

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO
DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO E AMBIENTE

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS E DE FRAGMENTAÇÃO COMO
SUBSÍDIO AO MANEJO E À PROTEÇÃO DA PAISAGEM
Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Mambucaba

EUNICE REIS BATISTA

CAMPINAS/SP
2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO
DEPARTAMENTO DE SANEAMENTO E AMBIENTE

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS E DE FRAGMENTAÇÃO COMO
SUBSÍDIO AO MANEJO E À PROTEÇÃO DA PAISAGEM
Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Mambucaba

Orientada: EUNICE REIS BATISTA
Orientadora: Profa. Dra. ROZELY FERREIRA DOS SANTOS

Dissertação de Mestrado apresentada à comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Saneamento e Ambiente.

CAMPINAS/SP

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

B313a Batista, Eunice Reis
Avaliação de cenários e de fragmentação como subsídio ao manejo e à proteção da paisagem. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Mambucaba / Eunice Reis Batista.--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Rozely Ferreira dos Santos.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Ciências ambientais. 2. Paisagem proteção. 3. Política ambiental. 4. Recursos naturais - conservação. 5. Áreas de conservação de recursos naturais. I. Santos, Rozely Ferreira dos. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Titulo em Inglês: Scenarios and fragmentation evaluation as subsidy to management and protection of the landscape. Study area: the Mambucaba River Watershed

Palavras-chave em Inglês: Environmental sciences, Landscape, Environmental policy, Conservation of natural resources, Conservation areas, Natural resources.

Área de concentração: Saneamento e Ambiente.

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Ana Inés Borri Genovez, João dos Santos Vila da Silva

Data da defesa: 25/8/2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

**AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS E DE FRAGMENTAÇÃO COMO
SUBSÍDIO AO MANEJO E A PROTEÇÃO DA PAISAGEM**
Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Mambucaba

EUNICE REIS BATISTA

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Profª Dra. Rozely Ferreira dos Santos
Presidente e Orientadora – FEC-UNICAMP

Profª Dra. Ana Inés Borri Genovez
FEC-UNICAMP

Dr. João dos Santos Vila da Silva
EMBRAPA-Campinas-SP

Campinas, 25 de agosto de 2005

AGRADECIMENTOS

A todos os que colaboraram, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE QUADROS E TABELAS | vii |
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| RESUMO | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 3 |
| 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 4 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS | 8 |
| 4.1 Caracterização e histórico da área de estudo | 8 |
| 4.2 Construção do cenário passado | 11 |
| 4.3 Construção do cenário recente | 14 |
| 4.4 Construção e comparação dos cenários | 15 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 16 |
| 5.1 A extensão e forma da paisagem | 16 |
| 5.2 A variabilidade natural dos componentes da paisagem | 16 |
| 5.3 A complexidade natural do cenário passado da paisagem | 25 |
| 5.4 O processo histórico de transformação da paisagem | 36 |
| 5.5 O processo de fragmentação, a nova matriz e a distribuição dos fragmentos florestais | 38 |
| 5.6 Estimativas sobre a fragmentação e manejo das unidades de paisagem | 51 |
| 5.7 A nova paisagem: algumas implicações funcionais do mosaico da paisagem | 55 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 62 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | |
| ANEXO | |

LISTA DE QUADROS E TABELAS

| | pág. |
|---|------|
| Quadro 1. Características cartográficas dos mapas temáticos utilizados | 12 |
| Tabela 1. Substrato rochoso na bacia hidrográfica Mambucaba | 19 |
| Tabela 2. Principais tipos de solo na bacia hidrográfica Mambucaba | 22 |
| Tabela 3. Área total de cada tipo de geo-unidade | 27 |
| Tabela 4. Número e região de localização de subunidades das geo-unidades | 28 |
| Tabela 5. Unidades de paisagem do cenário passado | 31 |
| Tabela 6. Uso e cobertura da terra | 40 |
| Tabela 7. Unidades de paisagem do cenário recente | 45 |

| LISTA DE FIGURAS | pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Localização do Parque Nacional da Serra da Bocaina | 9 |
| Figura 2. Bacia hidrográfica Mambucaba | 17 |
| Figura 3. Substratos geológicos da bacia hidrográfica Mambucaba | 20 |
| Figura 4. Feições geomorfológicas da bacia hidrográfica Mambucaba | 21 |
| Figura 5. Tipos de solo presentes na bacia hidrográfica Mambucaba | 23 |
| Figura 6. Cobertura vegetal hipotética da bacia hidrográfica Mambucaba | 24 |
| Figura 7. Mapa de geo-unidades de paisagem da bacia hidrográfica Mambucaba | 26 |
| Figura 8. Geo-unidades subdivididas em função da variação fito-fisionômica | 30 |
| Figura 9. Mapa de cobertura vegetal e uso e ocupação da terra | 39 |
| Figura 10. Uso e cobertura do solo da bacia Mambucaba nos diferentes cenários | 41 |
| Figura 11. Representação dos 111 tipos de unidades de paisagem do cenário recente | 44 |
| Figura 12. Vias de acesso da bacia hidrográfica Mambucaba | 50 |

RESUMO

Batista, Eunice Reis. Avaliação de Cenários e de Fragmentação Como Subsídio ao Manejo e à Proteção da Paisagem-Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Rio Mambucaba. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 2005, 60 p. Dissertação.

Planejar uma unidade de conservação é, entre outras atribuições, demonstrar a riqueza de ambientes e a variedade de unidades de paisagem, ocorrentes no passado ou no presente. Comparar cenários passados e presente, visando obter medidas para a conservação futura, não é uma tarefa simples. A Ecologia da Paisagem é uma teoria que vem auxiliando a compreender tais relações, pela análise da complexidade e da multiplicidade dos fatores que atuam no meio. Nesta direção, este estudo teve por objetivo construir e analisar cenários da 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 foi o estudo de caso. Ela ocupa cerca de 67% de toda a extensão do Parque Nacional da Serra da Bocaina, que representa um importante reduto de Mata Atlântica e fonte de abastecimento de diversas comunidades litorâneas. Essa bacia hidrográfica é bastante representativa das alterações humanas na paisagem do Parque. A combinação de diversos mapas temáticos permitiu evidenciar uma grande variabilidade de ambientes resultante de fatores biofísicos (geologia, geomorfologia, solos, hidrografia e cobertura vegetal) e sócio-econômicos (uso e ocupação da terra). Uma grande complexidade ambiental foi verificada no cenário passado (considerado livre de pressões antrópicas) dado o número elevado (84) de tipos de unidades de paisagem obtido. No cenário atual a paisagem apresentou-se ainda mais variável e complexa (111 tipos de unidades de paisagem identificadas) devido às interferências de origem humana que têm comprometido seriamente a conservação dos recursos ambientais da área de estudo e, por extensão, de todo o Parque. As vias de acesso foram apontadas como estruturas responsáveis pela origem e distribuição de impactos negativos por toda a bacia hidrográfica Mambucaba. A metodologia utilizada mostrou-se rápida e eficiente na caracterização da paisagem, no diagnóstico do nível de degradação e na indicação de medidas de recuperação e conservação para unidades de paisagem específicas da área de estudo.

Palavras chave: ecologia da paisagem, fragmentos florestais; planejamento ambiental.; unidades de conservação.

BATISTA, EUNICE REIS. SCENARIOS AND FRAGMENTATION EVALUATION AS SUBSIDY TO MANAGEMENT AND PROTECTION OF THE LANDSCAPE. STUDY AREA: THE MAMBUCABA RIVER WATERSHED. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 2005, 62p. Dissertação.

ABSTRACT

Environmental planning in protected areas it is, beyond others attributions, to present the environment richness and variety of landscape units, in the past or presents. We need to compare these scenarios to get plans for future conservation. The Landscape Ecology is a theory that help us to understand such relationships, trough the analysis of complexity and multiplicity of the factors that act in the environment. In this sense, the objectives of this research were evaluate landscape scenarios, based on landscape studies and using a geographic information system. The Mambucaba river watershed was the studied area. It occupies over 67% of the "Serra da Bocaina" National Park , which represents an important redoubt of Atlantic Forest and water source to the diverse littoral communities. This watershed is a representation of the human alterations in this park. The combination of diverse thematic maps allowed to evidence a great environmental variability of the biophysical factors linked to geology, geomorphology, pedology, hydrography, land use and cover land. A great environmental complexity was verified in the original scenario (free of the human pressures). It was observed 84 kinds of landscape units. In the recent scenario, the landscape presented even more variability and complexity (111 landscape units). It was consequence of human interferences in the past and present, that threated seriously the conservation of the environmental resources of the study area and, for triggered, all the park. The trails had been pointed as structures responsible to the origin and distribution of the negative impacts for all the basin. The methodology was efficient in the landscape characterization and forest degradation diagnosis. It was possible to show proposals about recovery and conservation in specific landscape units.

Words key: landscape ecology, forest, patches, environmental planning, conservation units.

1. INTRODUÇÃO

Os paradigmas de desenvolvimento no Brasil estimularam a exploração descontrolada flora, fauna, recursos hídricos e minerais, bem como a posse indevida de faixas terras. A exploração desses recursos e a ocupação humana do território descaracterizaram totalmente a paisagem ambiental, especialmente pela modificação da cobertura vegetal original.

Na tentativa de recuperar, ou pelo menos manter a qualidade dos recursos naturais, algumas porções do território brasileiro foram convertidas em Unidades de Conservação (UC's) de diversas categorias segundo o grau de interferência humana permitido nessas áreas. Entre as categorias de UC's estão os Parques Nacionais, cujos objetivos são a preservação dos recursos naturais de forma a garantir a representação de seus ecossistemas de forma mais íntegra possível.

São poucas as unidades de conservação que respondem, efetivamente, aos seus objetivos. É comum encontrar sinais de impactos negativos, que perduram durante longos períodos, muitos apresentados como “sem solução”, como é o caso de vias de acesso, usadas por moradores da unidade e de seu entorno. O Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) é um exemplo típico das alterações antrópicas causadas em função da ocupação e exploração descontrolados que até os dias atuais, a despeito da legislação ambiental vigente, continuam a comprometer a recuperação e manutenção de seus recursos naturais a médio e longo prazos.

A bacia hidrográfica Mambucaba é uma paisagem de extrema importância para a existência e conservação do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Por que? Porque se pode constatar que ela apresenta diversas características peculiares importantes para a conservação da biodiversidade, relacionadas ao tamanho, disposição, variabilidade e complexidade natural, resquícios da história natural e do homem, além de modificações antrópicas recentes em sua composição, as quais contribuíram para tornar a paisagem funcionalmente mais complexa.

Como citam Cocklin et al. (1992), a qualidade ambiental não é o produto de impactos individuais independentes, uma vez que as mudanças são conseqüências do efeito combinado das interferências de degradação presentes e passadas. Girardi (2001) lembra que uma das tarefas do planejador de uma área a ser conservada é de 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. Ela reforça que “...o mapeamento histórico e posterior construção de cenários constituem-se em instrumentos de suma importância nos

processos de planejamento, uma vez que este instrumento auxilia na compreensão da dinâmica das atividades humanas no passado e seus possíveis efeitos no presente.”

Comparar cenários passados e presente, visando obter medidas para a conservação futura, não é uma tarefa fácil. Um dos fatores é a dificuldade de avaliar e fazer paralelos sobre a complexidade crescente (ou decrescente) entre os cenários.

A ecologia de paisagem estuda a estrutura, a função e a dinâmica de áreas heterogêneas composta por ecossistemas interativos (Forman e Godron, 1986; Metzger, 2001 e Primack e Rodrigues, 2001). Essa teoria vem sendo considerada de grande potencial contribuinte no processo de planejamento ambiental, ao fornecer procedimentos analíticos que permitem observar, sistematizar e analisar a complexidade e a multiplicidade dos fatores que atuam no ambiente estudado (Botequilha Leitão & Aher 2002). Sob a abordagem geográfica dessa teoria, uma paisagem deve ser analisada considerando o espaço tridimensional, em uma escala mais ampla – como uma bacia hidrográfica – e analisando as relações entre a disposição espacial dos distintos usos e ocupações da terra com os processos ecológicos de interesse. Sob esse conjunto de estratégias, avalia-se a estrutura espacial da paisagem e suas modificações no tempo, procurando-se verificar a relação da composição e disposição dos elementos no território com as relações entre elementos e os processos ecológicos. Ao ilustrar a complexidade dessas relações (ou processos), sob um enfoque espacial mais amplo, a ecologia de paisagem contribui na geração de informações que possam subsidiar planos de conservação e/ou de preservação de recursos naturais em diferentes escalas de abrangência.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo foi evidenciar e comparar a complexidade natural e a resultante das interferências humanas de uma paisagem, por meio da construção de cenários e definição de unidades de paisagem de acordo com a abordagem geográfica da ecologia de paisagem, de maneira a subsidiar a tomada de decisão sobre manejo e proteção em uma unidade de conservação. O estudo de caso foi a bacia hidrográfica do rio Mambucaba.

Em função dos resultados obtidos, sugerir propostas para delimitação de zonas ou medidas de manejo, visando a recuperação e a conservação de recursos naturais do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

De acordo com Metzger (2001) existem diferentes abordagens teóricas em ecologia de paisagem: uma abordagem geográfica, em que a paisagem resulta da interação homem x natureza; e a abordagem ecológica, que se preocupa com as conseqüências do padrão espacial dos elementos da paisagem nos processos ecológicos. Para integrar os diferentes tipos de abordagem, Metzger propõe uma noção integradora da paisagem, a qual seria assim, um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo essa heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e sob uma determinada escala de observação.

As unidades interativas, de acordo com Metzger (1999 e 2001) podem ser ecossistemas, unidades de vegetação ou de uso e ocupação do solo e são definidas por atributos espaciais, tais como grau de fragmentação, de proximidade, de conectividade e outros. Os limites entre essas unidades interativas da paisagem são definidos por três fatores: os abióticos (relevo, solo, dinâmica hidro-geomorfológica, parâmetros climáticos, etc), perturbações naturais (fogo, tornados e erupções vulcânicas, por exemplo) ou antrópicas (criação de reservatórios, desmatamentos, implantação de vias de acesso, infraestrutura urbana e outros). A ecologia da paisagem reconhece ainda uma dependência entre as unidades de paisagem. O funcionamento de uma unidade de paisagem depende das interações que ela mantém com a unidade de paisagem vizinha.

Adicionalmente, Barrett e Bohlen (1991) afirmam que a ecologia da paisagem considera as interações e modificações temporais e espaciais na paisagem, a influência da heterogeneidade espacial nos processos bióticos e abióticos, e o manejo dessa heterogeneidade em benefício e sobrevivência das sociedades.

A fim de abordar as interações anteriormente citadas, a ecologia de paisagem procura distinguir as paisagens de acordo com o modelo matriz - manchas ("patches") - corredores. A matriz é o elemento predominante, pode ser áreas naturais ou antropizadas, cuja característica é a regulação das funções da paisagem tais como o fluxo de matéria, energia e espécies. As manchas são áreas não lineares que diferem da matriz adjacente e se caracteriza pela ruptura ou descontinuidade em relação à unidade de paisagem. Os corredores são faixas lineares de larguras variáveis que diferem da matriz e podem conectar populações de espécies animais ou vegetais (Metzger, 1999; 2001; Forman e Godron, 1986). Trilhas ou vias-verdes podem ser

planejadas e construídas para funcionarem como corredores da paisagem. Neste caso, de acordo com Yahner *et al* (1995) o planejamento e a construção de corredores devem priorizar a conservação e interpretação da paisagem em seus aspectos histórico e cultural, bem como a redução do processo de fragmentação florestal e o aumento da diversidade biológica.

A partir das premissas anteriores diversos estudos têm sido realizados no sentido de construir e avaliar as unidades de paisagens e suas complexas interações.

No exterior, Bryce e Clark (1996) através da integração de múltiplas fontes de dados tais como clima, geologia, tipos de solos e rede hidrográfica, delimitaram unidades de paisagem denominadas ecorregiões com o objetivo de orientar ações de manejo de recursos naturais.

Armstrong e Hensbergen (1999) fizeram o mapeamento de tipos de uso do solo através da combinação de mapas de topografia, geologia, pluviosidade anual e cobertura vegetal, além de dados bibliográficos sobre espécies de plantas e animais. A análise cruzada desses temas resultou na determinação de unidades prioritárias para conservação da biodiversidade de campos de altitude da África do Sul.

Dorney (1989) enfatiza que o conceito de “evolução cultural da paisagem” é útil em processos de planejamento ambiental uma vez que enfoca a discussão em torno do passado, presente e futuro das interferências humanas. Essa discussão resulta na constituição de cenários que podem indicar os usos apropriados e inapropriados do território e de seus recursos.

Portanto, o planejador deve detectar as forças que determinam a trajetória evolutiva da paisagem e concentrar esforços nos pontos críticos dessa trajetória numa ação preventiva.

A construção de cenários também possibilita a simulação de efeitos espaço-temporais, auxiliando a tomada de medidas preventivas ou minimizadoras de impactos ambientais. Nesse sentido, Dale (1994) simulou a perda de habitats na Amazônia dentro de 40 anos sob três cenários diferentes de uso do solo. Considerando os requerimentos ideais para inter-cruzamento de indivíduos e os possíveis efeitos de borda, a proporção de habitats deverá diminuir para 39% dos atuais remanescentes florestais.

Olsson *et al* (2000) através da interpretação de uma série histórica de trinta anos avaliaram a mudança de padrões no uso das terras nas montanhas da Noruega. Os autores indicam que as mudanças nas atividades tradicionais das comunidades locais estariam causando a diminuição da diversidade da paisagem, que culminariam na extinção de diversas espécies endêmicas.

Velázquez *et al* (2000) estudaram os efeitos da fragmentação da paisagem sobre populações de mamíferos em cenários construídos em duas épocas diferentes. Além de verificar

mudanças na cobertura vegetal o estudo procurou detectar a distribuição de mamíferos em paisagens similares. O autor comenta a eficiência do processo de modelamento da paisagem para fins conservacionistas.

Uma vez que a paisagem resulta não só de combinações automáticas de mapas temáticos, mas também das intervenções antrópicas através dos tempos, diversos autores apontam a importância de se avaliar a evolução da paisagem sob uma perspectiva histórica. Segundo Gulinck (2002) interpretações culturais e a dimensão histórica da paisagem são fatores importantes na determinação de referências adequadas ao estudo das modificações da paisagem.

No Brasil, Santos e Pedreira (1997) avaliaram as perdas em área e a evolução da degradação ambiental das florestas ocorrentes nas bacias do rio Atibaia e Ribeirão quilombo entre 1965 e 1990, enfocando o crescimento da cultura de cana-de-açúcar e da especulação imobiliária na região.

Fiers e Rosa (1999) acompanharam a evolução do uso e ocupação das terras em uma área do município de Bertiooga-SP, que compreende a bacia do Itapanhaú, procurando identificar as principais transformações na paisagem e potenciais conseqüências futuras.

Peccinini e Pivello (2000) avaliaram a evolução temporal dos padrões de uso das terras do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga e seu reflexo na degradação da cobertura vegetal do Parque.

Girardi (2001) construiu cenários históricos para avaliar impactos e indicar áreas potenciais para conservação em florestas de restingas situadas no município de Bertiooga-SP. A metodologia utilizada identificou com precisão áreas de restingas que sofreram impactos no passado além de apontar tendências no estado de conservação dessa vegetação.

Shida e Pivello (2001) realizaram a caracterização fisiográfica e de uso das terras da região de Luiz Antônio e Santa Rita do Passa Quatro, interior de São Paulo, utilizando sensoriamento remoto e SIG. As autoras delimitaram unidades homogêneas analisadas quanto a declividade, geomorfologia, pedologia e uso e ocupação das terras. Através de testes estatísticos e matrizes de contingência, foi possível concluir que a ocupação das terras foi influenciada especialmente pelo tipo de solo, em seguida pelo relevo e pela declividade.

