

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Subsídios para a delimitação e planejamento territorial da zona de amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**

**Tatiana Francischinelli Rittl**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas

**Piracicaba  
2011**

Tatiana Francischinelli Rittl  
Bacharel em Gestão Ambiental

**Subsídios para a delimitação e planejamento territorial da zona de amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**

Orientador:  
Prof: Dr: **MIGUEL COOPER**

Dissertação apresentada para obtenção do título  
de Mestre em Ciências. Área de concentração:  
Solos e Nutrição de Plantas

**Piracicaba  
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Rittl, Tatiana Francischinelli

Subsídios para a delimitação e planejamento territorial da zona de amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) / Tatiana Francischinelli Rittl. - - Piracicaba, 2011.  
111 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.  
Bibliografia.

1. Áreas de conservação - Proteção 2. Bacia hidrográfica - Conservação 3. Conservação do solo 4. Parques estaduais 5. Planejamento territorial 6. Uso do solo - Planejamento I. Título

CDD 333.72  
R615s

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Verso da Folha de Rosto**

**Elaborada pelo Tratamento da Informação  
(Biblioteca Central)**



## DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Maria e Luiz  
que sempre me apoiaram e motivaram.

E a minha avó Carlina, meu maior  
exemplo de amor à vida.



## AGRADECIMENTOS

Eu agradeço,

Ao amigo e professor Prof. Dr. Miguel Cooper pela orientação na aprendizagem e no crescimento profissional. A Prof. Dr. Maria Victoria Ramos Ballester pela orientação acadêmica, carinho e amizade durante estes anos. Ao Prof. Dr. Richard J. Heck pelas oportunidades concedidas. A Prof. Rozely Ferreira dos Santos pelas conversas acadêmicas.

À FAPESP pela bolsa concedida. Ao Departamento de Ciência do Solo pela infraestrutura e prontidão as solicitações. Ao Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira pela atenção em todos os momentos desse trabalho, ao Laboratório de Geoprocessamento – CENA pela oportunidade de aprendizagem.

Aos amigos e companheiros do Departamento de Ciência do Solo em especial ao Raul (beirute), Selene (laña), Renata (minei), Jonas (faixa rosa), Renata (beltrão), Gabriel (plug), Rafa, João, JQ, Mariana (taz) pelas conversas e momentos de alegria. Aos amigos e companheiros do Laboratório de Geoprocessamento do CENA, Henrique (tamaguxi), Rodrigo, Deise, Luiz e Rose pelo carinho com que me receberam.

À minha família piracicabana Vivian (vilinha), Mari (pivet), Débora, Cris, Fernanda (bixetão), Felipe (Frutt-lee), por tornar meus dias inesquecíveis. Aos meus amigos que mesmo longe sempre estiveram por perto Beto (matrix), Érika (tétano), Helena (di-tróia), Thaís (dinda). E em especial a Lucas Benedetti Groblackner pela compreensão, apoio, carinho e ajuda incondicional em todas as etapas.





## EPÍGRAFE

“A questão ambiental é acima de tudo,  
Uma questão política, econômica  
E social”.

ENRIQUE LEFF



## SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	15
LISTA DE FIGURAS.....	17
LISTA DE TABELAS.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 Unidades de Conservação.....	21
1.2 Zona de Amortecimento.....	25
1.3 Geossistema.....	28
1.4 Processos físicos de degradação do solo.....	30
1.5 Classificação orientada a objeto.....	34
1.6 Legislação.....	37
Referências.....	38
2 SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL DO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL TURÍSTICO DO ALTO RIBEIRA.	
Resumo.....	42
Abstract.....	42
2.1 Introdução.....	43
2.2 Desenvolvimento.....	44
2.2.1 Área de Estudo: Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR).....	44
2.2.2 Metodologia.....	44
2.3 Considerações finais.....	45
2.3.1 Resultados e discussão.....	45
2.3.2 Conclusão.....	54
Referências.....	55
3 O USO DA CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO COMO UMA FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO USO DO SOLO.	
Resumo.....	57
Abstract.....	57
3.1 Introdução.....	58
3.2 Desenvolvimento.....	59
3.2.1 Área de estudo.....	59
3.2.2 Materiais.....	60

3.2.3 Métodos.....	60
3.2.3.1 Classificação pixel a pixel.....	61
3.2.3.2 Classificação orientada a objeto.....	61
3.2.3.3 Avaliação da Classificação.....	64
3.2.3.3.1 Acurácia e índice Kappa.....	64
3.2.3.4 Geração dos mapas.....	64
3.3 Considerações finais.....	65
3.3.1 Resultados e Discussão.....	65
3.3.1.1 Classificação da imagem.....	65
3.3.1.2 Avaliação das classificações.....	66
3.3.2 Conclusão.....	70
Referências.....	72
<b>4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO</b>	
Resumo.....	75
Abstract.....	75
4.1 Introdução.....	76
4.2 Desenvolvimento.....	77
4.2.1 Área de Estudo.....	77
4.2.2 Avaliação Rápida e Priorização do Manejo de Unidades de Conservação.....	78
4.2.3 Análise das imagens de satélite.....	80
4.3 Considerações finais.....	81
4.3.1 Resultados e discussão.....	81
4.3.2 Conclusão.....	88
Referências.....	89
<b>5 CRITÉRIOS PARA A DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO NO ENTORNO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO</b>	
Resumo.....	91
Abstract.....	91
5.1 Introdução.....	92
5.2 Desenvolvimento.....	94
5.2.1 Área de Estudo.....	95
5.2.2 Materiais.....	95

5.2.3 Metodologia.....	95
5.3 Considerações finais.....	100
5.3.1 Resultados.....	100
5.3.2 Discussão.....	103
5.3.3 Conclusão.....	106
5.3.4 Considerações gerais.....	107
Referências.....	111



## RESUMO

### **Subsídios para a delimitação e planejamento territorial da zona de amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**

As unidades de conservação (UC) são áreas com características naturais relevantes, com limites definidos e com o objetivo de proteção e preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, o qual deve compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. As áreas em volta das UCs são estratégicas para a proteção da biodiversidade e para o desenvolvimento sustentável da população local. Entretanto, é necessário que hajam restrições e limites ao uso e ocupação do solo nos locais da circunvizinhança, para reduzir a influência dos impactos negativos na biodiversidade das áreas protegidas. O objetivo do presente estudo é fornecer embasamento técnico para a determinação de critérios que definam a extensão, o uso e a ocupação da zona de amortecimento (ZA) do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR). Para isto foram elaborados critérios que definem: a) a extensão da zona de amortecimento e b) a utilização da zona de amortecimento. A definição da extensão da zona de amortecimento do PETAR baseou-se na delimitação das microbacias hidrográficas cujos cursos de água drenam para dentro do parque e na aproximação dos vetores antrópicos ao limite do parque. Os critérios que definiram o uso e ocupação da paisagem na zona de amortecimento foram baseados na vulnerabilidade à erosão do solo. Conclui-se que a zona de amortecimento de 10 quilômetros contempla os critérios aqui usados, abrangendo o limite das microbacias hidrográficas e os grandes fragmentos florestais. Entretanto a qualidade do parque está ameaçada pela expansão da agricultura, mineração, extração ilegal de palmito e silvicultura. A expansão dessas atividades ocorre de forma irregular em áreas de alta vulnerabilidades à erosão e coloca em risco a manutenção da qualidade do bioma protegido.

Palavras-chave: Unidades de conservação; Entorno; Conservação da água e do solo; Planejamento do uso do solo





## **ABSTRACT**

### **Subsidies for the delimitation and territorial planning of the buffer zone of Alto Ribeira Tourist State Park (PETAR)**

Conservation Units (UC) are areas with relevant natural features, with limits defined and with the goal of protecting and preserving nature, being admitted only the indirect use of its natural resources, which should reconcile nature conservation with the use sustainable portion of their natural resources. The areas around the UC are strategic to the protection of biodiversity and the local sustainable development of the population. However, it is necessary that there are restrictions and limits on the use and occupation of land in the surroundings, to reduce the influence of negative impacts on biodiversity in protected areas. The aim of this study is to provide a technical foundation for the determination of criteria that define the extent, use and occupancy of the buffer zone (BZ) of the Alto Ribeira Tourist State Park (PETAR). To this were developed criteria that define: a) the extent of the buffer zone and b) the use of the buffer zone. The definition of the extent of the buffer zone PETAR was based on the delineation of watersheds whose rivers drain into the park and approximation of the antropic vectors to the park boundary. The criteria that defined the use and occupancy of the landscape in the buffer zone were based on the vulnerability to soil erosion. It is concluded that the buffer zone of 10 km covers the criteria used here, covering the source of watersheds and large forest fragments. However the quality of the park is threatened by expanding agriculture, mining, illegal harvesting for palm-heart and forestry. The expansion of these activities occurs irregularly in areas of high vulnerability to erosion and can endanger the maintenance of the quality of the biome protected.

Keywords: Conservation Units; Around; Water and soil conservation; Land use planning



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estratégias utilizadas no desenho das unidades de conservação .....	22
Figura 2 – Vertente .....	31
Figura 3 – Exemplos de segmentação da imagem Landsat-7 no programa eCognition.....	35
Figura 4 - Quatro níveis hierárquicos (ilustração) .....	35
Figura 5 - Perímêtro do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, São Paulo – Brasil.....	44
Figura 6 - Colunas estratigráficas e tentativas de correlação lateral no Subgrupo Açungui....	47
Figure 7 - Localização das unidades geológicas carbonáticas proterozóicas nas áreas do Parque Estadual Intervales (PEI) e sua Zona de Amortecimento (ZA), Mosaico de Jacupiranga e Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), Parque Estadual Carlos Botelho.....	59
Figura 8 - Localiazação e limite da área de estudo, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira.....	60
Figura 9 - Exemplos de escalas utilizadas na segmentação da imagem Lansat-7: A) Escala 15, B)Escala 5.....	62
Figura 10 - a) Representação das classes parentais no programa eCognition, b) Representação dos descritores espectrais.....	63
Figura 11 - Gráfico 2D de correlação entre as classes de uso do solo.....	66
Figura 12 - Mapas de uso e ocupação do entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira: a) ERDAS, b) eCognition .....	69
Figura 13 Localização de quatro Unidades de Conservação no estado de São Paulo: Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Parque Estadual de Intervales, Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual Carlos Botelho.....	78
Figura 14 – Evolução das áreas antropizadas sobre o PETAR, A) 1973 e B)1999.....	83
Figura 15 – Evolução das áreas antropizadas sobre o PETAR, A) 2002 e B)2010.....	84
Figura 16 - Imagem com a localização do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira e sua Zona de Amortecimento.....	95
Figura 17 - Características do entorno do PETAR: a)Declividade ;b)Geologia; c)Solos; d) Uso do solo; e)Vegetação; Microbacias.....	102
Figura 18 -Vulnerabilidade à erosão do entorno do PETAR.....	105



