campos antropogênicos depauperados devido ao efeito persistente dessa ação, principalmente em áreas de Floresta Alto Montana e Campos de Altitude. O quadro atual, sobretudo em direção leste da paisagem, é composto por muitas residências, bananeais sombreados, clareiras onde é cultivado café, aipim, frutíferas diversas, milho, palmito pupunha (*Bactris gasipae* Kunth), parcelamento

Tabela 2 – Cobertura do solo e estrutura da paisagem Mambucaba nos diferentes cenários.**Table 2** – Land cover and the Mambucaba landscape structure in the different scenarios.

	Cobertura do solo		Estrutura da paisagem		
		% da área	Matriz	Manchas	Corredores
Cenário sem interferência humana (CSI)	Floresta montana preservada	71,2	Florestas preservadas	Afloramentos rochosos	Cursos d'água
	Floresta sub-montana preservada	15,9		Campos de altitude	Matas ciliares
	Floresta alto montana	12,1		Clareiras naturais	
	Campos de altitude preservados	2,4		Corpos d'água	
	Floresta sobre restingas	0,13			
Cenário com interferência humana (CIH)	Floresta montana degradada	28,2	Florestas preservadas	Áreas sem vegetação	Cursos d'água
	Campos antropizados	22,1		Áreas Urbanas	Matas Ciliares
	Floresta montana preservada	17,8		Campos antropizados	Rodovias não pavimentadas
	Floresta sub montana degradada	11,1	Campos antropizados	Campos de altitude	Rodovias pavimentadas
	Floresta alto montana degradada	7,6		Florestas degradadas	Trilhas e caminhos
	Floresta sub montana preservada	3,3		Florestas preservadas	
	Floresta em regeneração	3,3	Reflorestamentos	Florestas em regeneração	
	Campos de altitude	2,7			
	Florestas sobre restingas	0,53			
	Áreas sem vegetação	0,34			
	Áreas urbanas	0,15			
	Reflorestamento	0,04			
	Áreas Agrícolas				

do solo para chácaras de lazer e pousadas (estrada do Sertão de Mambucaba). Essa descrição da sequência de eventos históricos tem o intuito de evidenciar que as inúmeras tentativas de desenvolvimento trouxeram para a paisagem Mambucaba séria ameaça à preservação dos recursos naturais regionais, sem retorno para a comunidade que lá vive, composta basicamente de posseiros que vivem de cultura de subsistência (IBAMA, 2001).

Em razão dos aspectos históricos apresentados anteriormente, o cruzamento entre o mapa de geounidades (Figura 2) e o mapa recente de uso e cobertura da terra (Figura 4) evidencia que 84 categorias de UPs do cenário passado foram desdobradas em 111 novas categorias no cenário recente, com uma nova representação de paisagem. Pretende-se ressaltar que não houve, simplesmente, um acréscimo de novas unidades, mas que as 111 UPs se referem a novas composições e estruturas de matriz, manchas e corredores, como representações de pequenas novas parcelas de

paisagens (Tabela 2). Essas unidades não se distribuem homogeneamente na paisagem, apresentando polígonos territoriais que se repetem e nos mais diversos tamanhos. Em 12 UPs, as matrizes são campos antropizados e em 63 UPs, ou seja, mais de 50% delas, apesar do domínio das florestas, elas são degradadas pelo corte ou exploração seletiva e precisam ser manejadas para recuperação e preservação. Para isso, é preciso contar com as 25 UPs cuja cobertura dominante é a floresta preservada, como fonte de espécies colonizadoras ou o núcleo facilitador dos fluxos biológicos.

Os corredores naturais da paisagem estão totalmente ausentes em 7 UPs. Já em relação aos corredores de natureza antrópica constatou-se que duas UPs, que ficam junto às nascentes e fora dos limites do Parque, são cortadas pela rodovia BR-101; por cinco UPs passam vias não pavimentadas que ligam diversos municípios; e 51 UPs são atravessadas por trilhas. Além do aspecto funcional na paisagem, as vias de acesso representam,