Gomes (2002) utilizou como ferramenta a análise da paisagem, fundamentada na construção de cenários, para relacioná-los ao histórico e informações sócio-econômicas de assentamentos humanos no município de Parati-RJ. Um dos objetivos foi classificar os conflitos

de uso existentes nas comunidades assentadas em áreas de preservação de Mata Atlântica pertencentes ao Parque Nacional da Serra da Bocaina, apontando ações para resolução desses conflitos.

Através da construção de cenários sucessivos dos últimos 40 anos, Santos (2002) analisou as modificações da paisagem de uma área agrícola situada no oeste paulista. Através de operações com mapas em ambiente SIG, o autor verificou que a construção de usinas hidrelétricas provocou profundas transformações na região, principalmente em função da migração da mão de obra, do campo para a construção civil, além da geração de diversos outros impactos de natureza ambiental ou econômica.

Os trabalhos acima citados focalizam a evolução temporal e espacial do uso da terra e de seus recursos naturais, principalmente da cobertura vegetal, partindo do princípio que o entendimento do passado é essencial para entender os padrões de uso e ocupação. A compreensão da dinâmica evolutiva da paisagem é, portanto, um fator chave na tomada de decisões em processos de planejamento ambiental.

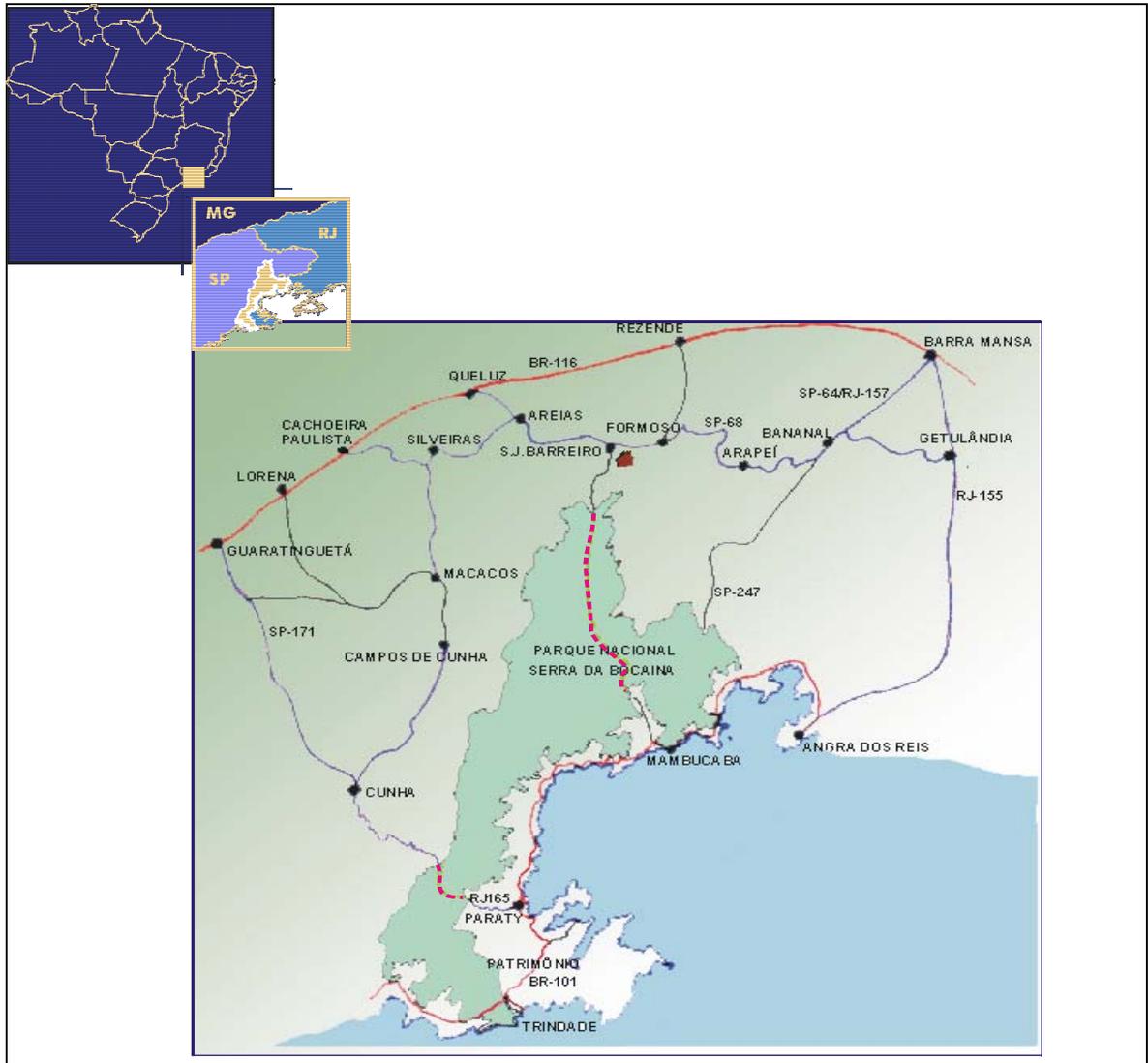
4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA DE ESTUDO.

O Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) está localizado entre as coordenadas 22°40' e 23°20'S e 44° 24'e 44°54'W, na divisa entre os Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, sendo circundado por importantes núcleos populacionais, como Angra dos Reis, Mambucaba, Paraty, Ubatuba, Cunha, Areias, São José do Barreiro e Bananal (Figura 1). Para estes centros, a conservação do Parque é vital, uma vez que concentra grande parte das nascentes que fornecem ou podem fornecer água potável à população. Contém os cursos dos rios Mambucaba, Bracuí, Barra Grande, Perequê-Açu, Iriri, Promirim, Paraitinga, Paraibuna e cabeceiras do rio Paraíba do Sul, além das praias do Cachadaço, do Meio e Ilha da Trindade.

O PNSB está detalhadamente descrito nos seis encartes do Plano de Manejo da unidade de conservação (IBAMA,2001). Este documento evidencia que o Parque representa um importante fragmento do Domínio da Mata Atlântica, agrupando ampla diversidade de tipos vegetacionais, grandes extensões contínuas de áreas florestadas, sob diversos domínios geomorfológicos, abrangendo desde áreas costeiras até vertentes íngremes no alto do planalto dissecado da Bocaina. É considerado um dos principais redutos de Floresta Atlântica, coberto pela Floresta Ombrófila Densa (Submontana, Montana e Alto Montana), Floresta Ombrófila Mista Alto Montana e Campos de Altitude, ainda em bom estado de conservação, apesar de inúmeros pontos de interferência humana. É um território com endemismos, refúgios ecológicos e espécies ameaçadas de extinção.

A criação do PNSB se deu através do Decreto Federal nº 68.172, de 04 de fevereiro de 1.971, com área de 134.000 ha, sendo posteriormente modificado pelo Decreto Federal nº 70.694, de 08 de junho de 1.972, totalizando uma área de 104.000 ha, da qual cerca de 60% localiza-se no Estado do Rio de Janeiro e 40% no Estado de São Paulo.



Convenções:



PNSB



PNSB Sede S. J. Barreiro

● Sede dos
Municípios e
Distritos

Legenda:

 Rodovia federal
pavimentada

 Rodovia estadual e
Municipal pavimentada

 Rodovia estadual e
Municipal não pavimentada

 Trilha



N

Sem
escala

Figura 1: Localização do PNSB

Fonte: Plano de Manejo, IBAMA, 2001.

O PNSB é habitado por um número indeterminado de moradores, sendo que parte deles já ocupava o local quando da implantação da unidade de conservação. O complexo problema de

ocupação se inicia em função dos limites geográficos do Parque, que são imprecisos, desconhecidos ou ignorados pela população, fato agravado pela ausência de demarcação física.

A complexidade da situação fundiária do PNSB é o seu principal problema. Esta situação está diretamente relacionada ao quadro de impactos decorrentes das formas de ocupação humana na área.

Os principais e mais preocupantes impactos constatados no PNSB estão relacionados a atividades como: abertura de trilhas e caminhos, extração vegetal, constantes queimadas, construções civis, caça, pesca, canalização, barramento de canais fluviais, turismo e visitação descontrolados. Grande parte desses impactos concentra-se na bacia hidrográfica do rio Mambucaba, razão pela qual esta dissertação tem como área de estudo essa bacia hidrográfica, localizada no Parque Nacional da Serra da Bocaina.

A bacia Mambucaba é a mais preocupante do ponto de vista da qualidade de suas águas, pelo fato de suas nascentes estarem localizadas a montante dos limites do PNSB. Por outro lado ela é considerada uma das mais importantes entre as bacias hidrográficas, pois compreende grande parte do parque em sentido norte-sudeste.

A conservação dos recursos hídricos da bacia Mambucaba, e de suas sub-bacias é de extrema importância para garantir a disponibilidade de água superficial para a região litorânea situada na Zona de Amortecimento do PNSB, especialmente a baía de Ilha Grande (RJ).

4.2 CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO PASSADO

Esta fase de trabalho foi realizada para ilustrar a complexidade natural de uma determinada paisagem, a bacia hidrográfica do rio Mambucaba, através da construção de um cenário passado hipotético, supondo-se total ausência de interferências humanas, ou seja, máxima preservação dos recursos naturais. Para tanto, foram realizadas 4 etapas:

Etapa A. Delimitação e recorte da bacia hidrográfica do rio Mambucaba

A partir do mapa digital referente às bacias hidrográficas do PNSB (IBAMA, 2001), em formato DXF, foi feito o corte referente ao território da bacia hidrográfica do rio Mambucaba. O vetor obtido foi rasterizado e georreferenciado, gerando-se a imagem denominada "Limite", contendo as coordenadas georreferenciadas da área de estudo. Essas operações foram realizadas no *software* do sistema de informações geográficas (SIG) IDRISI *for Windows* 2.0.

Etapa B . Obtenção das geo-unidades

Os mapas temáticos digitais "Geologia", "Geomorfologia" e "Pedologia" referente ao PNSB (IBAMA, 2001) originalmente em formato DXF (*software* Autocad R14 e Autocad 2000) , foram exportados para o SIG IDRISI. Nesse SIG, foi realizada a sobreposição da imagem "Limite" em cada um dos mapas temáticos, obtendo-se assim a delimitação da área de estudo. Os mapas resultantes foram denominados "Geo", "Geomorfo" e "Pedo"

O mapa temático "Geo " foi reclassificado, no SIG IDRISI, reduzindo-se as categorias 'sedimentos colúvio-aluvionares' e 'aluviões' a uma única categoria, em virtude das semelhanças estruturais entre essas categorias geológicas na área de estudo. De forma semelhante foram reclassificadas as categorias referentes a "granito" em uma só categoria. O mapa "Geo" reclassificado, foi cruzado (comando *cross-tab*) com o mapa temático "Geomorfo". Ao produto obtido foi cruzado , em seguida, o mapa temático "Pedo". O mapa resultante foi denominado "Geo-unidades da paisagem", título referente aos polígonos obtidos, que representam a complexidade territorial do meio físico.

O Quadro 1 enumera as características cartográficas dos mapas temáticos de hidrografia, geologia, geomorfologia e pedologia.

Quadro 1: Características cartográficas dos mapas temáticos utilizados.
Fonte: Plano de Manejo do PNSB (IBAMA,2001)

| Características cartográficas | Descrição |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Sistema de projeção | UTM |
| Datum | Horizontal: Córrego Alegre (Zona 23) |
| Escala | 1:50.000 |
| Resolução espacial | 30m |
| Ano de referência | 2000 |

Etapa C . Espacialização da cobertura vegetal natural

A partir de informações bibliográficas sobre a cobertura vegetal original da linha litorânea brasileira e das observações em campo dos remanescentes vegetais (IBAMA,2001)foi elaborado um mapeamento hipotético da cobertura vegetal do cenário passado supondo a ausência de interferências antrópicas. O critério adotado para definir as diferentes fisionomias da vegetação foi delimitá-las a partir das curvas de nível, e eventualmente o tipo de solo, resultando nas seguintes faixas de cobertura:

- Nível do mar até 20m: essa faixa seria correspondente às áreas de mangues e restingas e cobriria praticamente toda a região localizada a sudeste sobre o tipo de solo neoflúvico (RU1).
- Entre 20m e 600m deveria ocorrer a Floresta Ombrófila Densa Sub-montana, localizada a sudeste, ocupando o dissecado do relevo montanhoso e parte dos planaltos.

- Entre 600m e 1500m deveria ocorrer a Floresta Ombrófila Densa Montana, que cobria a maior parte do relevo da bacia Mambucaba.
- A partir de 1500m deveria ocorrer a Floresta Ombrófila Densa Alto-montana, ocupando a porção noroeste com alguns pequenos trechos a sudoeste e leste.
- Também acima de 1.500m deveriam ocorrer os Campos de altitude, que ocupam a porção noroeste da bacia Mambucaba.

Pelo IDRISI, as cotas altimétricas foram adicionadas à imagem “Limite”, resultando no mapa da “Cobertura vegetal hipotética”.

Etapa D . Obtenção das unidades de paisagem

Sobre o mapa “Geo-unidades da paisagem” foi sobreposto o mapa “Cobertura vegetal hipotética” . Baseando-se na teoria da ecologia da paisagem, sob a abordagem geográfica, cada polígono resultante do cruzamento dos temas cartográficos geologia/geomorfologia/pedologia/cobertura vegetal foi considerado uma unidade de paisagem (UP), descrita em função da tipologia e complexidade das combinações resultantes. O mapa temático “Cursos d’água”, obtido de acordo com o mesmo processo metodológico descrito para os mapas anteriores, foi sobreposto ao mapa “Geo-unidades da paisagem”. A identificação dos cursos, somada ao conhecimento sobre planícies fluviais e distribuição das matas ciliares na região permitiu, hipoteticamente, identificar os corredores naturais da paisagem.

Para toda a paisagem e para cada polígono (unidade da paisagem) foram reconhecidas a matriz, as manchas e os corredores. Desta forma, cada unidade de paisagem foi, na verdade, reconhecida como uma paisagem em si mesma, para que se possa interpretar a heterogeneidade mesmo em espaços de aparência “homogênea”. Todos os dados foram transferidos para planilhas do aplicativo *Excell*.

4.3 CONSTRUÇÃO DO CENÁRIO RECENTE

O cenário recente, considerando-se o ano base de 2001, foi construído por meio de 3 etapas:

Etapa A. Espacialização do uso e ocupação da terra

O mapa digital “Cobertura vegetal e uso do solo” referente ao PNSB (IBAMA, 2001, escala 1:50.000, interpretado da imagem do satélite Landsat 7, de 2001) foi exportado para o SIG IDRISI. Nesse SIG, foi realizada a sobreposição do mapa “Limite”, obtendo-se assim o mapa “Uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica Mambucaba”.

As informações sobre uso e ocupação foram complementadas por inúmeras visitas a campo. Foram percorridos as principais trilhas e pontos turísticos do PNSB.

Etapa B. Obtenção das unidades de paisagem

O mapa “Uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Mambucaba” foi sobreposto pelo comando *cross-tab* do IDRISI ao mapa “Geo-unidades da paisagem” obtido na construção do cenário passado, conforme item 4.2. O produto foi denominado “Unidades de paisagem do cenário recente”, uma vez que cruza as informações sobre o uso e ocupação ocorrente em 2001 com as características físicas mantidas no território.

De acordo com procedimento descrito anteriormente, o mapa “cursos d’água” foi sobreposto ao mapa “Unidades de paisagem do cenário recente” com a finalidade de se identificar e caracterizar os corredores atuais da paisagem, com os atuais remanescentes de matas ciliares. No entanto, o campo evidenciou a presença marcante de um outro tipo de corredor na região: as trilhas. Desta forma, o mapa “Vias de acesso” referente ao PNSB (IBAMA, 2001, escala 1:25.000) foi sobreposto à imagem “Limite” obtendo-se assim, exclusivamente, as vias de acesso presentes na bacia hidrográfica do rio Mambucaba. O mapa resultante, quando sobreposto ao mapa “Unidades de paisagem do cenário recente”, resultou na identificação de novos corredores da paisagem, inexistentes nas unidades de paisagem do cenário passado.

Para toda a paisagem e para cada polígono foram reconhecidas a matriz, as manchas e os corredores. Desta forma, cada unidade de paisagem foi, na verdade, reconhecida como uma paisagem em si mesma, para que se possa interpretar a heterogeneidade mesmo em espaços de aparência “homogênea”. Todos os dados foram tabulados em planilhas do aplicativo *Excell*.

4.4 CONSTRUÇÃO E COMPARAÇÃO DOS CENÁRIOS

Para comparar e interpretar os mapas de unidades de paisagem como cenários, passado ou recente, foi realizado um levantamento bibliográfico do histórico da ocupação na região. Foram visitadas bibliotecas e realizadas entrevistas não estruturadas com a população local, de modo a se obter informações sobre os ciclos econômicos e políticas públicas que passaram nessa região e aspectos que evidenciassem as características atuais da ocupação e uso da terra, como os processos de divisão da terra, o desmatamento das áreas naturais, as características das propriedades, entre outros. As informações obtidas foram agrupadas de forma a fornecer uma visão global das transformações ocorridas. Foram comparadas e, quando possível, quantificadas as diferenças de resultados entre os dois períodos analisados, com enfoque nos impactos causados à paisagem. Sempre que possível, buscou-se identificar os fatores que proporcionaram tais diferenças. O resultado deste trabalho foi a construção dos cenários e a interpretação das mudanças entre unidades de paisagem.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 A extensão e forma da paisagem

A primeira das características da paisagem estudada é a sua extensão. Ela tem cerca de 73.765ha dentro dos 104.000ha da área total do Parque Nacional da Serra da Bocaina, o que corresponde a 71% do total. É nessa região que, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Nº 9.985/2000) o Parque tem a forma mais adequada para a “preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica...” distendida no eixo leste e oeste. Ao sul, a área do parque prolonga-se na forma de funil ou corredor, estando muito sujeita às ações humanas, principalmente em relação a formação de corredores humanos, como vias de acesso e passagem para moradias.

5.2 A variabilidade natural dos componentes da paisagem

A evolução natural do relevo na paisagem resultou em um elevado número de cursos d'água que, junto às matas ciliares, formam inúmeros e intrincados corredores naturais, representando assim um grande volume de recursos hídricos, tanto para flora e fauna local como para as populações humanas costeiras. Como resultado da história natural observam-se 14 sub-bacias, cujos limites estão total ou parcialmente contidos dentro dos limites do Parque. São elas: Ribeirão Veado, Rio Bonito, Ribeirão Jardim, Rio do Gavião, Rio dos Sete Espetos, Córrego da Roseira, Córrego da Memória, Rio Santo Antonio, Rio Itapetininga, Rio Água Branca, Rio Perequê, Rio Conceição, Rio do Funil e do Alto Curso do Rio da Memória. A figura 2 ilustra a bacia hidrográfica do rio Mambucaba e as sub-bacias.

Sob uma escala ampla de observação, a paisagem Mambucaba apresenta sete diferentes substratos rochosos que compõem 11 feições geomorfológicas (tabela 1 e figuras 3 e 4). Os relevos de montanhas e morros, escarpas, planícies fluviais e cones de dejeção e corpos de talus formam a serra da Bocaina e os morros e morrotes paralelos, morrotes de cimeira, morrotes pequenos e morros dissecados compõem os planaltos isolados. Na porção sudeste da paisagem estão as planícies litorâneas e praias, planícies flúvio-marinhas e planícies de maré.