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Unidades de Conservação no Brasil. MMA, 2010.....	23
Tabela 2 - Litologia do subgrupo Açungui.....	46
Tabela 3 - Rochas do Grupo Votuverava.....	48
Tabela 4 - Valores de forma, cor, compacidade e suavidade utilizados na segmentação da imagem Landsat – 7 ETM+.....	62
Tabela 5 - Valores de avaliação da concordância do índice Kappa.....	64
Tabela 6 - Resultado da avaliação dos classificadores.....	67
Tabela 7 - Descrição dos critérios adotados.....	79
Tabela 8 - Conceitos atribuídos aos valores relativos e absolutos.....	80
Tabela 9 - Porcentagem da atividade em relação à área antropizada.....	82
Tabela 10 - Valores e classificação das intensidades pluviométricas.....	96
Tabela 11 - Valores e classificação das rochas.....	97
Tabela 12 - Valores e classificação das declividades.....	97
Tabela 13 - Valores e classificação dos solos.....	98
Tabela 14 - Valores e classificação das formações vegetais.....	98
Tabela 15 - Valores e classificações dos usos do solo.....	99
Tabela 16 - As 21 classes de vulnerabilidade à erosão.....	100



## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Unidades de Conservação**

Em 1872 nos Estados Unidos foi criado o primeiro espaço territorial protegido, o Parque Nacional de Yellowstone (SIMÕES et al, 2008; MILARÉ, 2007). O Parque Nacional de Yellowstone surgiu para proteger as áreas naturais contra a expansão urbana e agrícola que ocorriam no país naquela época (DIEGUES, 1996). A idéia de parque nacional nascida nos Estados Unidos logo se espalhou pelo mundo e atualmente existem mais de 30 mil áreas protegidas, que equivalem a 9,5% da superfície do planeta, sendo que em muitos países estas áreas representam o que sobrou dos habitats naturais (CAMPOS, COSTA-FILHO, 2006).

Com a criação do Parque Nacional de Yellowstone surgiram as primeiras áreas protegidas em outros países, no Canadá em 1885, na Nova Zelândia em 1894, na Austrália e na África do Sul em 1898 e no Brasil em 1937 com o Parque Nacional de Itatiaia, com 11.934 hectares (RYLANDS, 2005). O objetivo original do Parque Nacional de Itatiaia era incentivar a pesquisa científica, oferecer lazer as populações urbanas e proteger a natureza (MILLER, 1997). Segundo a IUCN (União Mundial pela Natureza) as áreas protegidas são “áreas de terra e/ou mar especialmente dedicada à proteção e a manutenção da diversidade biológica e de seus recursos naturais e culturais associados, manejada através de instrumentos legais ou de outros meios efetivos” (IUCN, 1994).

Os critérios usados para a escolha das primeiras áreas de proteção da natureza foram as características cênicas do lugar e os fatores biológicos a ela associados. Com o passar do tempo, critérios ecológicos foram sugeridos e passaram a ser recomendadas grandes áreas representativas de diferentes comunidades bióticas (ARAUJO, 2007; PÁDUA, 2004).

No Brasil, o primeiro critério usado para a escolha das áreas naturais a serem protegidas, foi o excepcionalismo existente na superfície das regiões a serem resguardadas. A partir de 1970, com a publicação dos dados do projeto RADAM, os parâmetros para escolha de novas áreas passaram a ser os fenômenos geológicos e geomorfológicos singulares de cada região (ARAUJO, 2007). Atualmente para identificação de novas áreas para a preservação são usados, sobretudo, critérios referentes à distribuição das espécies e seus habitats e a existência de ecossistemas singulares (DIEGUES, 1998). Outros critérios como raridade da espécie ou do bioma, grau de ameaça do ecossistema por impactos antrópicos, valor educacional e científico, recursos culturais, relevância para a manutenção da vida silvestre e representatividade, também são empregados.



O desenho das unidades de conservação corresponde ao seu tamanho e a sua forma. Até 1960 o tamanho das unidades de conservação devia ser grande o suficiente para permitir a sobrevivência da principal espécie inserida naquele ecossistema, sem que houvesse o declínio populacional da espécie alvo. No Brasil até 1970 os critérios que determinavam o desenho das áreas a serem protegidas eram puramente cênicos, e não biológicos. A partir das discussões em cima da Teoria do Equilíbrio da Biogeografia de Ilhas (TEBI) de MacArthur, Wilson (1963) novos critérios passaram a ser usados.

Originalmente a TEBI foi elaborada para explicar a relação espécie-área verificada nas ilhas oceânicas, sendo a base para os posteriores estudos de fragmentação florestal. De acordo com a TEBI uma redução de dez vezes na área de um habitat leva a diminuição de até 50% no número de espécies, chegou-se a relação que áreas maiores possuem maior diversidade de habitats e recursos, o que permite suportar um maior número de espécies. Além do tamanho, quanto maior for a proximidade a outros fragmentos florestais, maior também será a capacidade de manter um maior número de espécies. Com base na TEBI foram sugeridas algumas estratégias a serem adotadas no momento do desenho (Figura 1) das unidades de conservação (ARAUJO, 2007).

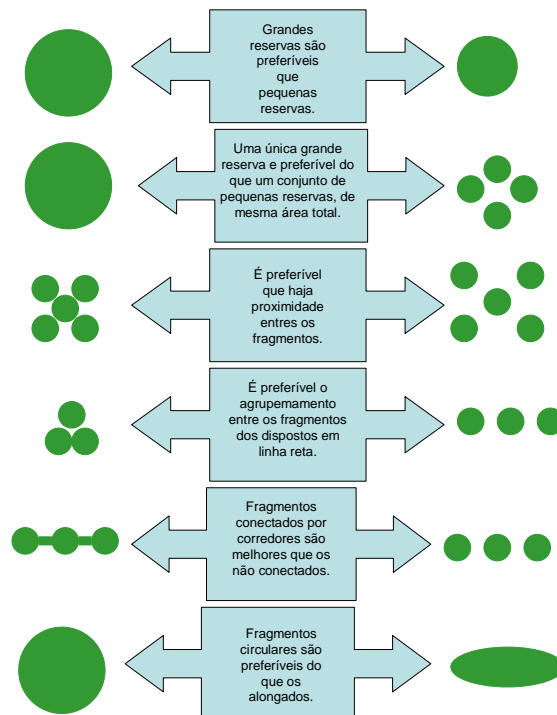


Figura 1 - Estratégias utilizadas no desenho das unidades de conservação. Adaptado, Araujo 2007

Em função das ausências dos critérios ecológicos adotados na delimitação das unidades de conservação, muitas vezes a forma, a dimensão ou o desenho da unidade de conservação não favorecem uma adequada proteção da biodiversidade (SIMÕES et al, 2008). A maior parte das áreas protegidas no mundo cujo tamanho é menor de 100.000 hectares são incapazes de garantir a sobrevivência de grandes carnívoros e herbívoros por um longo período de tempo (NEWMARK, 1987). Contudo hoje se entende que seja mais importante a configuração da paisagem e as características do entorno da unidade de conservação do que a própria relação espécie-área. Ou seja, a manutenção de fragmentos florestais no entorno de unidades de conservação aumenta a heterogeneidade de habitats, além de servirem como pontes de ligação a outras matrizes (ARAUJO, 2007).

As propostas subsequentes para a criação de parques nacionais brasileiros aconteceram inspiradas nos parques suíços que eram mais restritivos que os norte-americanos, os parques suíços não visavam atrair turistas, mas cientistas interessados em estudar a natureza no seu estado selvagem, entretanto os parques no Brasil permaneceram dando grande ênfase ao desenvolvimento do turismo na expectativa de repetir o sucesso dos parques norte-americanos (ARAUJO, 2007). Em 2010 no Brasil, de acordo com os dados do cadastro nacional de unidades de conservação, as unidades de conservação totalizam 832, sendo 284 na esfera federal e 548 na esfera estadual.

Tabela 2 - Unidades de conservação no Brasil. MMA, 2010

Unidade de Conservação Federal	N <sup>o</sup>	Área (ha)	Unidade de Conservação Estadual	N <sup>o</sup>	Área (ha)
<b>PROTEÇÃO INTEGRAL</b>			<b>PROTEÇÃO INTEGRAL</b>		
Estação ecológica	32	7,006.91	Estação ecológica	51	600.8
Monumento natural	0	0.00	Monumento natural	6	32.605
Parque nacional	62	21,632.42	Parque Estadual	164	8,267.56
Reserva biológica	30	3,901.06	Reserva biológica	36	169.386
Reserva ecológica	1	109.00	Reserva ecológica	13	116.666
Refúgio de vida silvestre	3	145.25	Refúgio de vida silvestre	3	102.543
Subtotal	128	32,794.64	Subtotal	273	9289.562
<b>USO SUSTENTÁVEL</b>			<b>USO SUSTENTÁVEL</b>		
Área de proteção ambiental	30	8,914.92	Área de proteção ambiental	177	23,877.17
Área de relevante interesse ecológico	13	30.047	Área de relevante interesse ecológico	15	20.167
Floresta extrativista	0	0	Floresta extrativista	3	1,438.91
Floresta nacional	63	16,752.07	Floresta estadual	24	2,162.46
Floresta de rendimento sustentável	0	0.00	Floresta de rendimento sustentável	18	1,407.76
Reserva do desenvolvimento sustentável	1	64.735	Reserva do desenvolvimento sustentável	14	9,499
Reserva extrativista	49	9,846	Reserva extrativista	24	1,393.59
Subtotal	156	35,607.30	Subtotal	275	39,798.68
<b>TOTAL</b>	<b>284</b>	<b>68,401.94</b>	<b>TOTAL</b>	<b>548</b>	<b>49,088.24</b>

No Brasil o termo unidade de conservação é utilizado para definir as áreas de proteção da fauna, flora, microorganismos, corpos d'água, solo, clima, paisagens, e todos os processos ecológicos pertinentes aos ecossistemas naturais (SIMÕES et al., 2008). As unidades de conservação (UC) são áreas com características naturais relevantes, instituídas pelo Poder Público, com limites definidos e com o objetivo de proteção e preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, o qual deve compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. No Estado de São Paulo, os 81% de florestas que originalmente cobriam o estado foram reduzidas para 8% dos quais cerca de 3%, que corresponde a, aproximadamente, 794.569,38 hectares, estão protegidas dentro de Unidades de Conservação (SIMÕES et al., 2008).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei Federal 9.985/00, definiu e regulamentou as categorias de unidades de conservação no Brasil, são elas, as de proteção integral – Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional e Refúgio da Vida Silvestre - e as de uso sustentável – Área de Proteção Ambiental; Áreas de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular de Patrimônio Natural. A criação e proteção das UCs por leis e decretos garantem apenas que estejam protegidas na forma legal, mas não levam em consideração os problemas e situações da região nas quais estão inseridas (TAMBOSI, 2008).