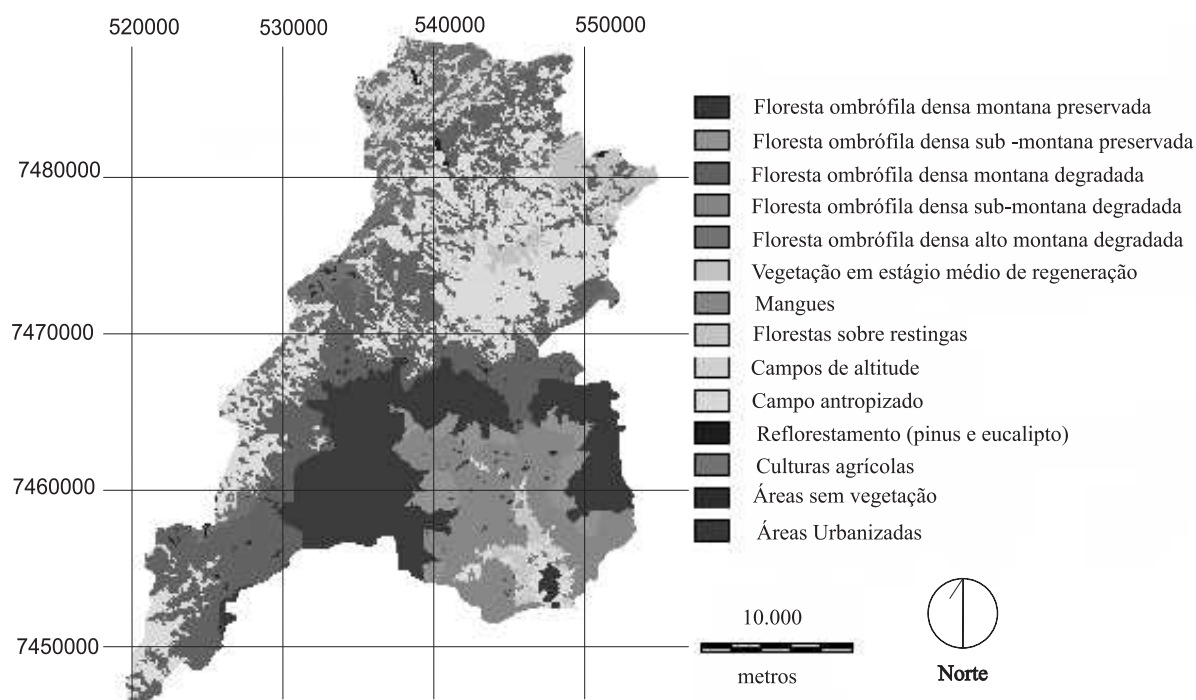


Figura 4 – Cobertura vegetal e uso da terra: paisagem Mambucaba no cenário recente (CIH).

Figure 4 – Land cover and land use: Mambucaba landscape in the recent scenario.

também, fontes de intensificação e de distribuição de impactos ambientais negativos por toda a área estudada. Trombulak e Frissel (2000) descreveram os resultados de uma revisão de estudos científicos realizados em diversos países sobre os efeitos diretos e indiretos de rodovias, indicando impactos como: aumento geral das taxas de mortalidade; alterações nos ambientes químico e físico; dispersão de espécies exóticas; e mudanças no uso humano da água e da terra. Fearnside (2000 e 2001) realizou estudo de impacto ambiental decorrente dos impactos da implantação de novas estradas e projetos de infraestrutura de transporte da Amazônia em decorrência da produção de soja. Os modelos revelam a redução da cobertura florestal em até 30% na faixa de 0-10 km de distância das estradas e rodovias, podendo se estender a distâncias de até 50 km, no caso de rodovias. As estradas causariam desmatamentos mais localizados. Por sua própria natureza, as estradas têm efeitos ecológicos sistêmicos que, ainda que reconhecidos, não podem ser controlados e, muito pouco provavelmente, possam ser mitigados ou remediados. Efeitos negativos da construção e operação

de estradas podem levar décadas para atuar e, então, ser detectados; outros efeitos podem ser crônicos, persistentes ou cumulativos.

Sobre as estimativas de fragmentação das unidades territoriais de paisagem

No cenário recente, os Campos de Altitude são encontrados em apenas 5 UPs, na forma de fragmentos remanescentes. A análise das unidades territoriais de paisagem no cenário CIH permitiu estimar que a maioria das UPs apresenta de 1 a 30 fragmentos, com área média entre 10 ha e 100 ha. Há inúmeros fragmentos menores que 2 ha, principalmente nas UPs 89 e 91, evidenciando processos de degradação ambiental, como efeitos de borda, redução da área de hábitat disponível e da diversidade biótica. Essas mesmas UPs apresentam diversos fragmentos de Floresta Alto Montana com mais de 100 ha ou, mesmo, acima de 500 ha, porém a maioria absoluta deles apresenta manchas que representam impactos ambientais negativos, como: áreas sem vegetação, reflorestamentos de Pinus e Eucalipto e campos antropizados.