Nesse conjunto de tipos de substrato e relevo ocorrem três principais tipos de solos (cambissolo, latossolo vermelho-amarelo e neossolo flúvico) caracterizados como rasos na região de escarpas sobre granitos; pouco profundos e profundos no planalto sobre gnaisse e profundos na planície litorânea sobre diversos tipos de sedimentos (tabela 2). Como evidencia a tabela 2 e a figura 5, os tipos de solo apresentam variações em função das diferenças da combinação entre substrato e feição geomorfológica.

As combinações resultantes dos tipos de substrato, relevo e solo ao longo da história evolutiva dessa região determinaram diversas composições dessa paisagem, apontando uma grande variabilidade natural do meio físico, sobre a qual estaria disposta a vegetação atlântica. Hipoteticamente, essa vegetação seria formada por cinco tipos fisionômicos: a vegetação sobre mangue e restingas, que cobriria praticamente toda a região localizada a sudeste sobre planícies e neossolo flúvico (RU1); a Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana, localizada a sudeste, que ocuparia o dissecado do relevo montanhoso e parte dos planaltos, sobre cambissolo e latossolo vermelho-amarelo (CX17 e CX19); a Floresta Ombrófila Densa Montana que cobriria a maior parte da bacia Mambucaba, sobre montanha, morros, morrotes e escarpas em cambissolos (unidades CX4, CX5 e CX17), latossolos vermelho-amarelo (unidades CX8 e CX19); 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-amarelo (unidades CX4 e CX19, respectivamente) e os Campos de Altitude que estariam na porção noroeste da paisagem, sobre montanhas em cambissolos (unidades CX4 e CX5), conforme ilustração da figura 6.

Tabela 1: Substrato rochoso na bacia hidrográfica do rio Mambucaba
(fonte: Plano de Manejo do PNSB, IBAMA,2001)

| Tipos de Substrato | Caracterização |
|---|--|
| Gnaisses | Predominam na parte central, sustentando o relevo da Serrania da Bocaina, e sob a forma de faixas estreitas nas porções sudoeste e sudeste da bacia hidrográfica. |
| Xistos e gnaisses xistosos | Na faixa à esquerda da bacia hidrográfica, sustentando relevos de montanhas, morros e morrotes. |
| Granitos | Ocorrência generalizada sob relevos de montanhas e escarpas, morros e morrotes e ainda formando corpos isolados dentre os quais o Granito Serra da Bocaina (leste e sudeste), o Granito Mambucaba na região das escarpas a sudeste e o Granito Lagoinha a noroeste. |
| Sedimentos colúvio-aluvionares e aluviões | Presentes, principalmente, na forma de cones de dejeção, sendo constituídos por blocos, matacões e seixos de gnaisses e granitos, com fortes evidências de processos fluviais. Os aluviões ocorrem principalmente nas planícies fluviais e na Serrania da Bocaina onde são arenosos ou areno- argilosos e com cascalhos. Ambos ocorrem na região sudeste da bacia Mambucaba com manchas ao norte, noroeste e nordeste. |
| Cordões marinhos e praias | São formados por areias finas constituídas de quartzo, mica e minerais, associados a cordões arenosos que formam planície costeira. Nas depressões entre cordões marinhos ocorrem sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica. |
| Mangues | São representados por argila, silte e grande quantidade de matéria orgânica. Ocorrem junto à desembocadura do rio Mambucaba na região sudeste. |
| Sedimentos flúvio-marinhos | São resultantes do retrabalhamento e deposição fluvial sobre sedimentos marinhos da planície costeira e constituem-se de areia, silte, argila, matéria orgânica e eventuais cascalhos. |

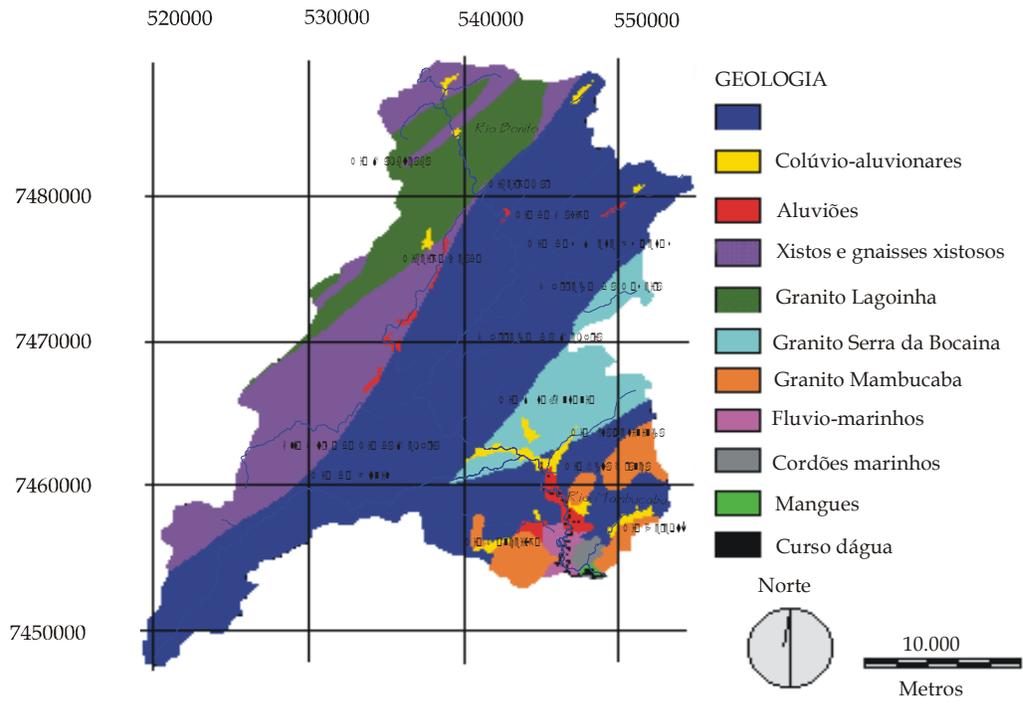


Figura 3: Substratos geológicos da bacia hidrográfica Mambucaba
 Adaptado de: Plano de Manejo do PNSB, IBAMA, 2001)

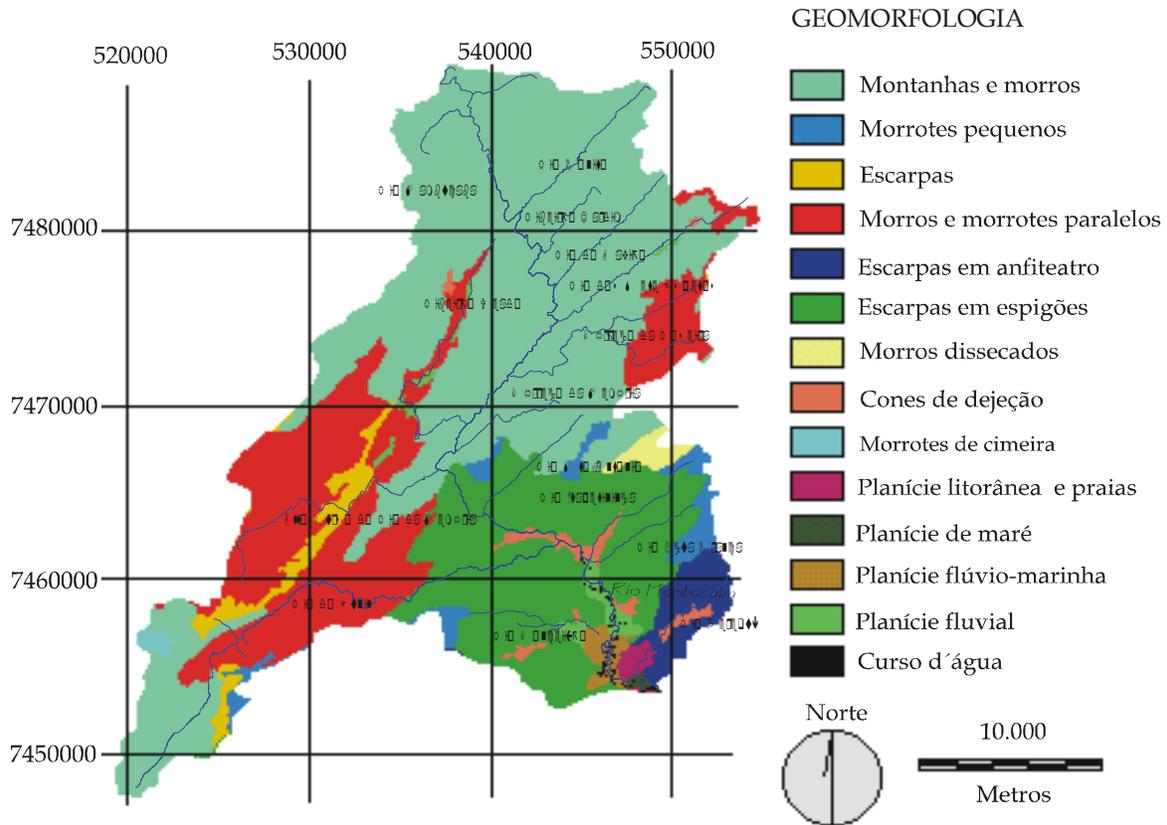


Figura 4. Feições geomorfológicas da bacia hidrográfica Mambucaba (Adaptado de: Plano de Manejo do PNSB, IBAMA, 2001)

Tabela 2: Principais tipos de solo na bacia hidrográfica do rio Mambucaba

(Fonte: Plano de Manejo do PNSB, IBAMA , 2001)

| Tipos de solo | Caracterização |
|------------------------------|--|
| Cambissolos | São caracterizados pela textura média e relação silte/argila elevada, sendo moderadamente drenados e pouco profundos. As unidades CX4 e CX5 são formadas por cambissolos háplicos associados a cambissolos húmicos, ambos distróficos. Essas unidades diferem quanto à movimentação do relevo: a unidade CX5 apresenta cambissolos háplicos sobre relevo montanhoso e escarpado enquanto que, na unidade CX4, estes ocorrem associados ao relevo forte ondulado e montanhoso. Os cambissolos háplicos ocorrem ainda associados a afloramentos rochosos constituindo a unidade CX17 que abrange a região sudeste. |
| Latosolos vermelho- amarelos | Apresentam textura média e argilosa, são profundos, bem estruturados, o que lhes conferem boa drenagem interna, mesmo quando argilosos. Ocorrem associados a cambissolos háplicos nas unidades CX8 e CX19. A unidade CX19 ocorre nos extremos norte e sul-sudeste sobre relevo montanhoso e escarpado. A unidade CX8 ocorre no extremo leste e na região sudoeste sobre relevo forte ondulado. |
| Neossolos flúvicos | Ocorre na porção sudeste constituindo a unidade RU1. Esses solos são formados por sedimentos aluviais (aluviões, cordões marinhos e praias, flúvio-marinhos e mangues), de textura argilosa, média ou arenosa. São solos profundos. |

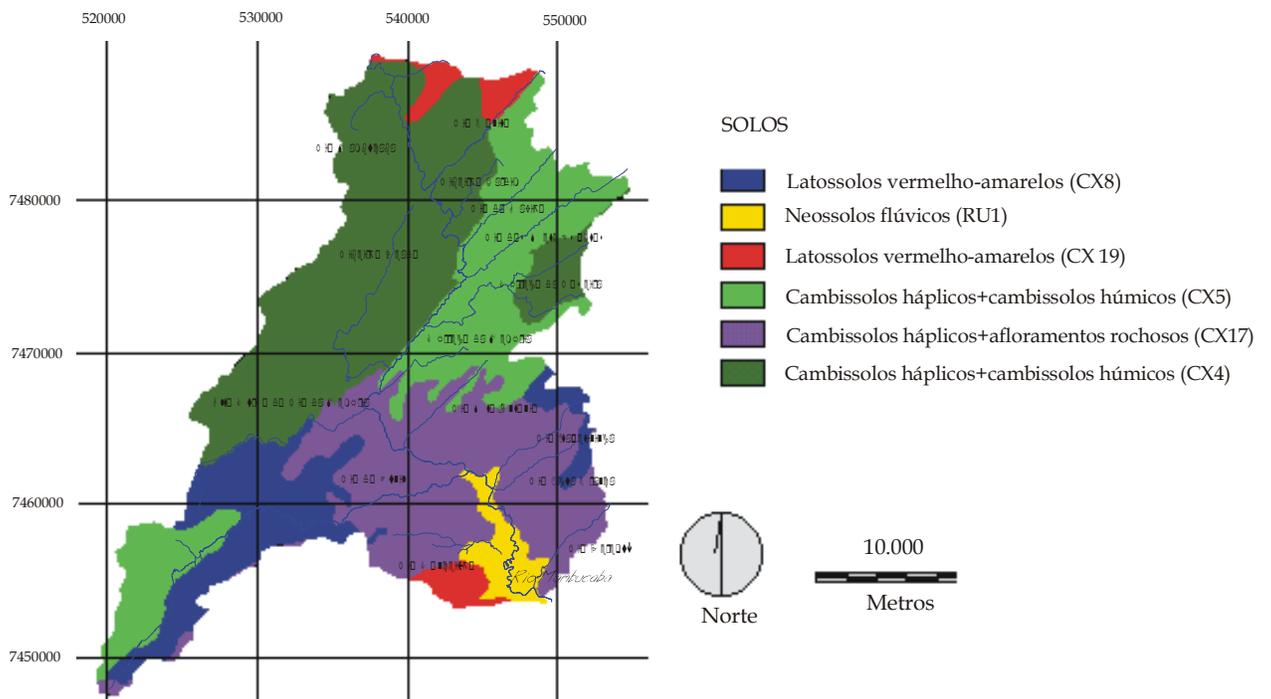


Figura 5 : Tipos de solo presentes na bacia hidrográfica Mambucaba
(Adaptado de: Plano de Manejo do PNSB, IBAMA, 2001)

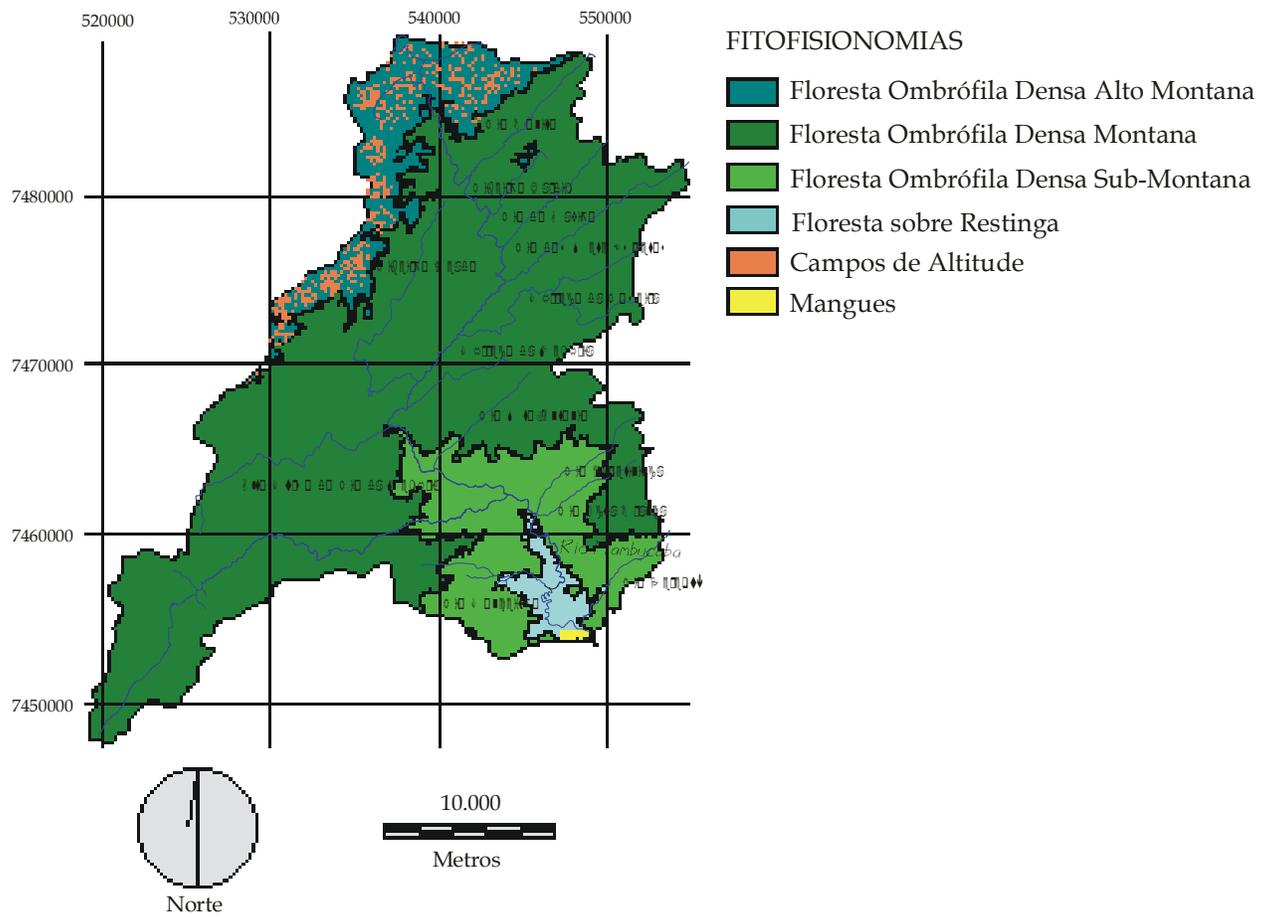


Figura 6: Cobertura vegetal hipotética da bacia hidrográfica do rio Mambucaba

5.3 A complexidade natural do cenário passado da paisagem

A complexidade da paisagem Mambucaba pode ser inicialmente apresentada pela interpretação das geo-unidades, ou seja, pelo número, distribuição e tamanho dos polígonos resultantes da combinação entre tipos de substrato rochoso, relevo e solo resultando em 73 diferentes categorias de geo-unidades (figura 7). A área total de cada geo-unidade varia entre 1,17ha e 11.926,35 ha. A maior geo-unidade da área de estudo é a geo-up 29 formada pela combinação entre gnaisses, montanhas/morros e cambissolo CX5. A menor é a geo-up 59 resultante da combinação de sedimentos flúvio-marinhos, planície flúvio-marinha e cambissolo CX17. A tabela 3 enumera as 73 categorias de geo-unidades bem como a área total de cada categoria.

Algumas das 73 categorias de geo-unidades da bacia Mambucaba apresentam-se subdivididas em até oito polígonos que foram chamados **subunidades**. A geo-unidade 29, por exemplo, apresenta duas subunidades: uma maior na porção nordeste e outra menor no extremo sudoeste. Ambas ocorrem na faixa entre 600m e 1500m de altitude. Já a geo-unidade 51 apresenta duas subunidades: uma delas localizada na região sudeste entre 600m e 1500m de altitude e outra na porção sul, entre 600m e 20m de altitude. A tabela 4 enumera as geo-unidades e suas respectivas subunidades, indicando a região de localização e altitude. Devido à ocorrência das subunidades o mapa de geo-unidades apresentou um total de 188 polígonos. Portanto, a composição, a localização e a altitude das subunidades fazem com que estas apresentem uma dinâmica ambiental característica e, conseqüentemente, constituam unidades de paisagem diferentes. Portanto, o cenário passado já evidenciava uma grande diversificação e complexidade da paisagem Mambucaba.