Os Parques Estaduais se enquadram na categoria de unidades de conservação de proteção integral, e são os mais importantes em abrangência, com cerca de 700 mil hectares de área protegida (SIMÕES et al., 2008), onde não é permitida a utilização direta dos recursos naturais. A pequena territorialidade e a impossibilidade de expansão das áreas efetivamente protegidas em médio prazo precisam ser compensadas com a garantia de um manejo específico e a diminuição dos vetores de perturbação das áreas limítrofes das unidades de conservação. De acordo com a RAPPAM – Avaliação Rápida e Priorização do Manejo de Unidades de Conservação, a expansão urbana sob área protegida, ocupação irregular no seu interior, turismo desordenado, isolamento da unidade, e impactos das atividades do entorno ligados à agricultura com uso de agrotóxicos, ao pastoreio e à mineração, correspondem aos principais vetores de perturbação das UCs (SIMÕES et al., 2008). Para reduzir os efeitos das atividades realizadas nas áreas de entorno, vários autores sugerem a criação de zonas de amortecimento ao redor das unidades de conservação.

## 1.2 Zona de Amortecimento

O conceito de zona de amortecimento (DUTRA-LUTGENS, 2000) surgiu pela compreensão da importância da área do entorno na preservação da unidade de conservação. As zonas de amortecimento ou áreas de entorno são áreas externas, que devem rodear as unidades de conservação, estratégicas para a preservação do ecossistema protegido. São áreas cuja principal função é a de filtrar os impactos negativos externos a ela, ou seja, amortecer ou mitigar os impactos diretos e indiretos produzidos por atividades antrópicas incompatíveis com o manejo da área silvestre (BRESOLIN, 2002).

Na bibliografia existem outras denominações para as áreas do entorno das unidades de conservação. Dentre elas encontramos as zonas tampão que são, "zonas periféricas aos parques ou reservas equivalentes, onde são feitas restrições no uso dos recursos ou nas medidas de desenvolvimento para melhorar os valores de conservação da área" (BRESOLIN, 2002) e as zonas de influência, áreas externas a um dado território, sobre o qual exerce influência de ordem ecológica e/ou socioeconômica, podendo trazer alterações nos processos ecossistêmicos. Independente da nomenclatura nestas áreas não é proibida a presença da comunidade local, entretanto, é imprescindível que haja harmonia entre o desenvolvimento socioeconômico e o ambiente. O entorno pode vir a servir a propósitos econômicos para a população residente com incentivo a atividades que gerem recursos de subsistência ou monetário à população local desde que não interfira nos objetivos do parque.

A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (2000), o qual prevê que as atividades humanas dentro da zona de amortecimento ou de entorno de uma unidade de conservação estão sujeitas às normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade. A Resolução CONAMA nº 13/90 anterior à Lei Federal estabeleceu a obrigatoriedade de manifestação do órgão responsável pela UC sobre a viabilidade de implantação de empreendimentos no raio de 10 quilômetros em relação aos seus limites. Ambas oferecem diretrizes genéricas quanto à delimitação, uso e ocupação do entorno.

As áreas em volta das Unidades de Conservação são estratégicas para a proteção da biodiversidade e podem ser utilizadas para o desenvolvimento sustentável da população local (UNESCO, 1996). Entretanto, é necessário que hajam restrições e limites ao uso e ocupação do solo nos locais da circunvizinhança, para que ocorra uma redução da influência dos impactos negativos na biodiversidade das áreas protegidas (KINTZ, YOUNG, CREWS-MEYER, 2006; GÖTMARK, SÖDERLUNDH, THORELL, 2000).

A circunvizinhança da UC pode conter múltiplas áreas em diferentes estágios de desenvolvimento formando um mosaico de paisagens com diferentes usos, que vão desde terras agricultáveis, urbanização, pastagem até remanescentes florestais (KINTZ, YOUNG, CREWS-MEYER, 2006). Muitas atividades que influenciam diretamente a unidade de conservação ocorrem além dos dez quilômetros estipulados por lei, passíveis de regulamentação, ficando fora da possibilidade de manifestação da administração da unidade de conservação.

A inexistência de um conhecimento sistematizado para o manejo e delimitação da zona de amortecimento se estende por todo o mundo. Na França, a área ao redor do parque é vista como uma espécie de zona tampão entre o mundo exterior e a natureza. Nestas áreas são desenvolvidas atividades em harmonia com o ambiente, porém não existem critérios para a delimitação destas zonas (OLIVA, 2003). Nos Estados Unidos, o principal problema apresentado pelos pesquisadores foi que os limites da zona tampão não correspondem necessariamente aos limites dos ecossistemas, prejudicando a vida silvestre (OLIVA, 2003).

Os planos e programas de manejo brasileiros elaborados até hoje, apresentam heterogeneidade quanto às formas de abordar a interface entre as UCs e seu entorno. Nos planos mais antigos há uma lacuna quanto às atividades desenvolvidas nas áreas circunvizinhas as unidades. Foi só a partir da década de oitenta que alguns parques estaduais começaram a demonstrar preocupações efetivas quanto ao planejamento das áreas do entorno. Naquela época ainda não eram apresentados, de forma sistematizada, diagnósticos e ações específicas para a definição de áreas de interesse e para o enfrentamento dos problemas relacionados ao licenciamento ambiental de obras e atividades nessas porções territoriais (OLIVA, 2003).

A Suíça foi o primeiro país a estipular uma faixa de dez quilômetros ao redor das áreas protegidas, como forma de proteger a biodiversidade dos seus parques nacionais (VITALLI, 2009), essa largura de dez quilômetros foi rapidamente aceita por outros parques em diferentes regiões no mundo. Porém, não houve uma preocupação com os aspectos físicos e sociais de cada região e atualmente alguns trabalhos questionam o emprego dos dez quilômetros como largura final para a zona de amortecimento, por isso novas metodologias estão sendo testadas para desenvolver critérios que melhor definam o tamanho destas áreas.

O Planejamento Metodológico (GALANTE, BESERRA, MENEZES, 2002), lançado após o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), propõem áreas que devem ser incluídas ou excluídas ao raio de 10 quilômetros da zona de amortecimento, como por exemplo, as microbacias dos rios que fluem para a unidade de conservação, as áreas de

recarga de aquíferos, as unidades de conservação em áreas contíguas, as áreas naturais preservadas, com potencial de conectividade com a unidade de conservação, as áreas sujeitas a processos de erosão, de escorregamento de massa, que possam vir a afetar a integridade da UC (GALANTE, BESERRA, MENEZES, 2002).

Dentre as metodologias que definem a largura da zona de amortecimento o modelo desenvolvido por LI, WANG, TANG (1999) chamado Processo Hierárquico Analítico (AHP) é um dos mais conhecidos. Este modelo hierarquiza cada fator e sua potencialidade em influenciar negativamente a área da UC. O estudo questiona as medidas pré-estabelecidas das zonas de amortecimento, as quais desconsideram as diferentes influências e características do entorno. Para os autores a largura ideal da zona de amortecimento seria aquela que minimizasse os impactos do entorno sobre a área protegida.

Outro estudo combinou mapas temáticos entre si e através da utilização de sistemas de informação geográficas, estabeleceu critérios básicos para a definição das áreas de risco no entorno (MACHADO et al, 1997). Dentre os critérios básicos definidos por estes autores, encontram-se a taxa de mudança temporal das classes de uso de terra; o nível de impacto presumido para cada classe de uso da terra; e o custo de reversibilidade de uma determinada classe de uso da terra.

O diagnóstico geo-ambiental e socioeconômico realizado no Parque Estadual do Desengano, no estado do Rio de Janeiro (AMORIM, CAMPAGNANI, 1995) teve por base o estudo da hidrogeologia regional. Esta abordagem usou os estudos das vertentes que recebem as águas das nascentes externas ao limite do parque até o deságue na drenagem principal. Através do cruzamento do levantamento do meio físico feito pela interpretação de imagens de satélite Landsat 5, com o meio socioeconômico, estabeleceram-se diretrizes para a elaboração de programas de recuperação ambiental do entorno do parque, considerando os cenários de atuação identificados.

No diagnóstico do entorno dos Parques Estaduais da Cantariera e Alberto Löefgren, em São Paulo, Silva (2000) avaliou as transformações ambientais ocorridas nestas áreas no período entre 1962 a 1994. Neste trabalho foram realizados os levantamentos do meio biofísico e da evolução do uso e da ocupação da terra por meio de revisão bibliográfica, foto-interpretação e trabalhos de campo. O trabalho mostrou a expansão urbana progressiva em direção aos parques, provocando desmatamento e fragmentação da cobertura vegetal e a ocupação de áreas geomorfologicamente impróprias.

Os dez quilômetros de zona de amortecimento exigido pela Resolução CONAMA nº 13/90 foram estabelecidos sem critérios científicos, sendo que uma maior

proteção não está diretamente relacionada com o aumento da área (SILVA, 2000) e sim com o conhecimento do meio físico e social do entorno das unidades de conservação.

### 1.3 Geossistema

As diversas atividades antrópicas desenvolvidas sob o ambiente natural levam a uma configuração espacial característica. Esta organização única do espaço em um determinado tempo é o resultado da inter-relação dinâmica entre os fatores ambientais e os fatores socioeconômicos. Convencionou-se chamar de paisagem, a porção única do espaço e no tempo, onde os elementos inferem uns sobre os outros (CHRISTOFOLETTI, 2004).

Bertrand (1971) definiu paisagem como sendo:

*Uma determinada porção do espaço – em um determinado tempo – e resultado da combinação dinâmica, portanto instável de elementos físicos, biológicos e antropológicos que reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.*

Em uma abordagem mais sistêmica sobre o conceito de paisagem, feita pelo soviético Sotchava (1977), foi introduzido na literatura geográfica o termo geossistema, para expressar a conexão entre a natureza e a sociedade. Sotchava interpretou a paisagem através da Teoria Geral dos Sistemas, essa abordagem do conceito de paisagem permitiu pela primeira vez, uma articulação entre uma análise espacial (própria da geografia) e uma análise funcional (própria da ecologia). Sobre esta perspectiva ecológica e geográfica, a paisagem é composta por um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionalidade e dinamismo de seus elementos e em um determinado espaço (CHRISTOFOLETTI, 2004). Nessa perspectiva o geossistema é a projeção do ecossistema no espaço sobre o substrato abiótico (GUERRA, 2006).

O geossistema é fruto do somatório das inter-relações entre os elementos naturais - físicos e biológicos - e as intervenções sociais – políticas, econômicas e culturais - no espaço e no tempo e, portanto, em constante evolução (BOLÓS, 1981). Entretanto o comportamento do todo não é um simples somatório do comportamento das partes, o comportamento do todo difere do comportamento de suas partes. O comportamento da natureza é complexo e implica em não linearidade, onde quaisquer modificações e alterações nos seus elementos podem resultar em respostas múltiplas e complexas. Portanto é necessário compreender a natureza e seus problemas ambientais de forma integrada, pois a fragmentação conduz a perda de conectividade com o todo (GONDOLO, 1999).