Armstrong e Hensbergen (1999), estudando a fragmentação em Campos de Altitude da África do Sul, sugeriram a formação de redes de corredores entre cinco tipos de UPs para garantir a preservação de espécies endêmicas. Em outro estudo, também realizado em Campos de Altitude, Velázquez (2000) discutiu a importância dessas áreas como mosaico único de comunidades de mamíferos, daí os altos índices de endemidade verificados. A diminuição das áreas de habitats naturais e o aumento de áreas antropizadas diminuem a resiliência das paisagens e aumentam os riscos para a maioria de espécies de mamíferos, já que a conectividade é importante para atender às suas demandas por mobilidade e recursos alimentares. Acredita-se que os processos descritos pelos autores citados podem estar ocorrendo na paisagem Mambucaba, em função da substituição de extensas áreas de Campos de Altitude e Floresta Alto Montana por campos antropizados.

É possível que os Campos de Altitude da bacia hidrográfica Mambucaba apresentem diferenças de composição relacionadas às características das diversas UPs onde ocorrem. Essa inferência está baseada nos estudos de Dias et al. (2002), que utilizaram informações pedogeomorfológicas e de vegetação para caracterizar diferentes geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, MG. Este estudo identificou diferenças nas fisionomias dos Campos de Altitude presentes em cinco dos oito geoambientes diferentes. Aparentemente, esse mosaico de tipos vegetacionais parece ser controlado pela profundidade do solo associado à permanência de água no sistema.

A Floresta Ombrófila Densa Montana ocorre em 59 UPs, somada com diversas categorias de manchas, como: reflorestamentos (1 UP), floresta preservada (4 UPs), floresta em regeneração (3 UPs), floresta degradada (14 UPs), campos antropizados (16 UPs) e áreas sem vegetação (13 UPs). De acordo com este estudo, a Floresta Montana é a mais seriamente comprometida do ponto de vista da riqueza de espécies, com redução em 22,5% de sua área original. De sua área remanescente, apenas 30% apresenta vegetação em estado preservado. As UPs mais comprometidas estão situadas predominantemente sobre áreas montanhosas ou, também, sobre morros e morrotes paralelos, do Planalto da Serra da Bocaina com Cambissolos, que são terrenos caracteristicamente frágeis. Metade das UPs apresenta inúmeros fragmentos menores que 2 ha, mas também

existem fragmentos maiores que 500 ha em algumas delas. Visitas a campo permitiram confirmar que mais de 50% das UPs apresentavam impactos ambientais. Nove UPs necessitam de corredores que liguem os inúmeros fragmentos isolados às manchas de floresta em regeneração da região nordeste da bacia hidrográfica do rio Mambucaba.

A Floresta Ombrófila Densa Submontana está distribuída entre 19 UPs, e, em apenas quatro delas, apresenta-se como matriz. Dois tipos de manchas ocorrem nas áreas de floresta submontana: áreas sem vegetação (9 UPs) e campos antropizados (13 UPs). Essas florestas foram reduzidas em apenas 1,5% de sua área original, no entanto 77% das florestas remanescentes estavam degradadas, entremeadas por campos antropizados e áreas sem vegetação. Além dos impactos decorrentes de fatores histórico-econômicos citados anteriormente, essa fitofisionomia sofreu nas últimas décadas alterações profundas em razão da coleta ilegal de “palmito-juçara” (*Euterpe edulis* Mart.) e do “xaxim” (*Dicksonia sellowiana* Sodiro), de madeira nobre e de espécies ornamentais, além da caça ilegal de várias espécies de aves e mamíferos, os quais são dispersores imprescindíveis à recomposição da vegetação (IBAMA, 2001). Duas UPs necessitam de atenção, pois os fragmentos apresentam tamanho médio inferior a 10 ha. A UP 73 não possui corredores, e sua matriz deve ser rigorosamente protegida, pois é o único remanescente de floresta preservada para seu tipo de geounidade. Os maiores fragmentos de floresta preservada precisam ser conectados por corredores entre 7 UPs.