Tabela 3. Área total de cada tipo de geo-unidade

| Geo-unidade | Área (ha) |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| 1 | 1159.56 | 20 | 519.75 | 39 | 374.58 | 58 | 2.97 |
| 2 | 19.17 | 21 | 217.89 | 40 | 31.77 | 59 | 1.17 |
| 3 | 424.08 | 22 | 50.04 | 41 | 57.96 | 60 | 69.12 |
| 4 | 563.94 | 23 | 988.47 | 42 | 247.5 | 61 | 6253.11 |
| 5 | 274.86 | 24 | 157.5 | 43 | 42.12 | 62 | 101.79 |
| 6 | 494.1 | 25 | 90.54 | 44 | 2108.52 | 63 | 3505.32 |
| 7 | 3870.63 | 26 | 908.64 | 45 | 76.86 | 64 | 7804.8 |
| 8 | 1753.02 | 27 | 45.09 | 46 | 344.43 | 65 | 6.75 |
| 9 | 255.06 | 28 | 6.84 | 47 | 374.94 | 66 | 571.95 |
| 10 | 25.2 | 29 | 11926.35 | 48 | 63.45 | 67 | 12.69 |
| 11 | 422.28 | 30 | 10.08 | 49 | 683.55 | 68 | 1246.68 |
| 12 | 45.54 | 31 | 821.79 | 50 | 1037.07 | 69 | 4792.86 |
| 13 | 23.04 | 32 | 720.27 | 51 | 748.17 | 70 | 783.09 |
| 14 | 229.86 | 33 | 122.31 | 52 | 8196.48 | 71 | 60.48 |
| 15 | 154.35 | 34 | 63.54 | 53 | 95.31 | 72 | 26.37 |
| 16 | 179.46 | 35 | 34.11 | 54 | 3696.48 | 73 | 254.25 |
| 17 | 319.41 | 36 | 329.04 | 55 | 50.58 | | |
| 18 | 30.51 | 37 | 1022.4 | 56 | 604.71 | | |
| 19 | 551.97 | 38 | 181.17 | 57 | 3.6 | | |

| Tabela 4: Número e região de localização de subunidades das geo-unidades | | | |
|---|--------------------------|---------------------------------|--|
| Geo-up | Nº de subunidades | Região de localização | Faixa de altitude de ocorrência (m) |
| 1 | 3 | sudoeste e centro-oeste | 600 a 1500 |
| 3 | 4 | sudoeste, sul e leste | 600 a 1500 |
| 4 | 2 | leste e sudeste | 600 a 1500 |
| 5 | 2 | sudoeste | 600 a 1500 |
| 6 | 2 | sudoeste | 600 a 1500 |
| 9 | 5 | sudoeste e sudeste | 600 a 1500 |
| 10 | 5 | leste | 600 a 1500 |
| 12 | 2 | sudeste | abaixo de 20 |
| 13 | 3 | sudeste | abaixo de 20 |
| 14 | 2 | sudeste | abaixo de 20 |
| 16 | 2 | sudeste | abaixo de 20 |
| 17 | 2 | sudeste | abaixo de 20 |
| 20 | 2 | sul | abaixo de 20 |
| 23 | 2 | norte | acima de 1500 |
| 24 | 3 | norte | acima de 1500 |
| 27 | 2 | sul | 20 a 600 |
| 29 | 2 | centro, sudeste e sudoeste | 600 a 1500 |
| 32 | 3 | leste | 600 a 1500 |
| 33 | 3 | centro-leste | 600 a 1500 |
| 35 | 2 | sudoeste | 600 a 1500 |
| 37 | 6 | sudoeste e nordeste | 600 a 1500 |
| 38 | 3 | sudoeste | 600 a 1500 |
| 40 | 5 | centro | 600 a 1500 |
| 44 | 6 | centro-sul e sudoeste | 600 a 1500 |
| 45 | 3 | leste | 600 a 1500 |
| 46 | 8 | sudeste, centro, sul e sudoeste | 600 a 1500 |
| 47 | 5 | sudeste | 600 a 1500 |
| 49 | 7 | sudoeste | 600 a 1500 |
| 51 | 2 | sul e sudeste | 20 a 1500 |
| 52 | 3 | sudeste e sul | 20 a 1500 |
| 54 | 5 | sudeste e sul | 20 a 1500 |
| 56 | 6 | sudoeste | 20 a 600 |
| 60 | 5 | sudeste | abaixo de 600 |
| 61 | 5 | centro-norte e nordeste | 600 a 1500 |
| 62 | 3 | norte | acima de 600 |
| 63 | 7 | norte, noroeste e oeste | acima de 600 |
| 64 | 5 | norte, noroeste e nordeste | acima de 600 |
| 67 | 2 | oeste | acima de 1500 |
| 68 | 5 | centro-oeste e nordeste | 600 a 1500 |
| 69 | 3 | oeste | acima de 600 |
| 70 | 5 | oeste e leste | acima de 600 |
| 73 | 5 | centro-oeste | 600 a 1500 |

Se o objetivo para a unidade de conservação é preservar a diversidade natural, acredita-se que o primeiro passo é garantir que pelo menos uma parcela de cada geo-unidade seja incluída numa zona cuja diretriz seja a máxima ou maior conservação possível do terreno como, por exemplo, as zonas intangível ou primitiva. É preciso tentar obter uma proporcionalidade entre área da zona voltada à conservação e área relativa de cada geo-unidade, de forma a garantir a representatividade da diversidade. Além disso, considera-se que a decisão sobre os limites das zonas para conservação também deve considerar a ocorrência da disposição estrutural das unidades. Em suma, a composição, área ocupada e disposição das geo-unidades são elementos que devem ser observados diante dos objetivos propostos para a unidade de conservação.

Propõe-se, diante dessas premissas, que na área de estudo, dentro das possibilidades ou restrições do território, as zonas intangível e primitiva incluam 73 geo-categorias, no mínimo percentualmente representadas, respeitando-se as linhas das feições geológicas e geomorfológicas da direção norte-sudoeste, bem como a disposição complexa da área sudeste, em direção às planícies marinhas.

Devido à localização e à variação da altitude a mesma categoria de geo-unidade pode apresentar fitofisionomias diferentes. Desta forma, quando a provável cobertura vegetal íntegra da região é sobreposta às geo-unidades, observa-se um aumento da heterogeneidade de tipos, chamados neste trabalho de unidades de paisagem¹. A figura 8 apresenta as geo-unidades subdivididas em função da diferença de altitude e, conseqüentemente, em função da fitofisionomia.

Supondo-se a ausência de interferências humanas, ou seja, a vegetação contínua e em ótimo estado de conservação, a paisagem apresenta 84 tipos de unidades de paisagem (UP's), cujas características biofísicas estão listadas na tabela 5. Esse conjunto de UP's constituiu o cenário passado hipotético. Nessas unidades pode-se generalizar que a matriz era a floresta, os corredores eram as matas ciliares e as manchas eram compostas de clareiras de origem natural, campos de altitude e afloramentos rochosos.

¹Unidade de paisagem é definida como uma área que reúne uma determinada combinação de características biofísicas e ambientais, tanto no eixo horizontal como no eixo vertical da paisagem.

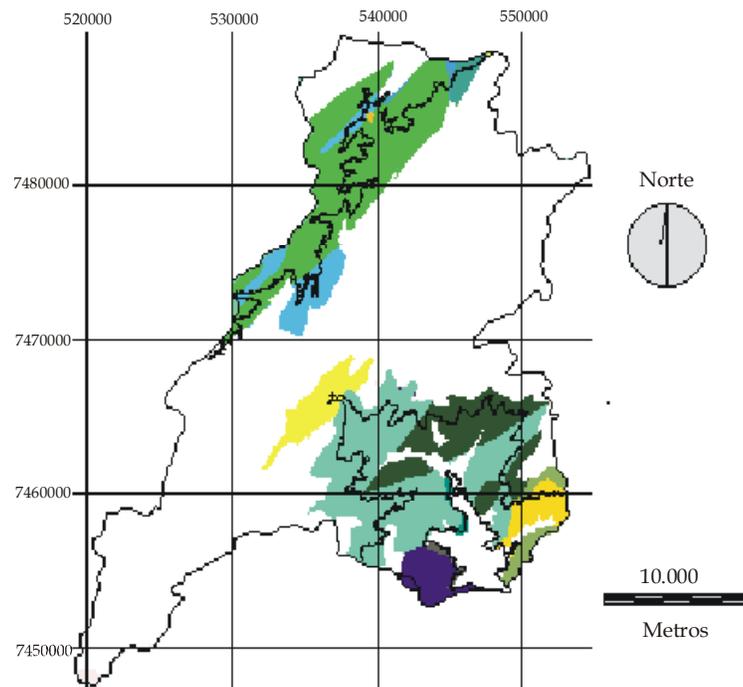


Figura 8. Geo-unidades subdivididas em função da variação fito-fisionômica

| Tabela 5 : Tipos de unidades de paisagem do cenário passado | | | | | | | | |
|--|----------|------------------------|-------------------|-------|-----------|-----------------------|-----------|------------|
| UP | GEO-UNID | INDICADORES BIOFÍSICOS | | | | ESTRUTURA DA PAISAGEM | | |
| | | Geologia | Geomorfologia | Solos | Vegetação | Matriz | Manchas | Corredores |
| 1 | 1 | GN | MHM | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 2 | 2 | GR | MHM | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 3 | 3 | GN | MTP | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 4 | 4 | GR | MTP | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 5 | 5 | GN | E | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 6 | 6 | XGX | E | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 7 | 7 | GN | MTMP _r | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 8 | 8 | XGX | MTMP _r | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 9 | 9 | GN | EE | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 10 | 10 | GR | EE | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 11 | 11 | GR | MD | CX8 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 12 | 12 | GN | EA | RU1 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 13 | 13 | GR | EA | RU1 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 14 | 14 | GN | EE | RU1 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 15 | 15 | GR | EE | RU1 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 16 | 16 | AL | CD | RU1 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 17 | 17 | CMP | PCM | RU1 | FSR | FSR | CA | MC |
| 18 | 18 | M | PM | RU1 | M | M | CA | MC |
| 19 | 19 | FLM | PFM | RU1 | FSR | FSR | CA | MC |
| 20 | 20 | AL | PFM | RU1 | FSR | FSR | CA | MC |
| 21 | 21 | GN | MHM | CX19 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 22 | 22 | AL | MHM | CX19 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 23 | 23 | XGX | MHM | CX19 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 24 | 23 | XGX | MHM | CX19 | FAM/CAL | FAMP/CAL | CAL/CN/AR | MC |
| 25 | 24 | GR | MHM | CX19 | FAM/CAL | FAMP/CAL | CAL/CN/AR | MC |
| 26 | 25 | GN | EE | CX19 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 27 | 26 | GR | EE | CX19 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 28 | 27 | AL | CD | CX19 | FSR | FSR | CA | MC |
| 29 | 28 | FLM | PRM | CX19 | FSR | FSR | CA | MC |
| 30 | 29 | GN | MHM | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 31 | 30 | AL | MHM | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 32 | 31 | XGX | MHM | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 33 | 32 | GR | MHM | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 34 | 33 | GN | MTP | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 35 | 34 | GR | MTP | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 36 | 35 | GN | E | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-------|------|---------|----------|-----------|----|
| 37 | 36 | XGX | E | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 38 | 37 | GN | MTMPr | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 39 | 38 | XGX | MTMPr | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 40 | 39 | GR | MTMPr | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 41 | 40 | GN | EE | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 42 | 41 | GR | MD | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 43 | 42 | XGX | MTC | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 44 | 43 | AL | PFM | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 45 | 44 | GN | MHM | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 46 | 45 | GR | MHM | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 47 | 46 | GN | MTP | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 48 | 47 | GR | MTP | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 49 | 48 | GN | E | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 50 | 49 | GN | MTMPr | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 51 | 50 | GN | EA | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 52 | 50 | GN | EA | CX17 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 53 | 51 | GR | EA | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 54 | 51 | GR | EA | CX17 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 55 | 52 | GN | EE | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 56 | 52 | GN | EE | CX17 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 57 | 53 | AL | EE | CX17 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 58 | 54 | GR | EE | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 59 | 54 | GR | EE | CX17 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 60 | 55 | GR | MD | CX17 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 61 | 56 | AL | CD | CX17 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 62 | 57 | CMP | PCM | CX17 | FSR | FSR | CA | MC |
| 63 | 58 | M | PM | CX17 | M | M | CA | MC |
| 64 | 59 | FLM | PFM | CX17 | FSM | FSMP | CN/AR | MC |
| 65 | 60 | AL | PF | CX17 | FSR | FSR | CA | MC |
| 66 | 61 | GN | MHM | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 67 | 62 | AL | MHM | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 68 | 62 | AL | MHM | CX4 | FAM/CAL | FAMP/CAL | CAL/CN/AR | MC |
| 69 | 63 | XGX | MHM | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 70 | 63 | XGX | MHM | CX4 | FAM/CAL | FAMP/CAL | CAL/CN/AR | MC |
| 71 | 64 | GR | MHM | CX4 | FAM/CAL | FAMP/CAL | CAL/CN/AR | MC |
| 72 | 64 | GR | MHM | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 73 | 65 | GN | E | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 74 | 66 | XGX | E | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 75 | 67 | GR | E | CX4 | FAM/CAL | FAMP/CAL | CAL/CN/AR | MC |
| 76 | 68 | GN | MTMPr | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 77 | 69 | XGX | MTMPr | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 78 | 70 | GR | MTMPr | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|------|-----|-----|-------|----|
| 79 | 71 | AL | CD | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 80 | 72 | AL | CD | CX5 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 81 | 73 | AL | PF | CX4 | FM | FMP | CN/AR | MC |
| 82 | 14 | GN | EE | RU1 | FSR | FSR | CA | MC |
| 83 | 15 | GR | EE | RU1 | FSR | FSR | CA | MC |
| 84 | 26 | GR | EE | CX19 | FSR | FSR | CA | MC |

Siglas utilizadas:

| | | | |
|---|---|--------------------------------------|------------------------------------|
| AL - ALUVIÕES | CX17-cambissolos háplicos + afloramentos rochosos | FSM-floresta sub montana | MTP-morrotos pequenos |
| AR- afloramentos rochosos | CX19-cambissolos háplicos +latossolo vermelho | FSMP-floresta sub-montana preservada | MTMPPr-morros e morrotos paralelos |
| CA - cursos d'água | E-escarpas | FSR- florestas sobre restingas | PCM-planície litorânea+praias |
| CAL - campos de altitude | EA-escarpas em anfiteatro | GN - gnaisses | PF - planície fluvial |
| CD - cones de dejeção | EE-escarpas em espigões | GR - granitos | PFM - planície flúvio-marinha |
| CMP-cordões marinhos e praias | FAM-floresta alto montana | M - mangues | PM - planície de maré |
| CN-clareiras de origem natural | FAMP-floresta alto montana preservada | MC - matas ciliares | FSR - florestas sobre restingas |
| CX4-cambissolos háplicos+cambissolos húmicos (ondulado) | FLM-sedimentos flúvio-marinhos | MD - morros dissecados | RU1-neossolos flúvicos |
| CX5- cambissolos háplicos+cambissolos húmicos (escarpado) | FM-floresta montana | MHM-montanhas e morros | XGX-xistos e gnaisses xistosos |
| CX8- cambissolos háplicos+cambissolos húmicos | FMP-floresta montana preservada | MTC-morrotos de cimeira | |

Como resultado da construção desse provável cenário passado, deduz-se que a **Floresta Ombrófila Densa Alto Montana** e os **Campos de Altitude**, localizados a partir da cota 1500m, estavam distribuídos por seis tipos diferentes de geo-unidades situadas na porção noroeste e ocupando cerca de 6.400ha da bacia hidrográfica do rio Mambucaba (8,7% do total da paisagem). Essas UP's eram constituídas geologicamente por xistos e gnaisses xistosos, gnaisses ou aluviões. Predominavam morros/montanhas e cambissolos (unidade CX4 e trechos da unidade CX 19).

Estruturalmente, essas UP's apresentavam matriz de florestas entremeadas por manchas de campos de altitude. Outras categorias de manchas seriam as clareiras (resultantes de deslizamentos de terras, queda de árvores ou queimadas ocorridas na estação seca) e afloramentos rochosos. Os corredores da paisagem eram as matas ciliares junto a seus cursos d'água.

Entre as cotas 1500m e 600m de altitude ocorria a **Floresta Ombrófila Densa Montana** que ocupava cerca de 53.500ha, cobrindo aproximadamente 72,5% da paisagem. Essas florestas cobriam o maior número e também a maior diversidade de geo-unidades, totalizando 52 UP's.

A grande maioria das UP's de floresta montana estava situadas sobre xistos e gnaisses xistosos, granitos, gnaisses ou aluviões. Distribuía-se por diversas feições geomorfológicas, desde escarpas até planícies fluviais. Com exceção dos neossolos flúvicos (RU1), todos os demais tipos de solo estavam presentes sob essas florestas. No cenário passado o elemento matriz dessa paisagem era representado por florestas, interrompidas por manchas resultantes de clareiras de origem natural e afloramentos rochosos e os corredores eram as matas ciliares e seus cursos d'água.

A **Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana** ocorria entre as cotas 600m e 20m de altitude, ocupando cerca de 11.950ha, correspondentes a aproximadamente 16,2% da paisagem. Eram 14 UP's localizadas a sudeste, ocupando o dissecado do relevo montanhoso e parte dos planaltos da bacia hidrográfica do rio Mambucaba.

Os substratos geológicos dessa floresta eram compostos de granitos, gnaisses ou aluviões. A maioria das UP's estava situada sobre relevo escarpado, com algumas UP's sobre cones de dejeção. Predominavam os cambissolos CX17 e neossolos flúvicos (RU1), ocorrendo faixas de cambissolo CX19.

Nas 14 UP's as manchas, assim como na floresta montana, eram os grandes afloramentos rochosos, especialmente as escarpas da Serra do Mar, e também as clareiras resultantes de deslizamentos bastante freqüentes devido ao relevo acidentado. Os corredores também se resumiam às matas ciliares e cursos d'água.

Entre a cota altimétrica 20m e o nível do mar ocorriam as **Florestas sobre Restingas** e os **Mangues** ocupando 15 UP's, em aproximadamente 2.000ha (2,7% da paisagem), que geologicamente eram constituídas de cordões marinhos e praias, sedimentos flúvio marinhos e aluviões. As feições geomorfológicas variavam entre planícies fluviais, planícies flúvio marinhas, planícies litorâneas e praias, cones de dejeção e pequenos trechos de escarpas em espigões. Predominavam os neossolos flúvicos (RU1), com faixas de cambissolos (CX17) e de latossolos (CX 19). A matriz das áreas de restingas e mangues eram as florestas; os corpos d'água e as matas ciliares constituíam as manchas e os corredores dessa paisagem.

Conclusivamente, esses resultados demonstram que sobre uma mesma categoria de mapeamento da cobertura vegetal existe uma grande variação de unidades de paisagem em virtude da composição e da conformação do terreno. Conseqüentemente, nossa hipótese é que uma análise pormenorizada de cada tipo de floresta, ocorrente na bacia hidrográfica do Mambucaba, permitiria observar um gradiente fisionômico intrincado entre as UP's.

Pelas considerações abordadas acredita-se que seja um erro tomar uma decisão sobre os limites das zonas de preservação ou máxima conservação 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. Identificar, unicamente, uma área com floresta como matriz e preservar esse local não garante a conservação da diversidade natural, do gradiente vegetacional ou do conjunto de espécies que determinam a biodiversidade local.