Analisando sob esta perspectiva sistêmica, quando ocorre uma mudança na paisagem há uma alteração na sua estrutura e/ou na sua função. A estrutura se refere à relação espacial entre componentes distintos da paisagem e para determiná-la, analisam-se a distribuição de energia e matéria em relação ao tamanho, forma, quantidade e configuração dos componentes. A função refere-se à interação entre os componentes da paisagem, e resulta no fluxo de energia e matéria (FORMAN, GORDON, 1986)

As intervenções humanas alteram ao longo do tempo a função e a estrutura da paisagem, sendo a evolução determinada por processos históricos. Estas alterações no uso e na cobertura do solo podem ser observadas através das mudanças nos padrões dos fragmentos florestais da paisagem ao longo do tempo. A fragmentação tem sido apontada como a causa primária da perda biodiversidade nas regiões tropicais (ARAUJO, 2007). As consequências negativas da fragmentação florestal sobre as espécies foram observadas pela primeira vez pelo fitogeógrafo suíço Alphonse de Candolle, ele estimou que a divisão de uma grande massa de terra em pequenas porções levaria à extinção local de uma ou mais espécies e à preservação diferencial de outras (ARAUJO, 2007).

A denominação fragmentação é usada para descrever o processo incompleto de remoção de um habitat, resultando em pequenas parcelas de ecossistemas naturais, isolados uns dos outros, em uma matriz de terras dominadas por intervenções humanas (FAHRIG, 2003). A fragmentação da paisagem tem como consequências: redução na quantidade do habitat, aumento no número de parcelas do habitat, diminuição do tamanho das parcelas e aumento do isolamento dos fragmentos. Portanto a fragmentação florestal diminui a área total de um determinado ecossistema, além de expor a comunidade biótica a condições ambientais diferentes, a separação entre estes dois ecossistemas diferentes ocorre de forma abrupta, gerando vários efeitos, conhecidos por efeito de borda (ARAUJO, 2007).

A fragmentação da paisagem e o consequente aumento da extensão das bordas – das fronteiras entre os ambientes – conduzem a uma significativa degradação da paisagem. O que leva a um processo de perda da biodiversidade, pois são estabelecidas barreiras para a dispersão das espécies, com as mudanças na conectividade espacial, reduzindo-se o acesso aos recursos, facilitando a deterioração genética. A magnitude dessas transformações sobre a biodiversidade depende da extensão e forma do fragmento, de seu número, da distância entre eles e do ambiente do entorno. O alto grau de fragmentação dos remanescentes florestais no estado de São Paulo e a alta taxa de ocupação no entorno das UCs, devem ser compensadas pelo zoneamento ambiental das áreas de entorno, a fim de reduzir o impacto das atividades



humanas e favorecer o fluxo de organismos entre os remanescentes de vegetação natural (TAMBOSI, 2008).

#### **1.4 Processos físicos de degradação do solo**

A Geomorfologia é a ciência que se ocupa das formas da Terra (PENTEADO, 1978), e tem como principal objetivo entender as formas de relevo e elucidar os processos que operam em sua superfície. A geomorfologia considera no estudo das diversas formas de relevo, a origem, a natureza, o desenvolvimento dos processos e a composição dos materiais envolvidos na gênese e transformação do relevo (GUERRA, 2006).

Existe uma estreita relação entre as formas de relevo e os diversos usos e ocupação do solo, uma vez que as atividades humanas se desenvolvem sobre alguma forma de relevo e em algum tipo de solo, dando diferentes respostas as diversas intervenções antrópicas.

Embora os estudos ambientais sejam recentes no campo da Geomorfologia, a relação entre homem e o meio ambiente sempre esteve presente na Geografia, ciência mãe da Geomorfologia, e sua abordagem encontra-se bastante satisfatória na elaboração de zoneamentos ambientais, sendo fundamental na elaboração de mapas de riscos ambientais (ROSS, 2003).

Apesar da Geomorfologia ser aplicada nos estudos de planejamento do uso e ocupação do solo ainda existem poucos trabalhos nacionais que apliquem esta metodologia (GUERRA, 2006). A área da geomorfologia aplicada diretamente aos estudos de planejamento e manejo ambiental é atualmente descrita como Geomorfologia Ambiental (GUERRA, 2006).

A Geomorfologia é uma ciência integradora dos aspectos sociais e ambientais, e tem sido fundamental nos estudos de degradação física do solo por atividades antrópicas – movimentos de massa e erosão, sendo uma importante ferramenta para análise dos processos de mudança da paisagem ocorridos após a intervenção da sociedade em um determinado ambiente (CASSETI, 2001). A Geomorfologia possui íntima relação com a pedologia, pois é no relevo terrestre que se desenvolvem os solos, sendo um dos fatores condicionadores da pedogênese. O relevo é que comanda a circulação da água no solo e os efeitos da drenagem de água (CUNHA, 2000; POCAI, 2000). Esta associação entre Geomorfologia e Pedologia permite conhecer as taxas de erosão do solo, devido o processo erosivo estar bastante relacionado às características dos solos – estrutura e granulometria - e das encostas - declividade e a forma da encosta .

A água é o principal agente erosivo nas regiões tropicais. A água quando atinge o solo tende a ter nas partes altas e relativamente planas, uma boa drenagem enquanto que nas encostas com declividades muito acentuadas a excessiva, a água pouco infiltra. Na figura 2 abaixo é possível observar a dinâmica da água na paisagem.

Dinâmica da água na paisagem.

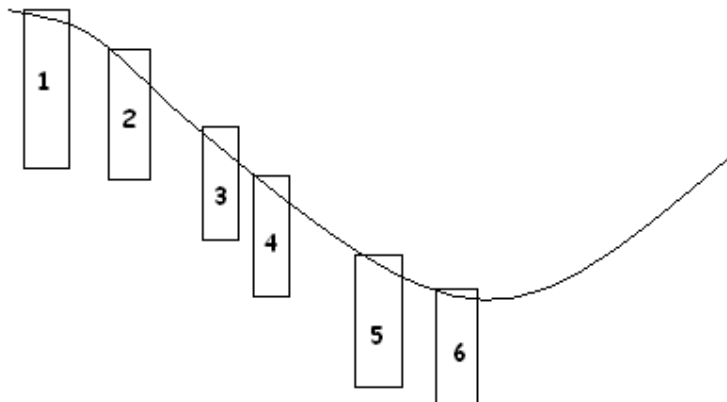


Figura 2 - Vertente

1 – Solos excessivamente bem drenados, profundos, com baixa acumulação de matéria orgânica e sem sinais de hidromorfismo.

2 – Solos bem drenados, profundos, com baixa acumulação de matéria orgânica, podem apresentar sinais de hidromorfismo em subsuperfície.

3 – Solos moderadamente drenados, com possível influência do lençol freático na parte inferior do horizonte B e enriquecimento dos horizontes superficiais e subsuperficiais pelo fluxo lateral. Horizonte A é mais rico em matéria orgânica. Horizonte B apresenta evidentes sinais de hidromorfismo.

4 – Solos imperfeitamente drenados permanecem úmidos por um longo período. Horizonte A espesso com acúmulo de material orgânico. Horizonte B com fortes sinais de hidromorfismo.

5 – Solos mal drenados permanecem encharcados uma grande parte do ano. O horizonte A é formado por material orgânico bem decomposto de natureza turfosa. Os horizontes subjacentes recebem forte influência do lençol freático uma boa parte do ano.

6 – Solos muito mal drenados, com permanência do lençol freático em superfície uma grande parte do ano. Horizonte A composto por um material subjacente mais turfoso, seguido por

um material pouco decomposto. Horizontes subjacentes de cores acinzentadas, esverdeadas e azuladas.

A velocidade de infiltração de água no solo é um fator importante na formação de fluxos superficiais e subsuperficiais de água. A velocidade com que a água passa no interior do solo é conhecida como velocidade de infiltração e corresponde teoricamente a condutividade hidráulica do solo saturado. A velocidade de infiltração depende das características do solo, solos de textura mais grossa, como os solos arenosos tendem a ter velocidade de infiltração mais elevadas que solos argilosos GUERRA, CUNHA, 2000).

A dinâmica da água pode levar a processos de degradação física e química do solo, tais como, deslizamentos, movimentos de massa e erosão. Os movimentos de massa são o deslocamento dos sedimentos sob a influência da gravidade, sendo desencadeados por interferências externas (BIGARELLA *et al*, 2003). Os deslizamentos são fenômenos naturais contínuos de dinâmica externa, que modelam a paisagem da superfície terrestre (GUERRA, CUNHA, 2000), entretanto podem ser induzidos pelas atividades humanas, tendo grande incidência em locais de corte do terreno para a implantação de estradas e moradias, em áreas desmatadas e regiões de pedreiras.

Os movimentos de massa podem ser classificados de acordo com o tipo de movimento e material transportado (GUERRA, CUNHA, 2000) em (1) corridas, (2) escorregamentos (3) quedas de bloco e (4) rastejos. As (1) corridas (ou fluxos) são movimentos rápidos nos quais os materiais se comportam como fluídos altamente viscosos, as corridas estão geralmente associadas à concentração excessiva dos fluxos d' águas superficiais em algum ponto da encosta e deflagração de processo de fluxo contínuo de material terroso. Os (2) escorregamentos se caracterizam por serem movimentos rápidos e de curta duração, com plano de ruptura bem definido, permitindo a distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado e podem ser divididos em: (2.a) escorregamentos rotacionais, onde as superfícies de ruptura se apresentam curva, ou côncava para cima; (2.b) escorregamentos translacionais, onde as superfícies de ruptura se apresentam com forma planar a qual acompanha, de modo geral, descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas no interior do material. As (4) quedas de bloco são movimentos rápidos de blocos e/ou lascas de rocha, ocasionados pela ação da gravidade sem a presença de uma superfície de deslizamento, na forma de queda livre. Os (5) rastejos são movimentos gravitacionais, lentos e contínuos de partículas ou de camadas mais superficiais do solo e da rocha entre outros (GUERRA, CUNHA, 2000)

O mecanismo de erosão do solo pode ser dividido em três fases, o desprendimento de partículas individuais da matriz do solo, o seu transporte pelos agentes erosivos, água ou vento e a deposição das partículas do solo pela perda de capacidade de transporte do agente erosivo, água ou vento. O desprendimento das partículas do solo pela chuva ocorre quando estas são golpeadas pelas gotas de água que caem sobre a superfície do solo descoberto (GUERRA, CUNHA, 2000).

A severidade da erosão depende da quantidade de material desprendido e a capacidade de transporte dos agentes erosivos. Os processos erosivos também são comandados pela erodibilidade do solo, a erodibilidade define a resistência do solo aos processos de desprendimento e transporte, as principais propriedades do solo que influenciam a erodibilidade são textura do solo, estabilidade dos agregados, capacidade de infiltração de água no solo, componentes minerais e orgânicos. A estrutura do solo influi de maneira decisiva sobre o escoamento difuso. Os agregados, sendo pouco estáveis são destruídos pelo impacto da gota da chuva, os poros então, são tampados pelos elementos finos liberados e a infiltração é entravada. A impermeabilização do solo faz crescer a componente de escoamento superficial em detrimento da infiltração e aumentando a competência de transporte de partículas do solo de fluxo de água (GUERRA, CUNHA, 2000).