As Florestas de Restingas podem ser encontradas atualmente como elemento predominante em somente 6 UPs, com presença de vias de acesso em quatro delas. Urbanização e vias de acesso representam o grande desencadeador de perda dessa fisionomia. As duas unidades de Mangue desenhadas no cenário passado estão ausentes no cenário recente, não restando sequer manchas desse ecossistema. As Florestas de Restingas ocupam atualmente apenas 43% de suas áreas originais, tendo sido substituídas por extensas áreas urbanas, campos antropizados e, em menor proporção, por áreas agrícolas. Nessas áreas, os fragmentos podem ser menores que 2 ha ou próximos de 500 há; o tamanho médio, no entanto, é de cerca de 10 ha.

Sobre as implicações de estrutura e função do mosaico da paisagem

Os resultados demonstram que a paisagem

Mambucaba é um grande intrincado geobiológico, podendo conter refúgios ecológicos, ilhas de vegetação ou outros habitats específicos, ainda desconhecidos, onde qualquer nível de fragmentação produz um corte vital na rede de relações. Além disso, deve-se considerar que as evidências do nível de complexidade estão ainda subestimadas, uma vez que a escala de observação dos fenômenos neste trabalho é generalizada.

Os inúmeros cursos d'água estão distribuídos por geounidades diferentes que, de acordo com Bryce e Clark (1996), geram ambientes fluviais que influenciam a estrutura do habitat, a quantidade e composição química da água e o transporte e disponibilidade de nutrientes. Não existem dados sob esse enfoque para essa paisagem, o que dificulta as decisões sobre zoneamento e manejo para a área de preservação.

Na região, as características de solo e topografia (Tabela 1) originam padrões intrincados de disponibilidade de recursos como radiação solar direta, água e nutrientes, o que influi na vegetação, na instabilidade à erosão e aos desbarrancamentos e na biodiversidade (RESENDE et al., 2002). As áreas de solos distróficos são potencialmente instáveis, com menor resiliência e resistência. Dessa forma, a remoção das florestas tornou essas áreas muito fragilizadas e a regeneração secundária da vegetação é comprometida. Além desse tipo de solo, também ocorrem extensas áreas de Cambissolos distróficos sobre relevos montanhosos ou escarpados, o que lhes confere alta instabilidade. Em outras UPs convertidas, total ou parcialmente, em campos antropizados, essas áreas são de difícil recuperação e requerem medidas eficientes de manejo visando a restauração. De acordo com o trabalho de Resende e colaboradores (op. cit.), áreas de solos húmicos situadas acima de 900 m de altitude, além de possuírem altos teores de matéria orgânica, são também as mais protegidas da erosão geológica, apresentando, portanto, os testemunhos das condições paleoambientais. Áreas como essas podem ser encontradas nas maiores altitudes da Floresta Montana, na Floresta Alto Montana e nos Campos de Altitude da bacia hidrográfica do rio Mambucaba, sendo possível que se encontrem aí "espécies relíquias" (cf. VELOSO et al., 1991). Dentre essas UPs, uma delas é a única localizada sobre sedimentos colúvio-aluvionares em área de Floresta Alto Montana. Essa UP deveria receber atenção maior para conservação, pois pode ter servido de refúgio

para diversas espécies. No entanto, parte da área está ocupada por extenso reflorestamento de Pinus e Eucalipto. Os afloramentos de rocha ocorrem lado a lado com solos bem diferentes quanto à profundidade e, eventualmente, nutrientes; a variação da carga energética em função da exposição do solo (declive e orientação de rampa) propicia a ocorrência de substratos diversificados. Ambientes como esses ocorrem principalmente na região sudeste da bacia hidrográfica Mambucaba, onde se encontram cambissolos háplicos sobre relevos escarpados em áreas de Floresta Submontana.

Os estudos anteriores e diversos outros, que apontam altos índices de endemidade na Mata Atlântica, vêm corroborar a hipótese de existência de elevada biodiversidade presente na bacia hidrográfica Mambucaba. As variações pedogeomorfológicas associadas a diferentes fatores climáticos podem resultar na formação de microambientes responsáveis pela sobrevivência de elevado número de espécies. Assim, o que se quer enfatizar é que as fitofisionomias descritas em ampla escala, na verdade, representam apenas generalizações simplificadoras de uma elevada complexidade ambiental, decorrente tanto da diversidade de UPs quanto da intrincada relação entre elas.

Como citado, além da diversidade decorrente dos componentes biofísicos, uma nova dinâmica é estabelecida entre as UPs em virtude das interferências humanas, levando à constituição de uma nova paisagem, funcionalmente diferente e ainda mais complexa. A remoção da cobertura vegetal ou a modificação no padrão de uso da terra resultou em remanescentes florestais envoltos por uma matriz cujas características influenciam diretamente a sobrevivência das espécies, especialmente aquelas de interior de floresta. Como consequência, há redução de áreas de habitats, crescente isolamento dos fragmentos remanescentes e efeitos de borda (LIDICKER, 1999), modificando processos ecológicos como polinização, predação, comportamentos territoriais e hábitos alimentares (MURCIA, 1995; RANTA, 1998; METZGER, 2001; WOLFF et al., 2002).