5.4 O processo histórico de transformação da paisagem

A construção do cenário passado evidenciou uma grande diversidade de geo-ambientes, os quais, associados à provável cobertura vegetal, à fauna, aos recursos hídricos e fatores climáticos, permite inferir uma elevada riqueza e complexidade ambiental na paisagem. No entanto, desde os primórdios da colonização brasileira essa paisagem foi alvo de várias interferências humanas. Desta forma, a complexidade da paisagem ao longo do tempo foi intensificada por ações de origem antrópica que, por muitas décadas, basicamente resumiam-se à remoção da cobertura vegetal, formação de trilhas e ocupações esparsas. Conseqüentemente, a modificação da paisagem da bacia hidrográfica do rio Mambucaba, no período compreendido entre o cenário passado e o cenário recente, está historicamente relacionada a alguns séculos de ocupação, tanto para a exploração direta de recursos naturais, quanto para a implementação de atividades agrícolas (IBAMA, 2001).

Deve-se destacar que a região do Parque Nacional da Serra da Bocaina integrou uma das rotas principais de ocupação e exploração do Brasil colonial. A história dessa região é marcada por diferentes fases diretamente ligadas, por sua vez, aos ciclos econômicos brasileiros.

Pela região da Serra da Bocaina passaram as primeiras entradas exploratórias advindas das expedições de colonização do Brasil, começando os primeiros confrontos com índios, que eram capturados como mercadorias de valor para o mercado de mão-de-obra.

O mais antigo caminho registrado era o Caminho Velho composto por trechos dos caminhos para as minas em Minas Gerais e, mais recentemente, de trechos dos caminhos do gado, além de trajetos utilizados por administradores da colônia. As estradas e trilhas Cunha-Paraty-Guaratinguetá, tanto quanto outras trilhas que passam pelo PNSB, fazem parte desta primeira rede de interiorização e territorialização do Brasil. O trecho Paraty-Cunha, do Caminho Velho, cruza a chamada Trilha dos Guaianás. Essa trilha foi construída em 1597, pelo então governador da província do Rio de Janeiro, para uma expedição com os índios guaianás contra os tamoios, aliados dos franceses invasores.

Já no século XVII a descoberta de ouro e diamantes e a escravidão africana sob a supervisão da Metrópole Portuguesa, promoveram o carreamento de toneladas de minérios, percorrendo as trilhas do Caminho Velho, até a chegada ao porto de Paraty. A região da Serra da Bocaina, cortada por várias dessas trilhas, teve a trilha Paraty-Cunha como uma espécie de boca de funil (Magalhães, 1978 apud IBAMA 2001). Segundo esse mesmo autor, para fugir dos altos impostos e tributos da Coroa Portuguesa, muitos exploradores passaram a voltar das

minas pela Trilha do Ouro, que corta a bacia do Mambucaba, descendo para Paraty pelo litoral. Apresenta ainda hoje pequenos trechos do calçamento de pedras original, feito por escravos africanos para o escoamento do ouro.

Durante os séc. XVIII e XIX o café da região do Vale do Paraíba foi a grande riqueza da região do Planalto da Bocaina, em função da qual muitas modificações infra-estruturais foram implementadas. Os trabalhos de campo puderam confirmar a presença passada dessa atividade em grandes áreas dentro da paisagem, por meio da identificação de antigas covas características do plantio de café, principalmente ao longo da Trilha do Ouro.

A Trilha do Ouro tornou-se, assim, o principal caminho utilizado primeiro pelos exploradores, depois pelo gado e agricultores, e mais atualmente por moradores, visitantes e funcionários do parque. Essa trilha tem, aproximadamente, 75 km, atravessando a região de São José do Barreiro (SP) a Mambucaba (RJ). De acordo com IBAMA (2001), ela foi durante muito tempo o principal fator desencadeador do desmatamento e da erosão dentro bacia hidrográfica do rio Mambucaba.

No final do séc. XIX é construída a primeira estrada de ferro daquela região - Estrada de Ferro Bananal- promovendo então uma intensa exploração madeireira, tanto para produção de dormentes quanto para abertura de caminhos para a linha férrea, visando o escoamento da produção agrícola. Novas trilhas são abertas, de norte/nordeste para sudoeste dentro da paisagem Mambucaba, cujo objetivo era facilitar o corte e o carregamento de madeira que alimentaria os fornos dos trens e a substituição dos dormentes. Nessa fase de ocupação a fragmentação dessa paisagem já era bastante expressiva.

No início do séc. XX a região do Vale do Paraíba fica à margem da jovem República Brasileira e sua importância passa a ser cultural, representada na figura do caipira que continua a destruição da Mata Atlântica com as constantes queimadas, utilizadas na abertura do roçado de feijão, milho e arroz.

O novo impulso desenvolvimentista se dá a partir de 1940 com a construção da Companhia Siderúrgica Nacional em Volta Redonda (RJ) e a ampliação da rodovia Presidente Dutra (atual BR 116). O desenvolvimento se dá principalmente no alto e baixo Paraíba e permanece praticamente ausente na região do Planalto da Bocaina. Com a duplicação de trechos da Via-Dutra e construção da rodovia Rio-Santos (BR 101), que apresenta um trecho na região sul da bacia hidrográfica do rio Mambucaba, promove-se o desenvolvimento turístico no litoral

norte de São Paulo e Baía da Ilha Grande (RJ). Essa região se torna então alvo de investimentos em sofisticados empreendimentos imobiliários, tanto de segundas-residências quanto de hotelaria. Hoje, em consequência das decisões históricas para a região, a bacia hidrográfica do rio Mambucaba apresenta muitas segundas residências, pousadas, centros religiosos, criação de gado, moradias de antigos agricultores e pequenos e médios aglomerados humanos, entre outras ocupações.

Na verdade, as inúmeras tentativas de desenvolvimento, sem um adequado planejamento, trouxeram para o parque – e principalmente para a paisagem Mambucaba – uma séria ameaça à preservação dos recursos naturais regionais.

5.5 O processo de fragmentação, a nova matriz e a distribuição dos fragmentos florestais

As transformações que se sucederam e se arrastam por tanto tempo nessa região resultaram em um cenário repleto de conflitos entre ocupação e conservação da floresta. Apesar dos órgãos oficiais tentarem solucioná-los por meio da criação, em 1972, de uma unidade de conservação federal, os resultados não são o esperado. A figura 9 ilustra os tipos de ocupação que ocorrem em dias recentes na paisagem deste estudo, bem como sua distribuição. A tabela 6 e figura 10 apresentam, proporcionalmente, as categorias de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Mambucaba entre os cenários passado e recente².

A área é, basicamente, constituída de formações florestais secundárias, mais conservadas nas escarpas. Os desmatamentos indiscriminados e queimadas seguidas a eles, que comumente aconteceram por entre os vales no século XIX, induziram a imagem atual da disposição dos polígonos de campos antropizados depauperados.

² *Nessa tabela observa-se que a área ocupada por Floresta Alto Montana e Campos de Altitude é maior no cenário recente que no cenário passado. Isso ocorreu devido aos estudos de campo, realizados na elaboração do Plano de Manejo do PNSB, que verificaram a predominância de espécies características dessa fitofisionomia e como tal foram mapeadas, apesar de estarem em altitudes correspondentes, por definição, à Floresta Montana.*

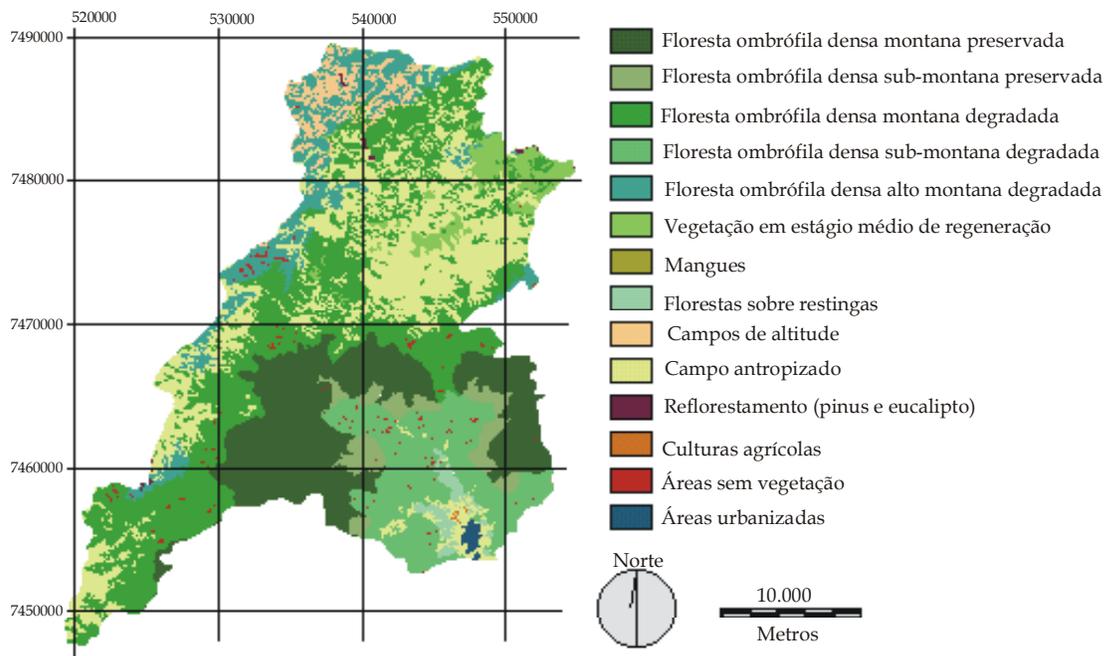


Figura 9: Mapa de cobertura vegetal e uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica Mambucaba (ano base:2001)

Tabela 6: Cobertura vegetal e uso da terra nos cenários passado e recente da paisagem Mambucaba

| Cobertura do solo | Cenário passado (fig.6) | | Cenário recente (fig.9) | |
|---|-------------------------|------|-------------------------|------|
| | área (ha) | % | área (ha) | % |
| Floresta O.D. Montana Preservada | 53.506 | 71,2 | 13.345 | 17,8 |
| Floresta O.D. Sub-Montana Preservada | 11.950 | 15,9 | 2.505 | 3,3 |
| Floresta O.D. Montana Degradada | 0 | 0 | 21.144 | 28,2 |
| Floresta O.D. Sub Montana Degradada | 0 | 0 | 8.341 | 11,1 |
| Floresta O..D. Alto Montana Degradada | 0 | 0 | 5.738 | 7,6 |
| Vegetação em estágio médio de regeneração | 0 | 0 | 2.464 | 3,3 |
| Mangues | 100(*) | 0,13 | 0 | 0 |
| Florestas sobre restingas | 1800 | 2,4 | 820 | 1,1 |
| Campos de Altitude | 9.084 (**) | 12,1 | 2.010 | 2,7 |
| Campos antropizados | 0 | 0 | 16.604 | 22,1 |
| Reflorestamento | 0 | 0 | 116 | 0,15 |
| Culturas agrícolas | 0 | 0 | 32 | 0,04 |
| Área sem vegetação | 0 | 0 | 394 | 0,53 |
| Área urbana | 0 | 0 | 255 | 0,34 |

(*)estimativa baseada na análise recente dos substratos geológicos de acordo com a figura 3

(**) no cenário passado floresta alto montana e campos de altitude constituíam hipoteticamente uma única fitofisionomia

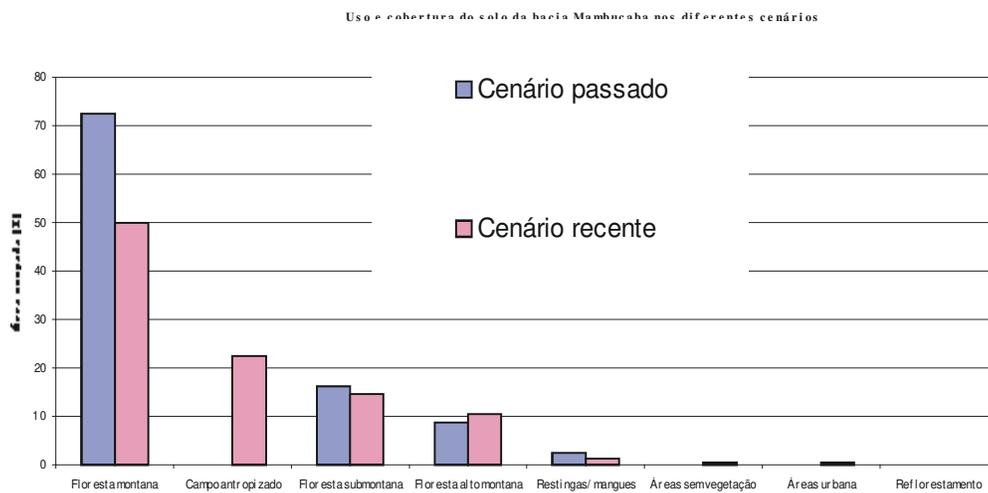


Figura 10. Uso e cobertura do solo da bacia Mambucaba nos diferentes cenários

Mesmo em dias atuais, muitas pessoas desmatam e queimam a vegetação para a formação de pasto, principalmente na área de Floresta Alto Montana e Campos de Altitude, como forma de garantir sua condição de posseiro na área.

As ocupações encontram-se dispersas ao longo dos caminhos, mesmo em altitudes bastante elevadas. Cada posse ou propriedade possui uma ou algumas casas em seus domínios, referentes às moradias dos donos e de alguns empregados. Mais para leste, as posses possuem bananais sombreados e clareiras onde é cultivado café, aipim e frutíferas diversas. Mais recentemente alguns desses estabelecimentos estão sendo cultivados com palmito pupunha (*Bactris gasipae*). Percebe-se a presença tanto de posseiros antigos (anteriores a criação do Parque, existindo posses com mais de 40 anos) como uma ocupação mais recente, tendo como forte pólo propagador o núcleo populacional de Mambucaba.

Em virtude das tentativas frustradas de produção agrícola em áreas próximas a estrada do Sertão de Mambucaba há um aumento do número de parcelamento de terras, para fins de recreação e lazer. Pessoas de origem urbana adquirem posses para instalar sítios de lazer. No início da Trilha do Ouro e no final da estrada do Sertão de Mambucaba ocorrem pousadas e no terço inferior do rio Mambucaba ocorre exploração turística de *rafting*. Por iniciativa de produtores rurais residentes, existem visitas “guiadas” a cachoeiras, trilhas e outros atrativos naturais, oferta de hospedagem e refeições, além de empresas explorando a Trilha do Ouro.

Pode-se generalizar, afirmando que hoje as principais atividades desenvolvidas pelos caipiras são as criações de animais domésticos (bovinos, suínos, ovinos, eqüinos, etc.), o cultivo precário do milho e da banana, lavouras de subsistência de culturas tradicionais, caseiros de segundas residências e tarefeiros do próprio Parque. Também ainda existem áreas de reflorestamentos antigos, muitos plantados sobre antigas áreas de café, porém não mais produtivos.

Em suma, o conjunto desastroso de interferências humanas resultou no atual quadro de fragmentação da matriz original da paisagem, ou seja, a floresta. A matriz muda, ou pela sua substituição por outro tipo de ocupação da terra, como os campos antropizados, ou porque a floresta original encontra-se em estado avançado de degradação. Aos corredores do cenário passado soma-se agora um novo tipo de corredor de natureza antrópica: as inúmeras trilhas e estradas.

O cruzamento entre o mapa de geo-unidades (figura 7) e o mapa recente de uso e cobertura da terra (figura 9) evidencia que 84 categorias de UP's do cenário passado foram desdobradas em 111 novas categorias no cenário recente (figura 11). Como já estabelecido para o cenário passado, uma vez que cada unidade de paisagem é, por si só, um mosaico heterogêneo formado por um conjunto de elementos interativos, pode-se reconhecer dentro dela uma nova representação de paisagem, com sua matriz, manchas e corredores. Pretende-se ressaltar que não houve, simplesmente, um acréscimo de novas unidades, mas que as 111 UP's referem-se a novas composições e estruturas de matriz, manchas e corredores, como representações de pequenas novas paisagens, conforme resume a tabela 7. Essas unidades não se distribuem homogeneamente na paisagem, apresentando polígonos territoriais que se repetem e nos mais diversos tamanhos. Os 188 polígonos delimitados no cenário passado foram fragmentados em razão das novas matrizes. Enquanto no cenário passado as matrizes eram as florestas preservadas, no cenário recente surgiram novas categorias de matrizes estruturais tais como: florestas degradadas, florestas em regeneração, campos antropizados e áreas urbanizadas (cf. tabela 7). Em suma, a diferença fundamental entre os cenários passado e recente está no número, composição, tamanhos e distribuição das novas UP's, que determinam uma complexidade de difícil desenho na escala de trabalho adotada.

Diante desse resultado, foi impossível sobrepor as UP's passadas e recentes, ou seja, a mudança da paisagem pelo homem foi tão efetiva na região que pouco restou, para efetiva conservação, das unidades de paisagem originais da região. São novas unidades que, uma vez selecionadas, necessitam de fortes intervenções de manejo para tornarem-se representativas da paisagem original. Grandes modificações foram observadas a partir dos elementos que recobrem a maior parte das novas unidades, ou seja, as matrizes, que em 12 UP's foram convertidas de florestas à campos antropizados. Em 63 UP's, ou seja, mais de 50% delas, as matrizes são de florestas degradadas que precisam ser manejadas para recuperação e preservação. Para isso é preciso contar com as 25 UP's cujas matrizes são de florestas preservadas (tabela 7). Elas poderiam ser a fonte de espécies colonizadoras ou o núcleo facilitador dos fluxos biológicos.