As atividades humanas desenvolvidas sobre a superfície terrestre são agentes de transformação da paisagem (RYDING , RAST, 1989; PEREIRA FILHO, 1991). Dentre as diversas atividades humanas a mineração seja talvez, a que cause as maiores modificações no relevo. Além dos danos estéticos a paisagem devido as intensas escavações, a mineração do calcário, por exemplo, pode levar a subsidência do relevo e a contaminação dos recursos hídricos pela disposição incorreta dos rejeitos oriundos da exploração do minério (GUERRA, 2006).

O uso intenso do solo por atividades agrícolas, sem o uso de técnicas conservacionistas leva também a sérios problemas erosivos, que além de reduzir a produtividade agrícola pela perda dos horizontes mais férteis, pode causar a poluição de corpos hídricos por doses elevadas de agrotóxicos ou mesmo o assoreamento dos rios (OLLIE, PAIN, 1996).

As interferências antrópicas têm modificado a paisagem e a dinâmica geomorfológica local através da aceleração dos processos erosivos e movimentos de massa, resultando de imediato, num quadro de degradação ambiental. À medida que aumenta a degradação da paisagem, as áreas ocupadas e exploradas pela sociedade de um modo geral, diminuem o seu potencial de produtividade, se a elas nada for feito.

### 1.5 Classificação orientada a objeto

Com o avanço dos novos sensores de alta resolução (POHL, VAN GENDEREN, 1998; RAHMAN, SAHA, 2008), uma maior quantidade de informações está disponível, entretanto existe uma lacuna quanto à capacidade de extração dessas informações pelas metodologias de classificação tradicionais e quanto ao uso dessas informações nos processos de decisão (BENZ et al, 2004). As análises tradicionais, baseadas nos pixels, apresentam limites que podem ser superados pelas técnicas de classificação por objeto. O uso de métodos de classificação de imagem por imagem-objeto - regiões contínuas na imagem - aumenta as possibilidades de aquisição de informações oriundas das imagens (BENZ et al, 2004; RAHMAN, SAHA, 2008).

O uso de técnicas de classificação da imagem por imagem-objeto tem tornado as imagens classificadas mais semelhantes à realidade representada e conseqüentemente ampliando a capacidade de interpretação dos resultados e no processo de decisão (POHL, VAN GENDEREN, 1998). Enquanto que os métodos tradicionais de classificação de imagem baseados na resposta espectral do pixel tem capacidade limitada na distinção entre os diferentes objetos da imagem, a classificação por objeto possibilita uma classificação mais refinada por extrair as informações não só dos atributos do objeto - forma, número de bordas - mais também do contexto onde o objeto está inserido - características topológicas (UserGuide eCognition, 2003).

O princípio da classificação por imagem-objeto é a segmentação da imagem em polígonos (RAHMAN, SAHA, 2008), feita através da divisão da imagem em regiões separadas. Segmentação significa o agrupamento de pixels vizinhos em regiões, ou segmentos, baseado num critério de similaridade definido sobre os atributos das regiões. A segmentação cria objetos (polígonos) de acordo com os parâmetros primitivos (BENZ et al, 2004) de escala, cor, forma, textura e compacidade da imagem (RAHMAN, SAHA, 2008), sendo que a escala é um parâmetro adimensional, que expressa o grau de heterogeneidade do objeto.

A multi-segmentação é o uso de diferentes parâmetros de escala para uma mesma imagem. (RAHMAN, SAHA, 2008). Quando é feita a multi-segmentação da imagem, as imagens super-objetos contêm entre suas bordas as imagens sub-objetos, ou seja, os objetos pertencentes às subclasses estarão contidos dentro da borda dos objetos pertencentes às classes adjacentes (RAHMAN, SAHA, 2008). Por exemplo, em uma escala maior, pode ser observado a textura e os padrões de cor e forma de uma floresta, enquanto que em uma escala menor podem ser observados os padrões dos elementos que compõem a floresta, das árvores.

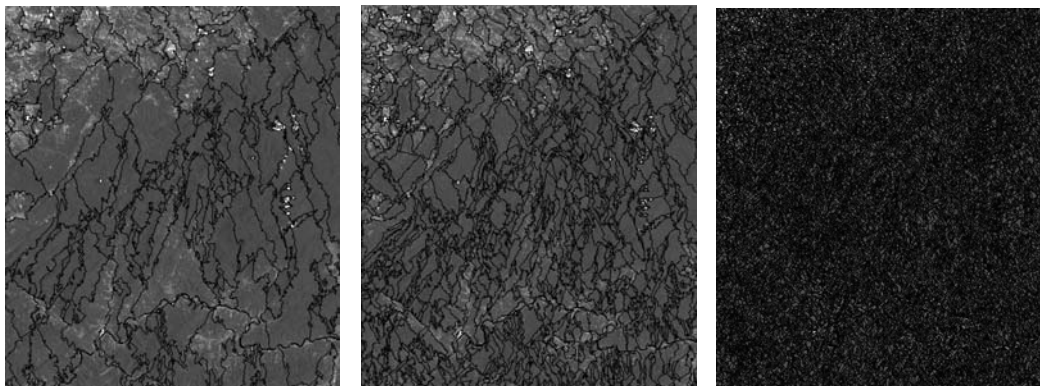


Figura 3 – Exemplos de segmentação da imagem Landsat-7 no programa eCognition

A multi-segmentação é usada na construção de classes hierárquicas (Figura 4), cada imagem-objeto classificada pode ser contextualizada e relacionada a outras classes na imagem (BENZ et al, 2004). Podem ser estabelecidas relações entre os objetos e desenvolvida uma hierarquia entre as classes definidas. As segmentações da imagem são processadas até que os objetos representem satisfatoriamente os elementos a serem interpretados (BENZ et al, 2004), após a segmentação os objetos passam a conter as feições da imagem (POHL, VAN GENDEREN, 1998), servindo como blocos de construção para as etapas subsequentes (UserGuide eCognition, 2010).

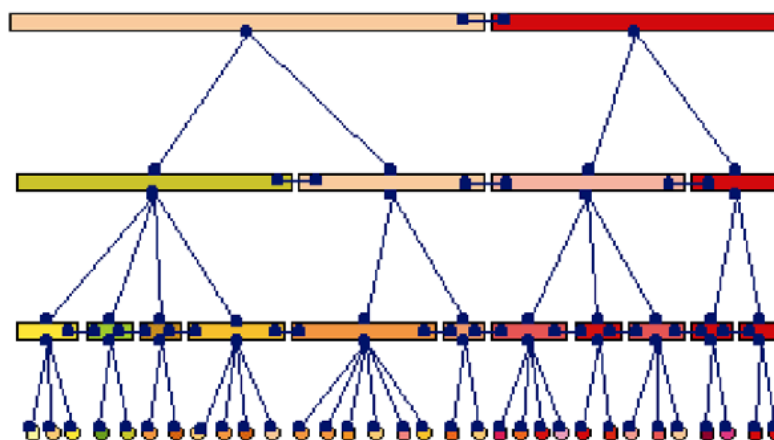


Figura 4 - Quatro níveis hierárquicos (ilustração)

A próxima etapa, após a segmentação, é a classificação da imagem pelo classificador fuzzy. O classificador fuzzy é um poderoso sistema de classificação, o qual se baseia em redes neurais e aproximações probabilísticas (POHL, VAN GENDEREN, 1998; BENZ et al, 2004). Com esse classificador é possível utilizar todas as informações contidas no objeto e na relação do objeto com o seu entorno. O classificador fuzzy pode trabalhar com uma única condição ou com uma combinação de condições (RAHMAN, SAHA, 2008). Pela

lógica fuzzy os objetos na imagem são classificados de acordo com o seu grau de pertencimento, ou seja, não existe o sim ou o não da classificação bolyana, mas uma série contínua, onde “zero” significa extremamente “não” e o “um” extremamente “sim”, todos os valores entre o sim e o não representam uma maior ou menor certeza do objeto pertencer à determinada classe (UserGuide eCognition, 2010; RAHMAN, SAHA, 2008). A lógica fuzzy pode modelar o pensamento humano e representá-lo através de regras.

A classificação fuzzy é dividida em três etapas, a *fuzzification*, quando as feições das classes dos objetos são distinguidas como sendo de baixo, médio ou alto valor; *fuzzy rule-base*, que é a combinação de todas as regras fuzzy; *defuzzification*, quando é produzido o mapa padrão das classes de uso na imagem (BENZ et al, 2004; UserGuide eCognition, 2010).

Após a classificação dos objetos, novas regras podem ser inseridas para o refinamento da classificação. Por exemplo, podem ser adicionadas regras que relacionem o objeto com o seu entorno ou com sub-objetos ou super-objetos. Cada classe tem seus próprios padrões e podem ser elaboradas regras específicas para cada classe, ou seja, podem ser descritas através de operações aritméticas.

A classificação baseada na imagem-objeto tem apresentado bons resultados em áreas naturais declivosas, na distinção entre classes de uso e ocupação do solo, monitoramento das geleiras, no mapeamento geológico, além disso seus resultados tem apresentado uma melhor acurácia quando comparados as classificações baseadas nos pixels (POHL, VAN GENDEREN, 1998).

## 1.6 Legislação

Os dois instrumentos jurídicos que tratam das áreas do entorno da unidade de conservação, divergem quanto à nomenclatura e o tamanho dessas áreas. De acordo com a resolução do CONAMA Nº 13/90, as áreas circundantes das unidades de conservação têm a largura de 10 quilômetros, a partir do limite do parque. Enquanto que, de acordo na Lei Nº 9.985/00, posterior a resolução CONAMA, o tamanho da zona de amortecimento deve ser definido no ato da criação da unidade ou posteriormente a ela, com o Plano de Manejo (VITALI, 2009). Portanto, a definição do tamanho da zona de amortecimento é efetivada com a elaboração do plano de manejo, sendo válida a delimitação e as normas de uso dos recursos naturais estipuladas pelo plano de manejo (MILARÉ, 2007).

O objetivo do presente estudo é fornecer embasamento técnico para a determinação de critérios que definam a extensão, o uso e a ocupação da zona de

amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR). As informações geradas apoiarão o zoneamento que definirá o tipo e a intensidade do uso e eventuais restrições de atividades na zona de amortecimento. As ações propostas estarão relacionadas à proteção, recuperação ou restauração dos recursos hídricos e edáficos.

Neste contexto, as hipóteses deste trabalho são:

- a) a presença da zona de amortecimento é essencial para a proteção de unidades de conservação.
- b) a largura da zona de amortecimento é definida em função dos limites geomorfológicos das principais bacias hidrográficas e da gravidade e extensão dos processos de degradação dos biomas regionais.
- c) os critérios do uso do solo da zona de amortecimento definem áreas de ocupação distintas baseadas nos diferentes níveis de degradação ambiental.



## Referências

AMORIM, H. B.; CAMPAGNANI, S. Diagnóstico geo-ambiental e sócio-econômico da área de influência do Parque Estadual do Desengano. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.2, p 117-122, 1995.