A remoção da cobertura vegetal original resultou em novas categorias de matriz para as UPs. A principal categoria (campos antropizados) ocupa 22,5% da bacia hidrográfica do rio Mambucaba e se estabeleceu como matriz em 9 UPs de Floresta Montana, 2 UPs de Restingas/Mangues e 1 UP de Floresta Submontana. Também

ocorre na forma de perfuração em outras 41 UPs. Áreas urbanizadas surgiram como matriz em uma UP e como perfurações em duas outras. A importância de avaliar problemas em relação à qualidade da matriz é consenso crescente entre os pesquisadores para determinar o manejo de áreas protegidas. O estado e a qualidade dos habitats na matriz podem influenciar negativamente algumas espécies dos fragmentos devido à presença de predadores e competidores indesejáveis. No entanto, outras espécies podem ser beneficiadas pela disponibilidade de novos recursos, como alimentos e espaço, por exemplo. A redução da permeabilidade da matriz e os efeitos de borda sobre os fragmentos promovem extinções locais (VELÁZQUEZ, 2000; METZGER, 2001; WOLF et al., 2002).

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A construção do cenário hipotético evidenciou, para o passado, grande diversificação e complexidade da paisagem Mambucaba. Se o objetivo dessa Unidade de Conservação é preservar a diversidade natural, acredita-se que a primeira estratégia de manejo seja garantir que pelo menos uma parcela de cada geounidade esteja incluída numa zona cuja diretriz seja a máxima ou maior conservação possível do terreno, a exemplo das zonas intangíveis ou primitivas. Além disso, considera-se que a decisão sobre os limites das zonas para conservação também deve considerar a ocorrência da disposição estrutural das unidades, respeitando-se as linhas das feições geológicas e geomorfológicas na direção norte-sudoeste, bem como a disposição complexa da área sudeste, em direção às planícies marinhas. Somente por meio da preservação ou recuperação dessas unidades é que se poderiam desenhar parcelas significativas da heterogeneidade dos ambientes que compõem a paisagem Mambucaba, mantendo, pelo menos, os principais processos e funções que garantem a interação entre os fragmentos vegetacionais e, consequentemente, da paisagem como um todo.

Este estudo demonstrou que a diferença fundamental entre os cenários passado e recente está no número, composição, tamanhos e distribuição das novas UPs, que determinam uma complexidade de difícil desenho na escala de trabalho adotada. As novas unidades necessitam de fortes intervenções de manejo para se tornarem representativas da paisagem original. Em 12 UPs, as matrizes são campos antropizados e em 63 UPs, ou seja, mais de 50% delas, apesar do domínio das florestas,

elas são degradadas pelo corte ou exploração seletiva e precisam ser manejadas para recuperação e preservação. Para isso é preciso manejar as 25 UPs, onde a matriz é de floresta preservada e, portanto, fontes de espécies colonizadoras ou o núcleo facilitador dos fluxos biológicos.

A interpretação dos resultados a partir das referências teóricas citadas permite supor que a conservação dos recursos ambientais da região de estudo está comprometida, e os possíveis efeitos resultantes da fragmentação da cobertura vegetal, especialmente intensa nas áreas de Floresta Montana, são bastante preocupantes em relação à conservação dos recursos ambientais do Parque. Ainda assim, em diversas UPs a proximidade entre os fragmentos permite sugerir o delineamento e implantação de corredores ecológicos e a recuperação dos fragmentos menores, aumentando, assim, a permeabilidade em áreas onde a matriz é de campos antropizados e, consequentemente, a conectividade entre Ups. Essa medida vai ao encontro da Lei nº 9.985/2000, que norteia a gestão das unidades de conservação brasileiras.

5. REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, A. J.; van HENSBURG, H. J. Identification of priority regions for animal conservation in afforestable montane grasslands of the northern Eastern Cape Province, South Africa. **Biological Conservation**, v. 87, n.1, p. 93-103, 1999.
- BRYCE, S. A.; CLARKE, S. E. Landscape-level ecological regions: linking state-level ecoregion frameworks with stream habitat classifications. **Environmental Management**, v. 20, n.3, p. 297-311, 1996.
- BURGER, J. Landscapes, tourism and conservation. **The Science of the Total Environment**, v.249, n.1, p.39-49, 2000.
- CONSELHO DE DEFESA DO PARQUE ESTADUAL FONTES DO IPIRANGA - CONDEPEFI. **Estudos sócio-econômico-ecológico e legislativo para caracterização, zoneamento e implantação do Plano de Manejo do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga e do seu Programa de Eco-Desenvolvimento**. Estudos técnicos. 2006. 3v.
- DIAS, H. C. T. et al. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.777-786, 2002.

DURELL, L. **Gaia**: El Futuro del Arca - Atlas del Conservacionismo em Accion. Madrid, H. Blume, 1986. 224p.

FEARNSIDE, P. M. The future of the brazilian Amazon. **Science Online**, v.291, n.5503, p.438, 2001.

FEARNSIDE, P. M. O avanço da soja como ameaça à biodiversidade na Amazônia. In: SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO, 5., 2000, Vitória. **Anais**. Vitória: 2000. v.1. p.74-82.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.575-583, 2003

FORMAN, R.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986. 619p.

FORMAN, R.; GODRON, M. Patches and structural components for a landscape ecology. **Bioscience Journal**, v.31, n.10, p.733-740, 1981

GIRARDI, A. C.; SANTOS, R. F.; MANTOVANI, W. Subsídios metodológicos para o planejamento e gestão de restingas - estudo de caso - Bertioga, SP. In: MANTOVANI, W. (Org.). **Caminhos de uma ciência ambiental**. São Paulo: Annablume, 2005. v.1. p.321-344.

GOMES, L. J.; CARMO, M. S.; SANTOS, R. F. Conflitos de interesses em unidades de conservação do município de Parati, Estado do Rio de Janeiro. **Informações Econômicas**, v.34, n.6, p.17-27, 2004.

IBAMA. **Plano de Manejo**: Parque Nacional da Serra da Bocaina. Brasília: IBAMA/PRÓ-BOCAINA, 2001. 6v.

LIDICKER JR., W.Z. Responses of mammals to habitat edges: an overview. **Landscape Ecology**, v.14, n.4, p.333-343, 1999.

LOVETT, G. M. et al. **Ecosystem function in heterogeneous landscapes**. New York: Springer, 2005.

MAGALHÃES, B. **Expansão geográfica do Brasil colonial**. 4.ed. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1978. 348p.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, v.71, n.3, p.445-463, 1999.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v.1, n.1/2, 2001. (on line),

MURCIA, C. Edges effects in fragmented forests: implications for conservation. **Revista TREE**, v.10, n.2, p.58-62, 1995.

PECCININI, A. A.; PIVELLO, V. R. Evolução temporal das áreas florestais e uso das terras no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 8., 2000, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: 2000. p.94-95.

RANTA, P. et al. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v.7, n.3, p.384-403, 1998.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; REZENDE, S. B. Pedossistemas da Mata Atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.261-269, 2002.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia** – ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1997. p.9-13.

SANTOS, M. A. **Construção de cenários em ambiente SIG para avaliar mudanças de uso das terras induzidas por usinas hidrelétricas na região agrícola de Andradina-SP**. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SANTOS, R. F.; MANTOVANI, W. Seleção de reservas florestais para conservação in situ através de indicadores espaciais. **Revista do Instituto Florestal**, v.11, n.1, p.91-103, 1999.

SHIDA, C. N.; PIVELLO, V. R. Caracterização fisiográfica e de uso das terras da região de Luiz Antonio e Santa Rita do Passa Quatro-SP, com uso de sensoriamento remoto e SIG. **Investigaciones Geográficas Boletín**, n.49, p.27-42, 2002.

TROMBULAK, S. C.; FRISSEL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v.14, n.1, p.18-30, 2000.

WOLFF, A. et al. Landscape context and little bustard abundance in a fragmented steppe: implications for reserve management in mosaic landscapes. **Biological Conservation**, v.107, n.2, p.211-220, 2002

VELÁZQUEZ, A. et al. Effects of landscape changes of mammalian assemblages at Izta-Popo Volcanoes, México. **Biodiversity and Conservation**, v. 1, n.1, p. 1-17, 2000.

YAHNER, T. G. et al. Cultural landscapes and landscape ecology in contemporary greenway planning, design and management: a case study. **Landscape and Urban Planning**, v.33, n.1-3, p.295-316, 1995.