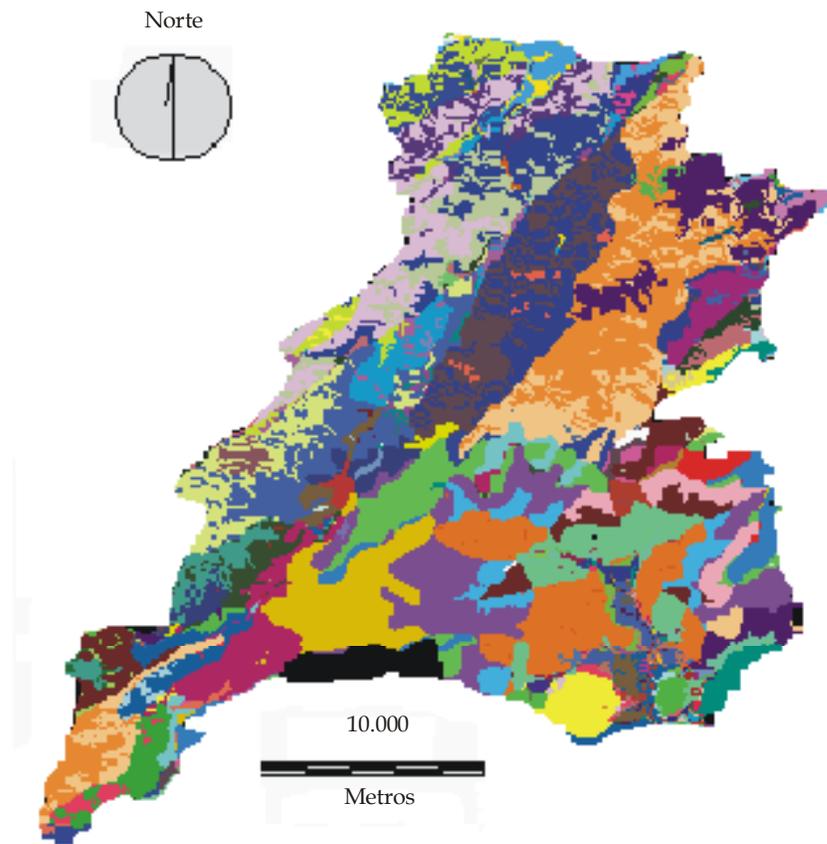


Figura 11 : Representação dos 111 tipos de unidades de paisagem do cenário recente

Tabela 7 : Tipos de unidades de paisagem do cenário recente

| UP | GEO-UNID | INDICADORES BIOFÍSICOS | | | | ESTRUTURA DA PAISAGEM | | |
|----|----------|------------------------|-------------------|-------|-----------|-----------------------|------------|------------|
| | | Geologia | Geomorfologia | Solos | Vegetação | Matriz | Manchas | Corredores |
| 1 | 1 | GN | MHM | CX8 | FM | FMD | CT | MC/TC |
| 2 | 1 | GN | MHM | CX8 | FM | FMP | ausentes | MC/TC |
| 3 | 2 | GR | MHM | CX8 | FM | FMD | ausentes | MC |
| 4 | 3 | GN | MTP | CX8 | FM | FMP | FMD | MC/TC |
| 5 | 4 | GR | MTP | CX8 | FM | FMP | ausentes | MC/TC |
| 6 | 5 | GN | E | CX8 | FM | FMD | ausentes | MC |
| 7 | 6 | XGX | E | CX8 | FM | FAMD | ASV/CT | MC |
| 8 | 6 | XGX | E | CX8 | FM | FMD | ASV/FMP | MC/TC |
| 9 | 7 | GN | MTMP _r | CX8 | FM | FMP | ausentes | MC/TC |
| 10 | 7 | GN | MTMP _r | CX8 | FM | FMD | ASV/CT | MC/TC |
| 11 | 8 | XGX | MTMP _r | CX8 | FM | FAMD | ASV/CT | MC/TC |
| 12 | 8 | XGX | MTMP _r | CX8 | FM | FMD | ASV/CT/FMP | MC/TC |
| 13 | 9 | GN | EE | CX8 | FM | FMP | ausentes | MC/TC |
| 14 | 10 | GR | EE | CX8 | FM | FMP | ausentes | MC |
| 15 | 11 | GR | MD | CX8 | FM | FMP | ausentes | MC |
| 16 | 11 | GR | MD | CX8 | FM | FMD | ASV | MC |
| 17 | 12 | GN | EA | RU1 | FSM | FSMD | CT | MC |
| 18 | 13 | GR | EA | RU1 | FSM | CT | FSMD | MC/TC |
| 19 | 14 | GN | EE | RU1 | FSM | FSMD | ASV | MC |
| 20 | 15 | GR | EE | RU1 | FSM | FSMD | ASV/CT | MC |
| 21 | 16 | AL | CD | RU1 | FSM | FSMD | CT | MC/TC |
| 22 | 17 | CMP | PCM | RU1 | FSR | CT | FSR | MC |
| 23 | 17 | CMP | PCM | RU1 | FSR | AU | CT | MC |
| 24 | 18 | M | PM | RU1 | M | CT | AU/FSR | RP/TC |
| 25 | 19 | FLM | PFM | RU1 | FSR | FSR | ASV/AU/CT | MC/RP/TC |
| 26 | 20 | AL | PFM | RU1 | FSR | FSR | ASV/CT | MC/TC |
| 27 | 20 | AL | PFM | RU1 | FSR | FSMD | CT | ausentes |
| 28 | 21 | GN | MHM | CX19 | FM | FMD | CT | MC/TC |
| 29 | 22 | AL | MHM | CX19 | FM | FMD | CT | MC/TC |
| 30 | 23 | XGX | MHM | CX19 | FM | FMD | CT | MC |
| 31 | 23 | XGX | MHM | CX19 | FM | FAMD | CAL | MC/RNP/TC |
| 32 | 24 | GR | MHM | CX19 | FAM/CAL | FAMD | CAL/CT | MC/TC |
| 33 | 25 | GN | EE | CX19 | FSM | FSMD | CT | MC |
| 34 | 26 | GR | EE | CX19 | FSM | FSMD | ASV/CT | MC |
| 35 | 27 | AL | CD | CX19 | FSR | FSMD | CT | MC |
| 36 | 28 | FLM | PRM | CX19 | FSR | FSR | ausentes | MC |
| 37 | 29 | GN | MHM | CX5 | FM | FMD | CT/ASV/FMR | MC/TC |
| 38 | 29 | GN | MHM | CX5 | FM | CT | FAMD | MC |
| 39 | 30 | AL | MHM | CX5 | FM | CT | FMD | MC |
| 40 | 31 | XGX | MHM | CX5 | FM | FMD | ASV/CT | MC |
| 41 | 32 | GR | MHM | CX5 | FM | FAMD | ASV | MC |
| 42 | 32 | GR | MHM | CX5 | FM | FMD | ASV/FMP | MC/RNP/TC |
| 43 | 33 | GN | MTP | CX5 | FM | FMP | FMD | MC |
| 44 | 34 | GR | MTP | CX5 | FM | FMD | ASV | MC/TC |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|-------------------|------|---------|------|------------|-----------|
| 45 | 35 | GN | E | CX5 | FM | FMD | ausentes | MC |
| 46 | 36 | XGX | E | CX5 | FM | FMD | ausentes | TC/MC |
| 47 | 37 | GN | MTMP _r | CX5 | FM | FMD | ASV/CT | MC |
| 48 | 37 | GN | MTMP _r | CX5 | FM | FMR | ASV/CT/FMD | MC/TC |
| 49 | 38 | XGX | MTMP _r | CX5 | FM | FAMD | ASV | MC |
| 50 | 38 | XGX | MTMP _r | CX5 | FM | FMD | ausentes | MC/TC |
| 51 | 39 | GR | MTMP _r | CX5 | FM | FAMD | ASV | MC |
| 52 | 39 | GR | MTMP _r | CX5 | FM | FMD | CT | MC/TC |
| 53 | 40 | GN | EE | CX5 | FM | FMP | ausentes | MC/TC |
| 54 | 41 | GR | MD | CX5 | FM | FMP | FMD | MC/TC |
| 55 | 42 | XGX | MTC | CX5 | FM | FMD | CT | MC |
| 56 | 43 | AL | PF | CX5 | FM | CT | FMD | MC/TC |
| 57 | 44 | GN | MHM | CX17 | FM | FMP | ausentes | MC/TC |
| 58 | 44 | GN | MHM | CX17 | FM | FMD | ASV | MC/TC |
| 59 | 45 | GR | MHM | CX17 | FM | FMD | ausentes | MC/TC |
| 60 | 46 | GN | MTP | CX17 | FM | FMP | ausentes | MC/TC |
| 61 | 47 | GR | MTP | CX17 | FM | FMP | ausentes | MC |
| 62 | 47 | GR | MTP | CX17 | FM | FMD | ASV | MC |
| 63 | 48 | GN | E | CX17 | FM | FMD | ausentes | MC |
| 64 | 49 | GN | MTMP _r | CX17 | FM | FMP | FMD | MC/TC |
| 65 | 50 | GN | EA | CX17 | FM | FMP | ausentes | MC |
| 66 | 50 | GN | EA | CX17 | FM | FSMP | ausentes | MC |
| 67 | 50 | GN | EA | CX17 | FM | FSMD | CT | MC/TC |
| 68 | 51 | GR | EA | CX17 | FM | FMP | ausentes | MC |
| 69 | 51 | GR | EA | CX17 | FM | FSMD | ASV/CT | MC/CT |
| 70 | 52 | GN | EE | CX17 | FM | FMP | ausentes | MC/CT |
| 71 | 52 | GN | EE | CX17 | FM | FSMP | ASV | MC/CT |
| 72 | 52 | GN | EE | CX17 | FM | FSMD | ASV/CT | MC |
| 73 | 53 | AL | EE | CX17 | FSM | FSMP | ausentes | ausentes |
| 74 | 53 | AL | EE | CX17 | FSM | FSMD | ASV | MC |
| 75 | 54 | GR | EE | CX17 | FM | FMP | ausentes | MC |
| 76 | 54 | GR | EE | CX17 | FM | FMD | ASV | MC |
| 77 | 54 | GR | EE | CX17 | FM | FSMP | ausentes | MC |
| 78 | 54 | GR | EE | CX17 | FM | FSMD | ASV | MC |
| 79 | 55 | GR | MD | CX17 | FM | FMP | ausentes | ausentes |
| 80 | 56 | AL | CD | CX17 | FSM | FSMD | ASV/CT | MC/TC |
| 81 | 57 | CMP | PCM | CX17 | FSR | FSR | CT | MC |
| 82 | 58 | M | PM | CX17 | M | FSR | ausentes | MC |
| 83 | 59 | FLM | PFM | CX17 | FSM | FSMD | CT | ausentes |
| 84 | 60 | AL | PF | CX17 | FSR | FSMD | CT | MC/TC |
| 85 | 60 | AL | PF | CX17 | FSR | FSR | CT | MC/TC |
| 86 | 61 | GN | MHM | CX4 | FM | FMD | CT/FMR | MC/TC |
| 87 | 62 | AL | MHM | CX4 | FM | CT | FMD | MC/TC |
| 88 | 62 | AL | MHM | CX4 | FM | FAMD | CAL/REF | MC/RNP/TC |
| 89 | 63 | XGX | MHM | CX4 | FM | FAMD | ASV/CAL/CT | MC/TC |
| 90 | 63 | XGX | MHM | CX4 | FM | FMD | CT | MC/TC |
| 91 | 64 | GR | MHM | CX4 | FAM/CAL | FAMD | CAL/CT | MC/RNP/TC |
| 92 | 64 | GR | MHM | CX4 | FAM/CAL | FMD | CT/FMR/REF | MC/TC |
| 93 | 65 | GN | E | CX4 | FM | FMD | FMR | TC |

| | | | | | | | | |
|-----|----|-----|--------|-----|---------|------|----------|-----------|
| 94 | 66 | XGX | E | CX4 | FM | FMD | ASV/CT | MC |
| 95 | 66 | XGX | E | CX4 | FM | FMP | ausentes | MC/TC |
| 96 | 67 | GR | E | CX4 | FAM/CAL | FAMD | ausentes | MC |
| 97 | 68 | GN | MTMPPr | CX4 | FM | FMP | ausentes | MC |
| 98 | 68 | GN | MTMPPr | CX4 | FM | FMD | ASV | MC |
| 99 | 68 | GN | MTMPPr | CX4 | FM | CT | FMD | MC/RNP/TC |
| 100 | 68 | GN | MTMPPr | CX4 | FM | FMR | ausentes | ausentes |
| 101 | 69 | XGX | MTMPPr | CX4 | FM | FAMD | CT | MC |
| 102 | 69 | XGX | MTMPPr | CX4 | FM | CT | FMD | MC/TC |
| 103 | 69 | XGX | MTMPPr | CX4 | FM | FMD | FMP | MC |
| 104 | 70 | GR | MTMPPr | CX4 | FM | FAMD | ausentes | ausentes |
| 105 | 70 | GR | MTMPPr | CX4 | FM | FMD | CT | MC/TC |
| 106 | 70 | GR | MTMPPr | CX4 | FM | CT | FMD | MC |
| 107 | 71 | AL | CD | CX4 | FM | CT | FMD | MC/TC |
| 108 | 72 | AL | CD | CX4 | FM | FMR | ausentes | MC/TC |
| 109 | 73 | AL | PF | CX4 | FM | FMP | FMD | MC |
| 110 | 73 | AL | PF | CX4 | FM | CT | FMD | MC/TC |
| 111 | 73 | AL | PF | CX4 | FM | FMD | ausentes | MC |

Siglas utilizadas:

| | | | |
|---|---|---------------------------------------|--------------------------------|
| AL - ALUVIÕES | CX8- cambissolos háplicos+cambissolos húmicos | FSMD- floresta sub montana degradada | PCM-planície litorânea+praias |
| ASV - área sem vegetação | E-escarpas | FSMP- floresta sub montana preservada | PF - planície fluvial |
| AU - área urbana | EA-escarpas em anfiteatro | FSR- florestas sobre restingas | PFM - planície flúvio-marinha |
| CA - cursos d'água | EE-escarpas em espigões | GN - gnaisses | PM - planície de maré |
| CAL - campos de altitude | FAM-floresta alto montana | GR - granitos | REF-reflorestamento |
| CD - cones de dejeção | FAMD- floresta alto montana degradada | M - mangues | RNP-rodovia não pavimentada |
| CMP-cordões marinhos e praias | FLM-sedimentos flúvio-marinhos | MC - matas ciliares | RP -rodovia pavimentada |
| CT - campos antropizados | FM-floresta montana | MD - morros dissecados | RUI-neossolos flúvicos |
| CX17-cambissolos háplicos +afloramentos rochosos | FMD- floresta montana degradada | MHM-montanhas e morros | TC-trilhas e caminhos |
| CX19-cambissolos háplicos +latossolo vermelho | FMP- floresta montana preservada | MTC-morrotos de cimeira | XGX-xistos e gnaisses xistosos |
| CX4-cambissolos háplicos+cambissolos húmicos (ondulado) | FMR-floresta montana em regeneração | MTMPPr-morros e morrotos paralelos | |
| CX5- cambissolos háplicos+cambissolos húmicos (escarpado) | FSM-floresta sub montana | MTP-morrotos pequenos | |

As manchas mais freqüentemente observáveis no cenário recente são os campos antropizados, seguido das áreas sem vegetação e finalmente por florestas degradadas. Essas manchas estão presentes em 70 das 111 UP's. Manchas de florestas em estado preservado ocorrem somente em 4 UP's e necessitam medidas de proteção urgentes a fim de minimizar os efeitos negativos de borda (tabela 7).

Os corredores da paisagem, basicamente matas ciliares e cursos d'água no cenário passado, também sofreram modificações no cenário recente ou estão totalmente ausentes como é o caso de 7 UP's. A ausência de corredores pode inviabilizar certas medidas de manejo voltadas à recuperação dessas UP's ou ainda, podem comprometer a manutenção destas a médio ou longo prazo.

As vias de acesso são elementos estruturais que podem funcionar como corredores de recursos e estão presentes em grande quantidade na bacia hidrográfica do rio Mambucaba: um pequeno trecho da rodovia BR-101, no limite sudeste (UP's 24 e 25); alguns trechos de rodovias não pavimentadas vindas de diversos municípios ao redor (UP's 31,42,88,91 e 99) além de diversas trilhas e caminhos presentes em 51 UP's. A figura 12 ilustra as vias de acesso mapeadas na bacia hidrográfica Mambucaba.

Além do aspecto funcional na paisagem, as vias de acesso representam também fontes de intensificação e de distribuição de impactos ambientais negativos por toda a área estudada. Trombulak e Frissel (2000) descrevem os resultados de uma revisão de estudos científicos realizados em diversos países sobre os efeitos diretos e indiretos de rodovias em comunidades aquáticas e terrestres. De forma geral ocorrem impactos tais 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 terra³. Fearnside (2000 e 2001) realizou estudo de impacto ambiental da infra-estrutura de transporte da Amazônia em decorrência da produção de soja. Considerando os efeitos das rodovias e estradas já existentes sobre a cobertura florestal nos últimos 15 a 25 anos e aquelas previstas em planos desenvolvimentistas governamentais (PPN-Plano Plurianual 2000-2003 mais conhecido como 'Avança Brasil'), Fearnside utilizou bases cartográficas e sistemas de informação geográfica para a construção de cenários da paisagem amazônica decorrentes dos impactos da implantação de novas estradas e projetos de infra-estrutura. Os modelos revelam a redução da cobertura florestal em até 30% na faixa de 0-10 km

³ O anexo 1 fornece um resumo dos impactos provenientes de vias de acesso, de acordo com a revisão bibliográfica de Trombulak e Frissel (2000)

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. Baseando-se nessas constatações, foram feitos transecções em campo transversais às trilhas mais utilizadas da bacia hidrográfica do rio Mambucaba, para observar provável influência. É notável o recuo e a degradação da vegetação, em grandes distâncias, bem como a ocorrência freqüente de áreas desmatadas ao longo delas. Diversos impactos ambientais, relacionados às alterações citadas acima, foram verificados na Trilha do Ouro, uma das principais trilhas do PNSB e que está contida na bacia hidrográfica do rio Mambucaba (IBAMA, 2001).

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 atuarem e então serem detectados; outros efeitos podem ser crônicos, persistentes ou cumulativos (Trombulak e Frissel, 2000).

Considerando que a paisagem Mambucaba está inserida em um Parque Nacional é extremamente necessária a tomada de medidas que impeçam o estabelecimento de novas vias e que garantam a manutenção e o controle do uso daquelas já existentes, como forma de assegurar a qualidade dos recursos ambientais de todo o PNSB.

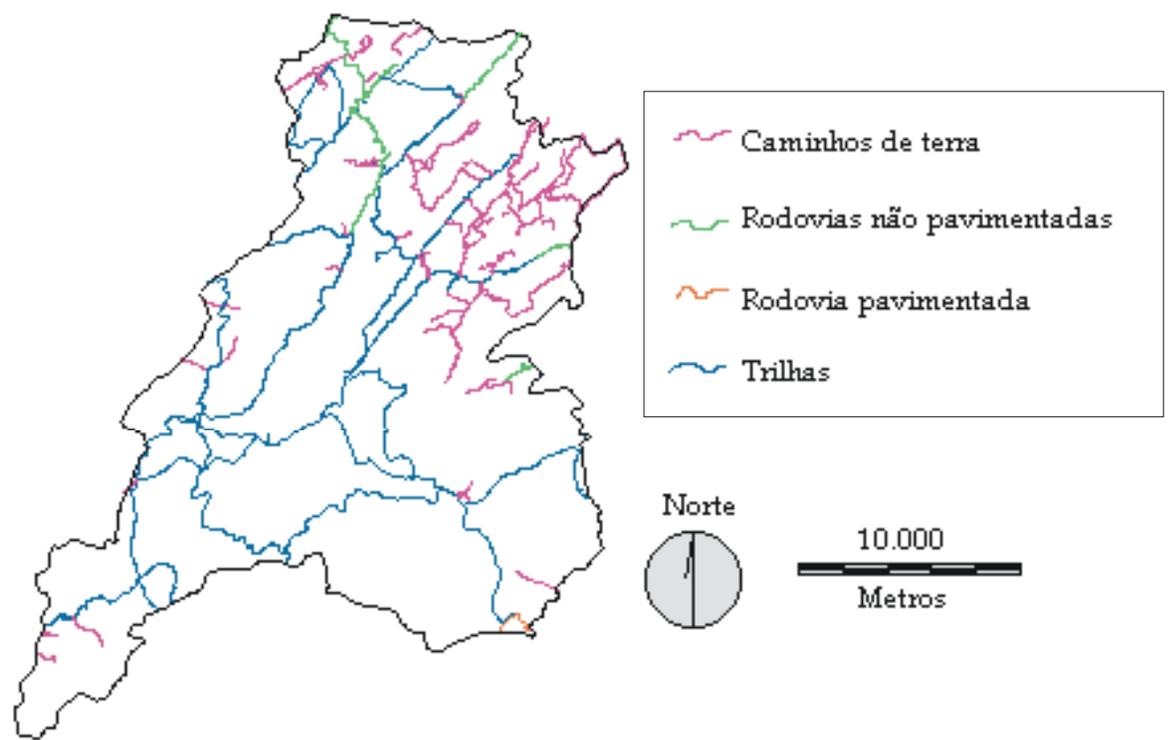


Figura 12: Croqui das vias de acesso da bacia hidrográfica Mambucaba

5.6 Estimativas sobre a fragmentação e manejo das unidades de paisagem

No cenário recente, a Floresta Alto Montana e os Campos de Altitude se distribuem por 13 UP's, cuja matriz é formada por florestas em estado degradado. Os Campos de Altitude são encontrados em apenas 5 dessas UP's na forma de manchas remanescentes. As manchas mais freqüentes, no entanto, são as áreas sem vegetação, os campos antropizados e eventuais reflorestamentos de espécies exóticas. Sobre os corredores, além de matas ciliares e cursos d'água já presentes no cenário passado, as vias de acesso tais como trilhas, caminhos e rodovias não pavimentadas estão presentes em 6 UP's.