ARAUJO, M.A.R. **Unidades de conservação no Brasil: da república à gestão de classe mundial**. Belo Horizonte: SEGRAC, 2007. 272 p.

BENZ, U.C.; HOFMAN, P.; WILLHAUCK, G.; LINGENFELDER, I.; HEYNEN, M. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, Enschede, v.58, p.239-258, 2004.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: IGEO/USP, 1971.p.141-152. (Caderno de Ciências da Terra, 13.).

BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC. 2003. v.3, cap.8, p. 1026-1098.

BOLÓS, M. Problemática actual de los estudios depaisaje integrado. **Revista de Geografia**, Barcelona, v.15, n.1/2, p 45-67, 1981.

BRASIL. **Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências

BRESOLIN, M.C. **Iguazu National Park´s buffer zone management in the city of céu azul**. 2002. 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CAMPOS, J.B.; COSTA FILHO, L.V. Sistema ou conjunto de unidades de conservação? In: CAMPOS, J.B.; TOSSULINO, M.DE G.P.; MÜLLER, C.R.C.M.(Org.). **Unidades de Conservação: ações valorização da biodiversidade**. Curitiba: IAP, 2006. 344 p.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 2001, 137 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Sistemas dinâmicos: As abordagens da teoria do caos da geometria fractal em geografia**. In: VITTE, A.C. E GUERRA, A.J.T.(Org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Beltrand Brasil, 2004. p 89-110.

CUNHA, P. **Superfície geomórfica e variabilidade de Latossolos em uma vertente sobre arenito-basalto em Jaboticabal, SP**. 2000. 149p. Tese (Doutorado na área de.Agronomia) - Universidade Estadual Paulista” Júlio de Mesquita Filho” , Jaboticabal. 2000.

DIEGUES, A.C.S. Repensando e recriando as formas de apropriação comum dos espaços e recursos naturais. In: VIEIRA, P.F; WEBWE, J (Org.). **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento**. São Paulo: Cortez, 1996. p.407-432.

DIEGUES, A.C.S. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: USP, NUPAUB, 1998. 169p.

DUTRA-LUTGENS, H. **Caracterização ambiental e subsídios para o manejo da zona de amortecimento da estação experimental e ecológica de Itirapina**, 2000. 196 p. Dissertação (Centro de estudos ambientais) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2000.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**, Canada, v. 34, p.487-515, 2003.

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

GALANTE, M.L.V.; BESERRA M.M.L.; MENEZES, O.E (Aut.). **Roteiro Metodológico de Planejamento**. IBAMA, 2002. Disponível em:<[http://ibama2.ibama.gov.br/cnia2/download/a\\_disponibilizar/roteiro%20metodo1%F3gic o.pdf](http://ibama2.ibama.gov.br/cnia2/download/a_disponibilizar/roteiro%20metodo1%F3gic o.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2010.

GONDOLO, G.C.F. **Desafios de um sistema complexo à Gestão Ambiental** – Bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo. São Paulo: FAPESP; Annablume Editora, 1999.162p.

GÖTMARK, F.; SÖDERLUNDH H. THORELL M. Buffer zones for forest reserves opinions of land owners and conservation value of their forest around nature reserves in southern Sweden: **Biodiversity and Conservation**, Netherlands, v. 9, p. 1377-1390, 2000.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, B.S. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, 372 p.

GUERRA, A.J.T.; MARÇAL, M.S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192 p.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES (IUCN). **United Nations list of nations parks and protected areas**. Gland, Switzerland: Cambridge: IUCN, 1994.p.133.

KINTZ, B.D.; YOUNG, K.R.; CREWS-MEYER, K.A . Implications of land use / land cover change in the buffer zone of a national park in the tropical Andes. **Environmental Management**, Tennessee, v. 38, n. 2, p. 238–252, 2006.

LI, W.; WANG, Z.; TANG, H. Designing the buffer zone of nature reserve: a case study in Yancheng Biosphere Reserve. **Biological Reserve**, China, v. 90, p. 159 -165, 1999.

MacARTHUR R.H.; WILSON O.E. An equilibrium theory of insular zoogeography. **Evolution international journal of organic evolution**, Diamond v. 17, n. 4, p. 373-387, 1963.

MACHADO, R.B; AGUIAR L.M.S.; BIANCHI C.A.; VIANNA R.L.; A.J.B. SANTOS A.J.B; SAITO C.H.; TIMMERS J.F. Um método de análise das áreas de risco no entorno de unidades de conservação: estudo de caso da estação ecológica águas emendadas, Brasília, DF, Brasil.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IAP, UNILIVRE, Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação, 1997. p.23-27.

MILANO, M.S. Unidades de conservação: conceitos básicos e princípios gerais de planejamento, manejo e administração. In: MILARÉ, E. **Universidade livre do meio ambiente**. Curso de manejo de áreas naturais protegidas. Curitiba: UNILIVRE, 1997. p. 35-55.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. 5 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007. p1280.

MILLER, K.R. Evolução do conceito de áreas de proteção – Oportunidade para o Século XXI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1997. Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1997. p. 3 - 21.

MMA. Ministério do Meio Ambiente **Cadastro Nacional de Unidade de Conservação**, 2010. Disponível em: <  
[Http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=119&idConteudo=9677&idMenu=9744](http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=119&idConteudo=9677&idMenu=9744)>. Acesso em: dez.2010.

NEWMARK, W.D. A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American parks. **Nature**, Estados Unidos, v. 325, p. 430-432, 1987.

OLIVA, A. **Programa de manejo fronteiras para o Parque Estadual Xixová – Japuí**. 2003. 257p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

OLLIER, C.; PAIN, C. **Regolith, soils and landforms**. Chichester: John Wiley ,1996. 316 p.

PÁDUA, J.A. Defensores da Mata Atlântica no Brasil Colônia. **Nossa História**, Rio de Janeiro, v.1, n. 6, p. 14-20, 2004.

PENTEADO, M.M.; **Fundamentos de Geomorfologia**. 3. ed .Rio de Janeiro: FIBGE, 1980. 185 p.

PEREIRA FILHO, W. **Integração de dados de campo e sensoriamento remoto no estudo da influência das características da bacia de captação na concentração de sólidos em suspensão em reservatório: o exemplo de Tucuruí**. 1991. 175 p. Dissertação (Mestrado. Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1991.

POCAY, V.G. **Relações entre pedofoma e variabilidade espacial de atributos de Latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar**. 2000. 177p. Tese de (Mestrado na área de Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2000.

POHL, C; VAN GENDEREN, J.L. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. **International Journal Remote Sensing**, London, v. 19, n.5, p 823-854, 1998.

RAHMAN, R.M.; SAHA, S.K. Multi-resolution segmentation for object-based classification and accuracy assessment of land use/land cover classification using remotely sensed data. **Journal Society Remote Sensing**, Belgium, v 36, p 189-201, 2008.

RAYLANDS, A.B.; BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v.1, n 1, p 27-35, 2005.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia ambiental. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 3.ed. Rio de Janeiro: Beltrand Brasil, 2003. p 351-388.

RYDING, S.; RAST, W. (Ed.) **The control of eutrophication of lakes and reservoirs**. Paris: Unesco And The Partenon Publishing 1989. 314p.

SILVA, D.A. **Evolução do uso e ocupação da terra no entorno dos Parques Estaduais da Cantareira e Alberto Löfgren e impactos ambientais decorrentes do crescimento metropolitano**. 2000. 186p. 2 v. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SIMÕES, L.L.(Coord.). **Unidades de conservação: conservando a vida, os bens e os serviços ambientais**. São Paulo WWF:, 2008. Disponível em: <[http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/cartilha\\_ucs\\_versao\\_para\\_internet.pdf](http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/cartilha_ucs_versao_para_internet.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2010.

SOCTHAVA, V.B. O estudo de geossistemas. Trad. Monteiro e Romariz. **Série Métodos em Questão**, São Paulo, n 16, p. 1-52, 1977.

TAMBOSI, R.L. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídio para a criação da zona de amortecimento**. 2008. 110p. Dissertação (Programa de Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, 2008.

THEODOROVICZ, A.M.G.; THEODOROVICZ, A. **Projeto paisagens geoquímicas e geoambientais do vale do Ribeira**. São Paulo: CPRM/UNICAMP/FAPESP, 2005. 91p.

UNESCO. **Biosphere reserves: the Seville strategy and the statutory framework of the world network**. UNESCO. Paris, 1996. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001038/103849eb.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2010.

VITALLI, P.L.; ZAKIA M.J.B.; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 12, n 1, p. 67 – 82, 2009.

**UserGuide eCognition**. ECOGNITION. Definiens Imaging GmbH. Alemanha, 2003. Disponível em: <[www.definiens-imaging.com](http://www.definiens-imaging.com)> . Acesso em: 03 set 2010.

## **2 SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL DO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL TURÍSTICO DO ALTO RIBEIRA**

### **Resumo**

O conhecimento do meio físico e de seus processos dinâmicos é essencial para o ordenamento da paisagem, ainda mais quando a área de estudo é de grande complexidade geológica e geomorfológica. O entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira é um ambiente de grande beleza paisagística, onde predomina um relevo movimentado, resultado de uma superposição de vários eventos geotectônicos. Com o objetivo de subsidiar o planejamento territorial do entorno do PETAR, foram coletadas informações sobre o meio físico e biológico, através do levantamento bibliográfico e cartográfico do material existente. O material coletado foi organizado em dois níveis hierárquicos (regional e local) nos seguintes temas, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima. Através da análise do material conclui-se que o entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira é um ambiente frágil, de geologia instável, terrenos montanhosos, solos pouco desenvolvidos e de alto índice pluviométrico. O desmatamento dessa região para o uso e ocupação do solo deve acontecer de forma planejada e cautelosa, uma vez que a densa cobertura arbórea garante o equilíbrio neste ambiente. Estudos aprofundados devem ser exigidos pelos gestores ambientais dessa área, a ausência de tais estudos hoje pode estar comprometendo o desenvolvimento sustentável de uma das regiões mais pobres do estado de São Paulo.

Palavras-chave: Aspectos físicos; Aspectos biológicos; Zona de amortecimento

### **Abstract**

The knowledge of the physical environment and its dynamic process is essential for planning the landscape, especially when the study area has a complex geological and geomorphological origin. The surroundings of the Alto Ribeira Tourist State Park is an area of great environmental beauty, dominated by a undulating landscape, which is the result of a superposition of several tectonic events. The aim of this study is to support the territorial planning of the PETAR's surroundings, based on the use of information about physical and biological characteristics, collected through bibliographic surveys and maps. The material was organized into two hierarchical levels (regional and local) in the following subjects, geology, geomorphology, vegetation and climate. We conclude that the surroundings of the Alto Ribeira Tourist State Park is a fragile environment with, unstable geology, mountainous terrain, poorly developed soils and high rainfall. The deforestation of the region for the use and occupation of land should happen in a planned and cautious way, since the dense tree cover ensures a balance in this environment. Careful studies are required by environmental managers in this area, the absence of such studies can now be jeopardizing the sustainable development of the poorest regions of the state of Sao Paulo.

Keywords: Physical aspects; Biological aspects; Buffer zone

## 2.1 Introdução

A paisagem é uma organização única do espaço em um determinado tempo, sendo o resultado da inter-relação dinâmica entre os fatores ambientais e os fatores socioeconômicos (CHRISTOFOLETTI, 2004). Portanto a paisagem é a combinação dinâmica e por isso instável de aspectos físicos, biológicos e antropológicos (BERTRAND, 1971).

O planejamento da ocupação da paisagem precisa estar relacionado aos múltiplos aspectos dos territórios que a compõem, portanto deve compreender um levantamento de dados ligados a diversas disciplinas (SANTOS, 2004). O conhecimento do meio físico e de seus processos dinâmicos é essencial para o ordenamento da paisagem (SILVA et al, 2003). Quando não existe um conhecimento prévio das potencialidades e fragilidades de uma determinada região, as consequências são problemas de alta complexidade e alto custo para a sociedade. Entretanto em muitos estudos de planejamento e gestão territorial os aspectos físicos e biológicos da região não são considerados (THEODOROVICZ, THEODOROVICZ, 2005).

Os principais motivos pelos quais os aspectos físicos e biológicos não estão presentes nas decisões é a inexistência de documentos informativos adequados que possam servir de base para os tomadores de decisão (THEODOROVICZ, THEODOROVICZ, 2005). A análise do meio físico é ainda mais importante quando a área de estudo é de grande complexidade geológica e geomorfológica (SIMÕES et al, 2009). O entorno Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira é um ambiente de grande beleza paisagística, onde predomina um relevo movimentado, resultado de uma superposição de vários eventos geotectônicos (THEODOROVICZ, THEODOROVICZ, 2005).

Dada a importância do conhecimento do meio físico nos estudos ambientais, foi realizada uma extensa pesquisa sobre os aspectos físicos e biológicos do entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, com o objetivo de auxiliar o planejamento territorial dessa região.

Neste contexto, a hipótese deste trabalho é:

O conhecimento do meio físico é essencial para que haja o desenvolvimento sustentável do entorno do PETAR.

## 2.2 Desenvolvimento

### 2.2.1 Área de Estudo: Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)

O Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) criado pelo Decreto Estadual nº 32.283 de 19/05/1958, está localizado no Vale do Rio Ribeira de Iguape, região sul-sudeste do Estado de São Paulo, entre o Planalto Atlântico e a Baixada Costeira (KARMAN, FERRARI, 2000) e abrange parte dos municípios de Iporanga (27.352 ha) e Apiaí (8.360 ha).

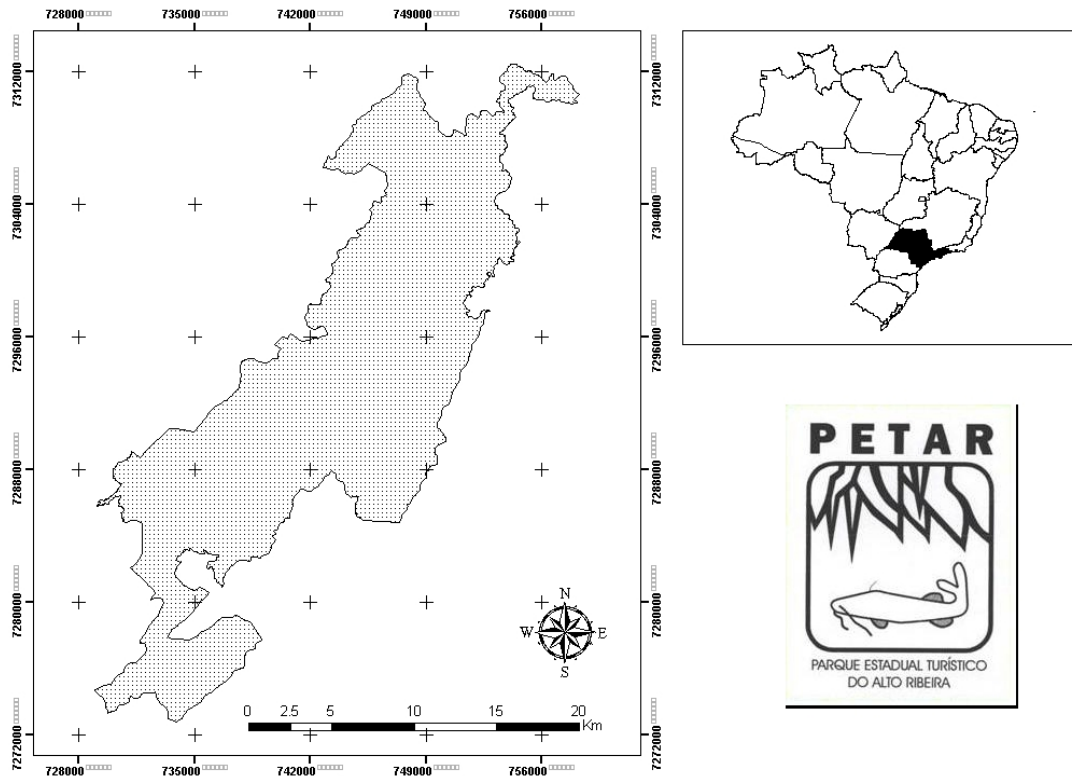


Figura 5 - Perimêtro do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, São Paulo – Brasil

### 2.2.2 Metodologia

As informações sobre o meio físico e biológico da área de estudo foram obtidas através do levantamento bibliográfico e cartográfico do material existente sobre a área. O material coletado foi organizado em dois níveis hierárquicos (regional e local) nos seguintes temas, geologia (CAMPANHA et al. 1987; CAMPANHA, 1991; CAMPANHA, SADOWSKI 1999; SHIMADA et al, 1999; SALLUN, SALLUN, 2009), geomorfologia (LINO,1978), solos (LEPSCH et al, 1990), vegetação (INSTITUTO FLORESTAL, 1997; ANDERSSON,

2000; MORAES, 2003; CUNHA, GUSSON, 2008) e clima (LEPSCH et al 1990; KARMANN, FERRARI, 2000).

## **2.3 Considerações finais**

### 2.3.1 Resultado e discussão

#### GEOLOGIA

##### Contexto Regional

Os estudos geológicos apresentam a formação, evolução e estabilidade dos terrenos, portanto seu estudo é primordial para o planejamento do uso do solo (SANTOS, 2004). Os terrenos da região são sustentados por litologias de origem metavulcanossedimentar (THEODOROVICZ, THEODOROVICZ, 2005), derivadas do metamorfismo de sedimentos siltico-argilosos ou então de rochas magmáticas cuja mineralogia se altera para argilominerais (THEODOROVICZ, THEODOROVICZ, 2005), sendo caracterizada por um conjunto de rochas supracrustais, de grau metamórfico fraco a médio denominado de Supergrupo Açungui (CAMPANHA et al. 1987, CAMPANHA, 1991; CAMPANHA, SADOWSKI 1999). O Supergrupo Açungui subdivide-se em Formação Água Clara, Grupo Setuva ou Complexo Turvo-Cajati e Grupo Votuverava (Subgrupo Lajeado e Subgrupo Ribeira) (CAMPANHA, SADOWSKI 1999), como pode ser observado na tabela 2.



Tabela 2 - Litologia do subgrupo Açungui

Denominação - sigla	Litologia - sigla
Formação Água Clara - ac	Metabásitos e anfibólitos - B Carbonato - xistos - CS Mármore - M Micaxistos - X
Grupo Setuva ou Complexo Turvo -Cajatí - s	Filitos e xistos finos - FX Micaxistos - X Carbonato filito - XC Xistos migmatizados - XM
Subgrupo Indiviso - v Ribeira	Metarritmitos, ardósias e filitos - AF Metabásicas e anfibólitos - B Hornfels - H Quartzitos - Q Carbonato filito - XC
Formação Iporanga - vi	Metarenitos Filitos - F Mármore - M Metabrechas - R
Subgrupo Indiviso - vl1	Metarenitos - A
Lajeado	Metassiltitos - S
Formação Betari - vl1	Mármore - M
Formação Bairro da Serra - vl2	Filitos - F
Formação Água Suja - vl3	Mármore - M
Formação Mina de Furnas - vl4	Metarenitos - A
Formação Serra da Boa Vista - vl5	

O PETAR está situado sobre o Grupo Votuverava e abrange os dois Subgrupos, Lajeado e Ribeira. A coluna estratigráfica (Figura 6) integra as diversas formações, grupos e subgrupos do Supergrupo Açungui. Todas as rochas são intrudidas por um grande número de corpos granitóides, com características variadas. Ocorrem ainda algumas bacias tectônicas tardias, preenchidas com sedimentos e rochas vulcânicas, afetadas por metamorfismo incipiente a fraco (CAMPANHA, SADOWSKI, 1999).

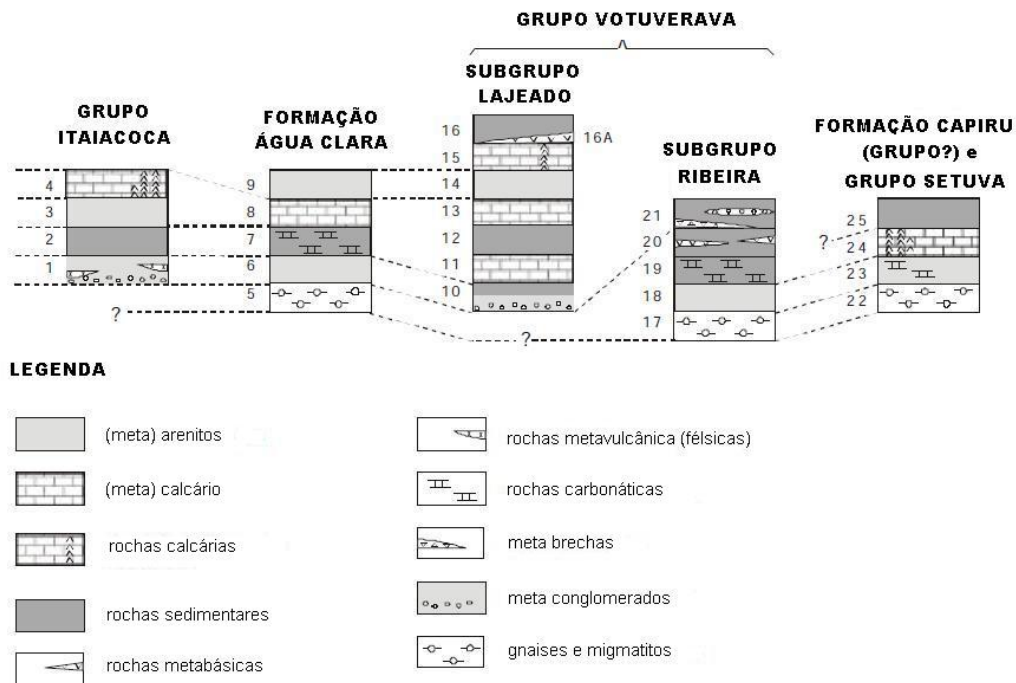


Figura 6 – Colunas estratigráficas e tentativas de correlação lateral no Supergrupo Açungui. (1) Formação Bairro da Estiva (Abapã); (2) Formação Água Nova; (3) Formação Serra dos Macacos; (4) Formação Bairro dos Campos; (5) embasamento gnáissico – migmatítico; (6) quartzitos e xistos; (7) seqüência calciossilicática; (8) seqüência calcária; (9) seqüência de meta-arenitos (Formação Córrego dos Marques); (10) Formação Betari; (11) Formação Bairro da Serra; (12) Formação Água Suja; (13) Formação Mina de Furnas; (14) Formação Serra da Boa Vista; (15) Formação Passa – Vinte; (16) Formação Gorutuba; (16A) Gabro de Apiai; (17) embasamento gnáissico – migmatítico; (18) Formação Perau, membro quartzítico; (19) Formação Perau, membro calciossilicático (mineralizado); (20) seqüência vulcanos sedimentar (pelágico – turbidítica); (21) Formação Iporanga; (22) embasamento gnáissico – migmatítico; (23) seqüência Morro Grande (= Turvo-Areado); (24) Seqüência Rio Branco (= Capela do Cedro); (25) seqüência Juruqui (= Cajati) (CAMPANHA, SADOWSKI, 1999)

No Alto Ribeira, principalmente em Apiaí e Iporanga é comum a presença de lentes calcárias. O calcário nesta região é marcado por dobramentos, fendas, fraturas e falhas. O calcário aparece de forma descontínua, como lentes incrustadas entre grandes manchas de granitos, quartzitos e filitos (LINO, 1978).