A análise visual do mapa de unidades de paisagem (cenário recente) permitiu estimar que a maioria das UP's apresenta de 1 a 30 fragmentos, com área média entre 10ha e 100ha. Há inúmeros fragmentos menores que 2ha, principalmente nas UP's 89 e 91 que podem estar em processo acelerado de degradação. Essas mesmas UP's apresentam diversos fragmentos de Floresta Alto Montana com mais de 100ha ou mesmo acima de 500ha, porém a maioria absoluta deles apresenta manchas que representam impactos ambientais negativos, tais como: áreas sem vegetação, reflorestamentos de espécies exóticas e campos antropizados. Esses elementos são indicativos da continuidade do processo de fragmentação dessa fitofisionomia.

Apesar do intenso processo de fragmentação de algumas das UP's de Campos de Altitude e Floresta Alto Montana, o nível de conectividade, factível ou possível, entre os remanescentes favorece ações de recuperação e manutenção da cobertura vegetal original. Todos os fragmentos, ou estão próximos entre si, ou estão próximos a cursos d'água ou cordões de remanescentes florestais. Isso favorece o manejo de forma a funcionarem como corredores ecológicos favorecendo a dispersão de espécies colonizadoras.

Após o estudo da fragmentação em Campos de Altitude da África do Sul, Armstrong e Hensbergen (1999) sugeriram a formação de redes de corredores entre cinco tipos de UP's para garantir a preservação de espécies endêmicas, uma vez que estas estão sendo mais afetadas pela fragmentação que aquelas não endêmicas.

Em outro estudo, também realizado em Campos de Altitude, Velázquez (2000) discute 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 aumenta os riscos para a maioria de espécies de mamíferos já que a conectividade é importante para atender suas demandas por mobilidade e recursos alimentares.

Acredita-se que os processos descritos pelos autores supracitados podem estar ocorrendo na paisagem Mambucaba em função da substituição de extensas áreas de Campos de Altitude e Floresta Alto Montana por campos antropizados. Habitats ripários, como as matas ciliares, são exemplos de corredores de paisagem em melhor estado de conservação na bacia hidrográfica Mambucaba. Daí a necessidade de manejá-los visando a recomposição da cobertura vegetal, o mais próximo possível do cenário passado.

Sobre essas considerações faz-se uma ressalva – é muito difícil responder concretamente, diante do método proposto, sobre as áreas de Campos de Altitude pois, na verdade, o levantamento de campo evidenciou que essas áreas são dificilmente distinguíveis dos campos antropizados a partir das imagens utilizadas. Para um processo de decisão é premente estudos taxonômicos que venham a contribuir para a efetiva delimitação espacial dessas fitofisionomias.

A Floresta Ombrófila Densa Montana ocorre em 59 UP's, diferenciadas a princípio quanto à matriz que pode ser: floresta preservada (22 UP's), floresta degradada (34 UP's) ou floresta em regeneração (3 UP's). Diversas categorias de manchas estão presentes atualmente nas áreas de Floresta Montana tais como: reflorestamentos (1 UP), floresta preservada (4 UP's), floresta em regeneração (3 UP's), floresta degradada (14 UP's), campos antropizados (16 UP's) e áreas sem vegetação (13 UP's). Os corredores presentes são os cursos d'água e matas ciliares (57 UP's); trilhas e caminhos (31 UP's) e rodovias não pavimentadas (1 UP). Duas UP's (79 e 100, cf. tabela 8) não apresentaram corredores ecológicos o que pode inviabilizar ações de manejo que busquem a recuperação ou a manutenção dessas unidades.

De acordo com a avaliação da paisagem, a Floresta Montana é, sem dúvida nenhuma, a mais seriamente comprometida do ponto de vista da preservação de espécies. Foi reduzida em 22,5% de sua área original. De sua área remanescente apenas 30% apresenta vegetação em estado preservado. As UP's mais comprometidas estão situadas predominantemente sobre áreas montanhosas, ou também sobre morros e morrotes paralelos, do Planalto da Serra da Bocaina com cambissolos (UP's 12, 37, 86, 92, 98, 99, 102 e 103 cf. tabela 7). De acordo com informações contidas no Plano de Manejo do PNSB, as áreas montanhosas apresentam alta susceptibilidade a processos erosivos e severas restrições ao uso agropecuário. Já as áreas do morros e morrotes paralelos apresentam moderada a alta susceptibilidade a erosão. O uso agropecuário só é apropriado com severas medidas de implantação e manejo. Exatamente sobre as áreas mais frágeis, do ponto de vista da conservação dos recursos naturais, houve intensa modificação dos elementos estruturais da paisagem. Extensas florestas foram removidas e substituídas por

campos antropizados, cobertos por pastagens ou abandonados e invadidos por samambaias do gênero *Pteridium*.

As UP's 37 e 86 são as mais fragmentadas apresentando de 30 a 60 fragmentos florestais. Metade das UP's contêm diversos fragmentos menores que 2ha. Na maior parte das UP's o tamanho médio é de 10ha a 100ha, podendo existir fragmentos maiores que 500ha em algumas UP's. Mais de 50% das UP's apresentam impactos ambientais nos fragmentos florestais.

As UP's 1, 12, 37, 86, 92, 98, 99, 102 e 103 necessitam de corredores que liguem os inúmeros fragmentos isolados às manchas de floresta em regeneração da região nordeste da bacia hidrográfica do rio Mambucaba, conectando-os também aos extensos fragmentos de floresta degradada e/ou preservada.

Finalmente, a maioria das UP's necessita de recomposição das matas ciliares, que se apresentam degradadas ou até mesmo ausentes como é o caso das UP's 79 e 100. Essa medida já seria altamente eficaz na recuperação da cobertura vegetal uma vez que a maioria das UP's apresenta cursos d'água próximos a manchas de florestas, possibilitando a eficácia desse tipo de manejo.

A Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana está distribuída entre 19 UP's. Entre elas, apenas 4 UP's apresentam matriz de floresta preservada, as demais são predominantemente cobertas por floresta degradada. Dois tipos de manchas ocorrem nas áreas de floresta sub-montana: áreas sem vegetação (9 UP's) e campos antropizados (13 UP's). Como corredores da paisagem ocorrem cursos d'água e matas ciliares (17 UP's) e trilhas e caminhos (6 UP's). As UP's 27, 73 e 83 (cf.tabela 8) não têm corredores.

A Floresta Sub Montana teve uma redução de 1,5% de sua área original, no entanto 77% das florestas remanescentes estão degradadas, entremeadas por campos antropizados e áreas sem vegetação principalmente. Além dos impactos decorrentes de fatores histórico-econômicos citados anteriormente, essa fitofisionomia sofreu nas últimas décadas alterações profundas devidas à coleta ilegal de palmito (*Euterpe edulis*) e do xaxim (*Dicksonia sellowiana*), de madeira nobre e de espécies ornamentais, além da caça ilegal de várias espécies de aves e mamíferos, atualmente considerados em perigo de extinção (IBAMA, 2001). Esses animais são dispersores imprescindíveis à recomposição natural da vegetação, assim suas populações devem ser manejadas visando a recuperação e preservação de diversas espécies da fauna e flora ocorrentes na Mata Atlântica.

Quanto ao tamanho dos remanescentes florestais as UP's 21 e 35 são as que requerem maior atenção pois aqueles apresentam tamanho médio inferior a 10ha. Em outras UP's os fragmentos podem ter entre 10ha e 500ha; a UP 72 tem fragmentos maiores que 500ha.

O fator mais preocupante, nas florestas sub montanas, é o estado precário de conservação de seus remanescentes. Muitas UP's, seja de matriz preservada (tal como a UP 71), seja de matriz degradada (diversas UP's) apresentam manchas de áreas sem vegetação e/ou de campos antropizados em seus fragmentos. A UP 73 não possui corredores e sua matriz deve ser rigorosamente protegida pois é o único remanescente de floresta preservada para esse tipo de geo-unidade.

De maneira geral, os maiores fragmentos de floresta preservada estão isolados entre si por matriz de floresta degradada. Sugere-se, portanto, o estabelecimento de corredores de espécies nativas interligando os fragmentos das UP's 66, 67, 71, 72, 77 e 78. A recomposição da vegetação das UP's com áreas sem vegetação e campos antropizados também é uma medida extremamente necessária para a preservação da floresta sub montana.

As Florestas sobre Restingas podem ser encontradas atualmente como matriz de somente 6 UP's. As manchas ocorrentes nas unidades são: campos antropizados (4 UP's), áreas sem vegetação (2 UP's) e área urbana (1 UP). Os corredores de matas ciliares e cursos d'água estão em 6 UP's, trilhas/caminhos em 3 UP's e rodovias pavimentadas em 1 UP. As duas unidades de Mangues (18 e 63, cf. tabela 5) do cenário passado, estão ausentes no cenário recente não restando sequer manchas desse ecossistema.

As Florestas sobre 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 2ha ou próximos a 500ha, o tamanho médio, no entanto, é de 10ha. Em todas as UP's há fragmentos contendo trechos de campos antropizados em sua área central. Apesar do alto nível de degradação os fragmentos de restingas ou estão próximos entre si ou próximos a corredores ou ainda, próximos aos maiores remanescentes, favorecendo medidas de recuperação. As UP's 36 e 82 apresentam remanescentes de restingas em melhor estado de conservação e necessitam ser protegidas. A UP 23 foi totalmente urbanizada, no entanto a UP 22, mesma geo-unidade da UP 23, ainda apresenta restingas remanescentes que precisam ser protegidas contra o avanço de campos antropizados. Um dos fatores intensificadores da fragmentação nas áreas de florestas de restingas e de mangues é a ocorrência de vias de acesso, verificada em 5 UP's.

5.7 Implicações funcionais do mosaico da paisagem e proposição de uma nova paisagem

A diversidade de unidades de paisagem verificada na paisagem Mambucaba resulta num mosaico espacialmente heterogêneo e funcionalmente complexo. Como já referido por Metzger (1999; 2001), compreender como essa diversidade e complexidade determinam a interação entre os fragmentos vegetacionais, e conseqüentemente da paisagem como um todo, é a grande questão a ser analisada pela ecologia de paisagem.

A partir das características das geo-unidades e unidades de paisagem definidas nos cenários passado e recente é possível inferir a ocorrência de uma grande riqueza em termos de fauna e flora dessa região, resultante da diversidades de ambientes os quais podem produzir, por exemplo, refúgios ecológicos, ilhas de vegetação além de outras formas, ainda desconhecidas, de interação entre os organismos e seus ambientes.

Corroborando Ross (1997), os elementos bióticos e abióticos se combinam e se influenciam mutuamente, ao passo que o conhecimento humano acerca desses elementos encontra-se compartimentado e desarticulado. Os componentes da natureza são interdependentes. Quando há variações geológicas, por exemplo, certamente são observadas diferenças na geomorfologia, na tipologia de solos e até mesmo na composição florística da cobertura vegetal. Esta última interfere no clima, ou pelo menos, no microclima, na diferenciação e distribuição da fauna e microorganismos e assim sucessivamente para os demais componentes. Acredita-se que seja assim com a paisagem Mambucaba: um grande intrincado geobiológico, formado em malha fechada, onde qualquer tentativa de “esfatiá-la” 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, presentes na bacia hidrográfica do rio Mambucaba, estão distribuídos por geo-unidades diferentes. Informações sobre geologia e geomorfologia são utilizadas por pesquisadores que estudam ambientes fluviais por influenciarem nitidamente a estrutura do hábitat, a quantidade e composição química da água e o transporte e disponibilidade de nutrientes (Bryce & Clark 1996). Assim, é possível que a região de estudo abrigue flora, fauna e microorganismos aquáticos ainda desconhecidos pela ciência, uma vez

que somente foram realizados nessa região levantamentos esparsos, em pequena quantidade e pontuais, sem a sistematização necessária para decisões sobre preservação.

Segundo Resende et al. (2002) o solo é considerado o maior estratificador de ambientes. Sua variabilidade em pequenas distâncias e suas características, inclusive topográficas, 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. Aquelas de solos distróficos são potencialmente instáveis, com menor resiliência. A remoção das florestas por vegetação rasteira torna a área muito fragilizada, a recuperação da vegetação é muito reduzida e o solo fica totalmente exposto. Na bacia hidrográfica do rio Mambucaba ocorrem extensas áreas de cambissolos distróficos (unidades CX4, CX5, CX17) e sobre relevos montanhosos ou escarpados, o que lhes confere alta instabilidade. Esses solos respondem por grandes extensões da área estudada e fazem parte de inúmeras UP's de todos os tipos de vegetação. Além disso, estão presentes em quase todas as UP's que foram convertidas, totais ou parcialmente, a campos antropizados. São, portanto, áreas de difícil recuperação e requerem medidas eficientes de manejo visando a restauração da cobertura vegetal e a conservação dos demais recursos ambientais.

Ainda em relação ao trabalho de Resende e colaboradores (op.cit), áreas de solos húmicos situadas acima de 900m 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 (UP's 37 a 55 e 86 a 111 cf. tabela 8), sendo possível que se encontrem aí espécies relictos. Dentre essas UP's, a UP 88 é a única localizada sobre sedimentos colúvio-aluvionares em área de Floresta Alto Montana. Esta UP deveria receber uma atenção maior, pois poderia abrigar espécies endêmicas ou servir de refúgio para diversas espécies. No entanto está quase totalmente ocupada por um extenso reflorestamento de espécies exóticas (Pinus e Eucalipto).

Outro tipo de pedossistema definido pelos autores são os grandes afloramentos rochosos, os quais, por suas características pedoclimáticas, propiciam a manutenção de espécies xerófilas que ocuparam áreas maiores e contínuas e hoje vivem nesses locais de refúgio da Mata Atlântica. 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 um substrato favorável à

diversidade. Ambientes como esses ocorrem principalmente na região sudeste da bacia hidrográfica Mambucaba, onde encontram-se cambissolos háplicos associados a afloramentos rochosos (unidade CX17) sobre relevos escarpados em áreas de Floresta Sub Montana (UP's 63 e 65 a 78 ,cf. tabela 8).

Em outro estudo semelhante, Dias et al. (2002) utilizaram informações pedogeomorfológicas e de vegetação para caracterizar diferentes geo-ambientes do Parque Estadual do Ibitipoca-MG. Foram separados oito geo-ambientes. O estudo identificou diferenças nas fisionomias dos Campos de Altitude presentes em cinco geo-ambientes diferentes. Aparentemente, esse mosaico de tipos vegetacionais parece ser controlado pela profundidade do solo associados à permanência de água no sistema. De forma semelhante, é possível que os Campos de Altitude da bacia hidrográfica Mambucaba apresentem diferenças de composição relacionadas às características das diversas UP's onde ocorrem (UP's 31,32,88 e 91 cf. tabela 7).

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 um elevado número de espécies. Assim, as fitofisionomias analisadas neste estudo, na verdade, representam apenas generalizações simplificadoras de uma elevada complexidade ambiental, decorrente tanto da diversidade de UP's quanto da intrincada relação entre as mesmas.

Como já citado anteriormente, além da diversidade decorrente dos componentes biofísicos, uma nova dinâmica é estabelecida entre as UP's em virtude das interferências humanas, levando à constituição de uma nova paisagem, funcionalmente diferente e ainda mais complexa. Discutir algumas dessas alterações, e suas conseqüências, é algo de extrema relevância para auxiliar a elaboração de estratégias visando a conservação da paisagem Mambucaba.

A remoção da cobertura vegetal ou a modificação no padrão de uso da terra resulta em remanescentes florestais envolvidos por uma matriz cujas características influenciam diretamente a sobrevivência das espécies, especialmente aquelas de interior de floresta. Como conseqüência há uma redução de áreas de habitats e o crescente isolamento dos fragmentos remanescentes. As espécies sobreviventes nessas paisagens modificadas encontram condições adversas, resultantes tanto da redução de seus habitats originais quanto do desenvolvimento de novos habitats ao redor (Ranta, 1998; Lidicker, 1999; Wolff, 2002).

O efeito imediato sobre os remanescentes é a modificação abrupta de fatores abióticos (luminosidade, umidade, ventos e temperatura) e bióticos a partir de sua borda, trazendo conseqüências negativas para a biodiversidade e produzindo uma série de alterações na paisagem em função das interações entre seus elementos. Além dos efeitos imediatos, a fragmentação de habitats tem efeitos de longo prazo resultantes da modificação em processos ecológicos como polinização, predação, comportamentos territoriais e hábitos alimentares. Todas as modificações citadas anteriormente são denominadas efeitos de borda (Murcia, 1995; Ranta, 1998; Metzger, 2001; Wolff, 2002).

A remoção da cobertura vegetal original resultou em novas categorias de matriz para as UP's. A principal categoria, os campos antropizados, ocupa 22,5% da bacia hidrográfica do rio Mambucaba e se estabeleceu como matriz em 9 UP's de Floresta Montana, 2 UP's de Restingas/Mangues e 1 UP de Floresta Sub Montana (tabela 7). Também ocorre na forma de manchas em outras 41 UP's. Áreas urbanizadas surgiram como matriz na UP 23 e como manchas nas UP's 24 e 25 (tabela 7). 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. Por outro lado, outras espécies podem ser beneficiadas pela disponibilidade de novos recursos como alimentos e espaço, por exemplo. A perda da permeabilidade (capacidade de favorecer a mobilidade de espécies) da matriz, bem como os efeitos de borda sobre os fragmentos promovem extinções locais (Lidicker, 1999; Velázquez, 2000; Metzger, 2001 e Wolf 2002). De forma resumida, todos os efeitos de borda, advindos da interação entre o fragmento remanescente e a matriz na grande maioria das unidades da paisagem Mambucaba, afetarão negativamente a dispersão de espécies de interior de florestas, favorecendo a sobrevivência das populações menos susceptíveis à influência desses efeitos.

Tendo como suporte essas referências teóricas é possível afirmar que, ao comparar-se os cenários passado e recente, tanto os efeitos decorrentes da modificação da matriz quanto os efeitos de borda estão atuando intensamente na paisagem da bacia hidrográfica Mambucaba, comprometendo de maneira severa a conservação dos recursos ambientais de todo o Parque Nacional da Serra da Bocaina. 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.

Em diversas UP's, em geral naquelas mais alteradas, os menores fragmentos encontram-se isolados ou distantes do maior fragmento da unidade. Outras UP's, porém, apresentam fragmentos próximos entre si ou de corredores da paisagem, o que contribui para o delineamento e implantação de corredores ecológicos.

A conectividade entre os fragmentos de habitats remanescentes é dada em função da distância entre esses remanescentes mas também é influenciada pela matriz adjacente e pela presença de corredores (Lidicker,99; Velázquez,2000; Metzger,2001; Wolff, 2002). Os corredores são os elementos mais integrativos da paisagem (Forman e Godron,1986) e muitas vezes são os únicos elementos da paisagem merecedores de proteção por sua contribuição à biodiversidade, tanto para animais migrantes quanto para os residentes (Burger, 2000).

Lidicker (1999) aborda a questão da efetividade funcional dos corredores. O uso de corredores, segundo esse autor, depende das respostas das espécies consideradas aos habitats de borda. Os corredores não são necessariamente o mesmo tipo de hábitat dos fragmentos que eles conectam e não precisam ser compostos por espécies nativas. A forma como as espécies respondem à borda e à matriz são absolutamente críticos para o efetivo uso do corredor. O autor propõe ainda que os corredores sejam definidos funcionalmente como uma estreita faixa que facilite (em relação à matriz) o movimento de espécies entre populações locais.

Embora Lidicker afirme que os corredores não sejam, necessariamente, de espécies nativas sugere-se que na paisagem Mambucaba os corredores sejam compostos por elas. Essa medida poderia auxiliar a minimizar o avanço das áreas sem vegetação e campos antropizados e, além disso, promover a recuperação dos menores fragmentos pelo aumento da permeabilidade da matriz de campos antropizados. Além disso, responderia a Lei Nº 9.985/2000 que norteia a gestão das unidades de conservação brasileiras.

Como estratégia inicial de manejo para garantir a representatividade de todas as categorias de geo-unidades identificadas na bacia hidrográfica Mambucaba, sugere-se a implantação de corredores ecológicos a partir dos cursos d'água das sub-bacias dos seguintes rios: Mambucaba, Funil, Alto Curso do rio da Memória, Veado, Itapetininga, Bonito, Perequê, Conceição, Água Branca e Santo Antonio. Com exceção da sub-bacia do rio do Funil, as demais sub-bacias contêm, total ou parcialmente, as geo-up's situadas nas regiões de mudança de faixas de altitude que devem integrar a zona primitiva ou intangível, conforme sugerido anteriormente, e que estão representadas na figura 8. A geo-unidade 67 e suas UP's são exclusivas da sub-bacia do Alto Curso do Rio da Memória; o mesmo acontece com a geo-

unidade 71 e suas UP's em relação ao Rio do Veado. Sendo assim essas sub-bacias requerem atenção especial quanto às medidas de proteção de seus recursos ambientais. As demais geo-unidades e suas respectivas UP's podem ocorrer em duas, ou mais, das sub-bacias que compõem toda a bacia Mambucaba.

As UP's que não forem beneficiadas pela estratégia inicial de manejo deverão estar incluídas em planos de ações específicas como, por exemplo, aquelas situadas na região centro-nordeste da paisagem, onde as florestas montanas estão intensamente degradadas e fragmentadas (UP's 37,38,86,98,99,100,102 e 103). Nessa região, a recuperação das matas ciliares e o controle do uso e ocupação das UP's devem ser promovidos a fim de restabelecer a cobertura vegetal característica aumentando a permeabilidade da matriz e induzir maior conectividade à paisagem.

Uma segunda estratégia de manejo indicada para a bacia Mambucaba seria a definição prioritária de corredores ecológicos interligando, todas as UP's de matriz de floresta preservada montana e sub montana. Essa estratégia visa controlar o processo de degradação dos maiores remanescentes florestais advindo dos efeitos de borda. O mesmo objetivo deve ser buscado com relação às UP's de matriz de florestas sobre restingas, cujos níveis de fragmentação são elevados e onde os efeitos de borda atuam em ritmo acelerado em função do uso e ocupação da terra pela população humana. As UP's beneficiadas por essa estratégia seriam as seguintes: 22 unidades relativas à Floresta Ombrófila Densa Montana (UP's 2, 4, 5, 9, 13, 14, 15, 43, 53, 54, 57, 60, 61, 64, 65, 68, 70, 75, 79, 95, 97 e 109); 4 unidades relativas a Floresta Ombrófila Densa Sub Montana (UP's 66, 71, 73 e 77) e 6 unidades relativas às Florestas sobre Restingas (UP's 25, 26, 36, 81, 82 e 85).

As UP's 24, 27, 73, 79, 83, 93, 100 e 104 (cf. tabela 7), sem cursos d'água mapeados na escala adotada, devem estar inseridas em zonas de proteção integral.

As dezoito unidades de paisagem mapeadas no cenário recente (UP's 19, 21, 25, 31, 34, 57, 65, 66, 70, 71, 75, 77, 80, 88, 89, 90, 91 e 92) devem ser integradas à zona intangível ou primitiva.

Oito unidades (UP's 37, 38, 86, 98, 99, 100, 102 e 103) com floresta montana degradada e campos antropizados, e uma unidade (UP 72) de floresta sub montana degradada precisam ser manejadas para induzir maior conectividade e permeabilidade à paisagem Mambucaba.

A UP 88 é a única sobre sedimentos colúvio-aluvionares em área de floresta alto-montana, poderia abrigar espécies endêmicas ou servir de refúgio ecológico para diversas espécies, está no entanto ocupada por reflorestamento de espécies exóticas (Pinus e Eucalipto).

De forma geral é preciso garantir, dentro das possibilidades e restrições do território, que as zonas primitiva e intangível incluam, ainda que parcialmente, as 73 categorias de geo-unidades.

O conjunto de estratégias propostas visa aumentar a conectividade e a permeabilidade da paisagem contribuindo em última instância, para o restabelecimento da cobertura vegetal da bacia Mambucaba e a garantia de manutenção de seus recursos ambientais.

Somente por meio da preservação ou recuperação dessas unidades é que poder-se-ia 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, conseqüentemente, da paisagem como um todo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estratégia metodológica utilizada para a construção e análise dos cenários da paisagem possibilita evidenciar a potencial riqueza e complexidade ambiental da bacia hidrográfica Mambucaba, interpretada neste estudo como paisagem, e sua importância enquanto representativa do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

A utilização de recursos de fácil manejo do SIG IDRISI, associada a aplicação de atributos qualitativos e quantitativos, permitiram um diagnóstico rápido e sucinto dos fragmentos florestais remanescentes.

Também foi possível indicar a necessidade de manejo direcionado à unidades de paisagem, obtidas mediante a perspectiva da abordagem geográfica da ecologia da paisagem, de acordo com seus graus de representatividade da diversidade do território, de degradação e de tipos de interferência.

Em síntese, todas as fitofisionomias de Mata Atlântica da paisagem Mambucaba necessitam medidas de manejo visando a recomposição da cobertura vegetal como forma de garantir a manutenção da biodiversidade e da dinâmica biofísica natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, A.J. e HENSBERGEN, H.J. van. Identification of priority regions for animal conservation in afforestable montane grasslands of the northern Earsten Cape Province, South Africa. *Biological Conservation*, v. 87, p. 93-103, 1999.

BARRET, G.W. e BOHLEN, P.J. Landscape Ecology. In: HUDSON, W.E. (ed.) *Landscape Linkages and Biodiversity*, Island Press, 1991, p. 149-161.

BOTEQUILHA LEITÃO A, AHERN J. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, v. 59, p. 65-93, 2002.

BRYCE, S.A. e CLARKE, S.E. Landscape-level ecological regions: linking state-level ecoregion frameworks with stream habitat classifications. *Environmental Management*, v. 20, p. 297-311, 1996.

BURGER, J. Landscapes, tourism and conservation. *The Science of the Total Environment*, v. 249, p. 39-49, 2000.

COCKLIN, C.; PARKER, S.; HAY, J. Notes on cumulative environmental change II: a contribution to methodology. *Journal of Environmental Management*. 35-51-67, 1992.

DALE, V.H.; PEARSON, S.M.; OFFERMAN, H.L. e O'NEILL, R.V. Relating patterns of land-use changes to faunal biodiversity in the Central Amazon. *Conservation biology*, v. 8, n. 4, p. 1027-1036, 1994.

DIAS, H.C.T.; FILHO, E.I.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FONTES, L.E.F. e VENTORIM, L.B. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.777-786, 2002.

DORNEY, R.S. The professional practice of environmental management. New York, EUA: Ed. Springer-Verlag, , 228p. 1989.

FEARNSIDE,P.M. 2001. The Future of the Brazilian Amazon. SCIENCE Online. V. 291, nº. 5503. Pg 438.

FEARNSIDE,P.M. 2000. O avanço da soja como ameaça à biodiversidade na Amazônia. Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Volume I. Pg 74-82. Vitória-ES. Brasil.

FIERZ, M. de S. M. & ROSA, F. S. 1999 A paisagem x evolução e uso e ocupação do solo no município de Bertiooga - SP Rev. do depto. de geografia n. 13, FFLCH - USP

FORMAN, R.T. e GODRON, M. Landscape ecology, New York, EUA : John Weley, 619p. 1986.

GIRARDI, A.C. S. Subsídios metodológicos para o planejamento e gestão de restingas. Estudo de caso - Bertiooga-SP. Dissertação de mestrado - PROCAM, USP, São Paulo-SP. 2001.

GOMES, L.J. Conflitos entre a conservação e o uso da terra em comunidades rurais no entorno do PNSB: uma análise interpretativa. 157p. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. 2002.

GULINCK, H. e WAGENDORP, T. References for fragmentation analysis of the rural matrix in cultural landscapes. Landscape and Urban Planning, v. 58, p. 137-146, 2002.

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

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

METZGER J.P. "Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica". *An. Acad. Bras. Ci.* (1999) 71. (3-1).pg 445-463.

METZGER,J.P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, Campinas/SP , v.1, n. 1/2 , 2001, ISSN 1676-0611.

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

OLSSON, E.G.; AUSTRHEIM, G. e GREENE, S.N. Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960-1993. *Landscape Ecology*, v. 15, p. 155-170, 2000.

PECCININI, A.A. e PIVELLO, V.R. Evolução temporal das áreas florestais e uso das terras no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. XIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo. In: Resumos: p. 94-95, 2000.

PRIMACK, R.B. e RODRIGUES, E. (eds.) "Biologia da Conservação". 2001. 328p. Londrina-PR. Brasil.

RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELA, J.; JOENSUU, E. e SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, v. 7, p. 384-403, 1998.

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

RODRIGUES,E.; CAINZOS,R.L.P.; QUEIROGA,J. E HERRMANN,B.C. Conservação em paisagens fragmentadas. In: CULLEN JR.,R. e VALLADARES-PÁDUA (Orgs.). Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Ed. UFPR, 2003. p. 481-511.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia - ambiente e planejamento. São Paulo:Ed. 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 de mestrado. Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 2002.

SANTOS, R.F. e PEDREIRA, B.C.C.G. Avaliação da perda de cobertura vegetal nas bacias dos rios Atibaia e Ribeirão Quilombo entre 1965 e 1990. In: Resumos do XLVIII Congresso Nacional de Botânica, p. 162, 1997.

SANTOS,R.F. e MANTOVANI,W. Seleção de reservas florestais para conservação" *in situ*" através de indicadores espaciais. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v.11, n.1, p.91-103, 1999. ISSN 01032674.

SHIDA,C.N. e 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. nº 49, p.27-42, 2002.

TROMBULAK,S.C. E FRISSEL,C.A. "Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities" Conservation Biology, v.14 (1), p.18-30, 2000.

VELÁZQUEZ, A.; FRANCISCO, J.R.; HÉCTOR, R.C. e GERRIT, H.W. Effects of landscape changes of mammalian assemblages at Izta-Popo Volcanoes, México. *Biodiversity and Conservation*, v. 00, p. 1-17, 2000.

YAHNER, T.G., KOROSTOFF, N., JOHNSON, T.P., BATAGLIA, M. e JONES, D.R. Cultural landscapes and landscape ecology in contemporary greenway planning, design and management: a case study. *Landscape and Urban Planning*, v.33, p.295-316, 1995.

WOLFF, A.; DIEULEVEUT, T; MARTIN, J.L. e BRETAGNOLLE, V. Landscape context and little bustard abundance in a fragmented steppe: implications for reserve management in mosaic landscapes. *Biological Conservation*, v. 107, p. 211-220, 2002.

ANEXO : Revisão de estudos científicos realizados em diversos países sobre os efeitos diretos e indiretos de rodovias em comunidades aquáticas e terrestres (Trombulak e Frissel, 2000).

De forma geral ocorrem seis categorias principais de impactos descritos de forma breve a seguir: aumento geral da mortalidade; aumento da mortalidade animal por colisão com veículos; alterações no ambiente físico; alterações no ambiente químico; dispersão de espécies exóticas e mudanças no uso humano da terra e da água.

1. Aumento geral da mortalidade: florestas foram reduzidas em até 30% devido à construção de estradas para extração de madeira; espécies animais tiveram mortalidade devido à construção e ao aumento do volume de tráfego; a biota do solo foi reduzida devido à compactação que chega a ser 200 vezes maior que em áreas não construídas; transferência inevitável de sedimentos e outros materiais para lagoas e outros corpos d'água que cruzam a estrada afetando a comunidade aquática e reduzindo sua produtividade.

2. Aumento da mortalidade animal por colisão com veículos: mamíferos de vários tamanhos, aves, anfíbios, répteis e insetos sofrem fortes impactos em sua demografia populacional. Anfíbios são especialmente vulneráveis por seu hábito migratório entre ambientes alagados e áreas terrestres, além de serem lentos e inconspícuos de maneira geral. A remoção da vegetação aumenta a visibilidade tanto de motorista quanto de algumas espécies tornando-as menos vulneráveis. Outras são atraídas pelo ambiente modificado das bordas e ao longo das estradas sofrendo assim perdas populacionais. Algumas medidas de mitigação têm sido tomadas com diferentes graus de sucesso como por exemplo a construção de passagens subterrâneas. Ocorre também a modificação do comportamento animal devido a fatores como o volume de tráfego e largura da estrada, assim as estradas podem se constituírem em barreiras ao fluxo gênico entre populações. Muitas espécies deixam de nidificar próximo a ambientes antropizados, incluindo rodovias, devido ao aumento do risco de predação. Alterações na resposta de fuga também podem ocorrer de acordo com a espécie.

3. Alterações no ambiente físico: a compactação do solo é persistente mesmo com o uso descontínuo. A redução do transporte de vapor d'água aumenta a temperatura da superfície de tal forma que o calor é liberado para a atmosfera durante a noite formando "ilhas de calor" ao redor da estrada. Assim alguns animais se agregam próximo ou sobre a estrada aumentando o

risco de serem atropelados. Mudanças na porosidade do solo alteram a sua composição de resíduos na estação seca.

Estradas entre florestas aumentam a incidência de luz no solo promovendo aumento das taxas de espécies heliófitas.

O tráfego na estrada espalha poeira que nas plantas pode causar bloqueio da fotossíntese, respiração, transpiração e ainda injúrias físicas. Esses efeitos são suficientes para alterar a comunidade vegetal, especialmente os líquens e fungos. A poeira vinda das estradas pode servir como fonte de sedimentos finos, nutrientes e contaminantes ao ecossistema aquático.

Estradas e pontes podem alterar o contorno natural dos cursos d'água. Devido à energia associada ao movimento da água, os efeitos físicos se propagam a longas distâncias a partir do ponto de incursão direta da estrada. Alterações na hidrodinâmica e deposição de sedimentos causa mudanças em canais ou cursos d'água a quilômetros de distância acima e abaixo do cruzamento da estrada. Estradas em várzeas podem redirecionar a água, os sedimentos e os nutrientes entre lagoas e pântanos, e seus ecossistemas ripários, alterando a qualidade da água e o equilíbrio do ecossistema.

Pode ocorrer bloqueio do acesso a áreas alagáveis que representem refúgio sazonal de espécies de peixes e outros organismos. Barreiras persistentes levam à seleção de comportamentos que não correspondem ao padrão natural de migração, reduzindo potencialmente tanto a distribuição quanto a produtividade da espécie.

4. Alterações no ambiente químico: a manutenção e uso das estradas contribui com cinco classes gerais de compostos químicos para o ambiente: metais pesados, sais, moléculas orgânicas, ozônio e nutrientes.

A contaminação por metais pesados exibe cinco padrões. O primeiro deles está relacionado ao tráfego de veículos. O segundo padrão depende da distância do solo, das plantas e animais. Estudos indicam que a contaminação declina a 20m da rodovia porém pode persistir até 200m dependendo também dos padrões de ventos. Para ambientes aquáticos a taxa de transporte e distâncias aumentam substancialmente. O terceiro padrão está relacionado às propriedades físicas do solo e sua susceptibilidade à ação do vento, da água e da gravidade. O quarto padrão se dá através do acúmulo nos tecidos dos organismos animais e vegetais. O último padrão se refere ao acúmulo de chumbo de combustíveis que apesar de sua proibição já foram carreados à biota aquática. A mobilização de metais pode ser revertida sob condições como a acidez do solo, do sedimento ou da água.

A alteração do ambiente químico por estradas resulta em inúmeras conseqüências aos organismos vivos. Algumas plantas terrestres modificam-se fisiologicamente em resposta à contaminação. Todas as medidas de biodiversidade - como por exemplo a abundância, a riqueza, a composição de espécies e os índices de equabilidade - são reduzidas em solo contaminado assim como o volume respiratório do solo. O crescimento e a saúde física de algumas plantas podem ser debilitados até o ponto de sua morte. Comunidades aquáticas podem ser modificadas ou suprimidas. Algumas plantas podem acumular toxinas a níveis perigosos ao consumo animal, inclusive humano. O aumento da concentração de poluentes, particularmente sais, atrai grandes mamíferos que ficam expostos ao atropelamento. Finalmente, processos evolutivos podem ser afetados sob pressões de seleção que resultam em diferenciação local de populações de plantas e animais.

5. Dispersão de espécies exóticas: as estradas provocam a dispersão de espécies exóticas por três mecanismos: 1º - provendo novos habitats por alterações de condições; 2º - facilitando a invasão por stress ou remoção de espécies nativas; 3º - permitindo fácil carreamento através de vetores selvagens ou humanos. Na prática no entanto esses três mecanismos dificilmente são distinguíveis.

Algumas populações são mantidas por restos de frutos atirados por veículos ao longo das estradas. Espécies de plantas exóticas às vezes são requeridas para um restabelecimento mais rápido da cobertura vegetal a fim de controlar a erosão ao longo da estrada. Introdução de moluscos, peixes, plantas e outros organismos aquáticos são facilitados pelo acesso público a corpos d'água. A dispersão de patógenos e outros agentes biológicos ao longo das estradas podem afetar ecossistemas aquáticos e terrestres a longas distâncias. No Brasil, sementes de cultivo, transportadas freqüentemente sem as devidas precauções, são perigosamente dispersas ao longo das estradas.

6. Mudanças no uso humano da terra e da água: efeitos ecológicos diversos e persistentes podem ser decorrentes da facilidade de acesso público a áreas bem conservadas. As estradas facilitam o escoamento de recursos naturais. Nos últimos tempos três tipos diferentes de uso humano da paisagem foram promovidos ou facilitados pelas estradas: caça e pesca, recreação e mudanças no uso da terra e água. Populações de peixes nativos antes inacessíveis agora são vulneráveis a empreendimentos pesqueiros. A demanda por estoques de peixes

aumenta levando a formas artificiais de aumento da produção de espécies, sejam nativas ou não. O aumento de visitantes leva populações de animais ao stress passivo.

A construção de vias de acesso para promover habitação, agricultura, mineração e desenvolvimento comercial ou industrial têm levado a modificações na cobertura vegetal e no uso da terra e da água resultando em graves e persistentes efeitos à fauna e flora nativos. Vários estudos demonstram correlação negativa entre quantidade de biomassa, qualidade de habitats e diversidade e abundância de espécies com a densidade de estradas. Outros estudos demonstraram correlações entre a integridade biótica de rios com padrões de uso da terra ao redor de grandes represas. Demonstrou-se por exemplo que estradas florestadas são menos susceptíveis à erosão quando a paisagem ao redor permanece com a cobertura vegetal natural.

Em escala de paisagem ou de rede hidrográfica as estradas produzem um padrão de perda do habitat aquático que difere do padrão terrestre resultando em fragmentação ecológica dos ecossistemas aquáticos. O termo “hiper-fragmentação” foi utilizado para descrever o caráter multi-dimensional da fragmentação ecológica resultante das estradas quando são simultaneamente considerados tanto o ambiente terrestre quanto o ambiente aquático.

Ainda que uma pequena fração da superfície seja ocupada por estradas, poucas regiões do planeta permanecem intocadas devido aos seus efeitos “off-site” . A profundidade desses efeitos não pode ser avaliada sem uma visão abrangente e transdisciplinar dos ecossistemas e comunidades biológicas.