## Contexto Local

No contexto local é possível observar rochas granitóides cortando os mármore e metacalcários da Formação Bairro da Serra e os metarenitos da Formação Serra da Boa Vista. Na tabela 3 estão descritas as principais rochas encontradas da área de estudo.

Tabela 3 - Rochas do Grupo Votuverava (SHIMADA et al, 1999)

Subgrupo	Formação	Rochas
Ribeira	Indiviso (Perau) - v	Metarritmitos, ardósias e filitos - AF metabásicas e anfibolitos - B hornfels - H quartzitos - Q carbonato filito - XC
	Formação Iporanga - vi	Rochas metassedimentos relacionadas a ambiente continental e marinho, representadas por metassiltitos e filitos com intercalações de metarenitos, metacóseos, metapelitos, carbonáticos, metaconglomerados e metabrechas polimíticas
Lajeado: sedimentos de plataforma oceânica de águas rasas porém não litorâneas	Indiviso - vl1	Metarenitos - A
	Formação Betari - vl1	Metarenitos claros a cinza-claro, com níveis de espessura decimétrica a métrica de metaconglomerados, metarenitos, arcoseanos, metassiltitos e filitos
	Formação Água Suja - vl3	Filitos e metassiltitos cinza-escuros. Apresentam alternâncias e intercalações centimétricas e decimétricas de metarenitos finos
	Formação Mina de Furnas e Bairro da Serra	Sedimentos carbonáticos, com mármore cinza-escuro puros e impuros, em geral calcíticos, calcíticos magnesianos, localmente dolomíticos, filitos carbonáticos e metassiltitos. É nessa unidade que se encontram as mineralizações de sulfetos e as inúmeras cavernas e outras cavidades existentes na região
	Formação Serra da Boa Vista - vl5	Sequência de metarenitos

A estrutura geológica apresenta características peculiares devido a dissolução aleatória das rochas, ao fraturamento e as discontinuidades litológicas da região, o que resulta em um sistema de armazenamento e circulação de água heterogêneo, formado por aquíferos de características granular ou porosa, fraturado ou cárstico (SALLUN, SALLUN, 2009).

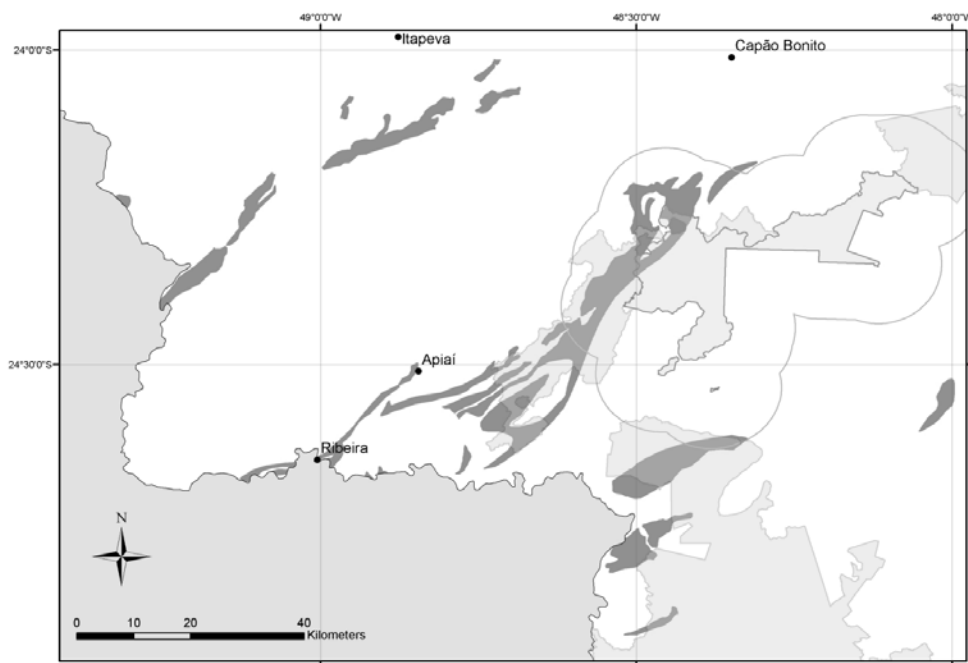


Figure 7 - Localização das unidades geológicas carbonáticas proterozóicas nas áreas do Parque Estadual Intervales (PEI) e sua Zona de Amortecimento (ZA), Mosaico de Jacupiranga e Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), Parque Estadual Carlos Botelho (SALLUN, SALLUN, 2009)

O sistema granular ou poroso é formado por depósitos cenozóicos, devido a sua condição topográfica apresenta níveis de água que vão de profundo a raso, suas condições de ocorrência favorecem uma rápida drenagem e alimentação dos cursos d'água, tendo importante função reguladora do escoamento superficial. O escoamento dessas águas é comandado pela inclinação do substrato e pelos sistemas de fraturas subjacentes, formando zonas de descarga nas escarpas, constituindo fontes ou nascentes de encostas. (SALLUN, SALLUN, 2009).

O sistema fraturado é de permeabilidade muito baixa, a descarga desses aquíferos acontecem principalmente no fundo dos vales, eles são predominantes na região e ocorrem no Aquífero Granitóides, Aquífero Supergrupo Açungui ou Aquífero Grupo Votuverava, os quais apresentam heterogeneidade na densidade das fraturas (SALLUN, SALLUN, 2009).

O sistema cárstico, ocorre em rochas carbonáticas e tem permeabilidade muito baixa. O armazenamento da água está diretamente relacionado a porosidade secundária, gerada pela dissolução na rocha. A existência de aquíferos está condicionada à dissolução aleatória e ao fraturamento ou outras descontinuidades das rochas carbonáticas que muitas vezes são de difícil identificação (SALLUN, SALLUN, 2009).

## GEOMORFOLOGIA

### Contexto Regional

As terras altas cristalinas do sudoeste do estado só foram reconhecidas como uma província geomorfológica em 1949 após a Assembléia Geral de Lorena. Ao tipo de relevo e a geologia, peculiares dessa região, deu-se o nome de Planalto Atlântico. Essa unidade fitográfica estrutural foi subdividida em zonas, estando o PETAR incluído no Planalto Cristalino Ocidental.

O Planalto Cristalino Ocidental é uma longa e estreita faixa montanhosa com cerca de 5200 Km<sup>2</sup>, sendo as rochas mais abundantes os filitos, associado ao calcário, quartzitos e metabasitos com intrusões de granitos porfírico. A Serra de Paranapiacaba composta por elevados espigões graníticos de 1050m de altitude, conhecida localmente como serra Boa Vista, é profundamente entalhada pela bacia do rio Betari, tributário do Ribeira, e o divisor de águas do planalto. A área abrange ainda duas áreas de cisalhamento do Espírito Santo e a Lancinha.

### Contexto Local

A área de estudo pode ser dividida em três principais unidades geomorfológicas. A Escarpa da Serra, uma área de aproximadamente 8.600km<sup>2</sup> pertencente ao complexo cristalino brasileiro, composta por rochas magmáticas e metamórficas, que serve de moldura para as áreas mais baixas da sub-região. As altitudes da serra atingem em média 1.000 metros, com picos que podem chegar a 1.200 a 1.300 metros. Suas vertentes abruptas, com ângulos superiores a 30°, são cortadas por rios encaixados nas depressões de grande capacidade erosiva, responsáveis pelo transporte de sedimentos nas áreas mais planas e baixas. (LINO,1978)

A Baixada, uma área plana de 2400km<sup>2</sup>, formada por sedimentos do quaternário trazidos principalmente pelos cursos d'água cujas cabeceiras encontram-se na serra. A planície também recebeu uma importante influência marinha na sua formação. (LINO,1978).

A Zona Pré-Serrana, localizada entre as escarpas da serra e a baixada, com aproximadamente 3.300km<sup>2</sup>, cujas altitudes estão entre 25 a 100 metros, é composta por um relevo moderadamente ondulado onde sobressaem níveis de 50 e 60 metros, conhecidos como colinas e terraços pluviais (LINO,1978).

Destes três compartimentos geomorfológicos a região serra é a predominante no Vale do Alto Ribeira. Nesta região se localizam os grandes corpos de calcário e cavernas. A variação de altitude brusca e a intensa erosão pluvial causada pela alta pluviosidade formam um dos relevos mais acidentados do país, o da Serra de Paranapiacaba (Apiáí), onde a topografia cai rapidamente de 1000 metros para 100 metros. Nesta área os rios atingem rapidamente a plenitude, com entalhamentos profundos no calcário, onde a drenagem subterrânea predomina (LINO,1978).

Apesar de existir na região de Iporanga e Apiáí formas peculiares de relevo cárstico (dolinas, grutas, abismos, paredões e afloramentos calcários, vale fechados), estes estão normalmente mascarados pelo relevo de estrutura geológica variada e interpenetrante e pela cobertura vegetal densa (LINO,1978).

## SOLO

### Contexto Regional

O solo é o recurso natural de maior importância para o homem devido principalmente ao seu papel na produção mundial de alimento. O solo é o suporte dos ecossistemas e das atividades humanas sobre a terra, seu estudo é imprescindível para o planejamento ambiental. Compreender seus atributos físicos, químicos e hidrológicos e as causas de sua degradação (erosão) são primordiais para que se possa desenvolver formas de uso adequadas as mais diversas situações, sem que com isso comprometa sua integridade e qualidade. As perdas de solo causam assoreamento dos corpos d'água e reservatórios e a deterioração da qualidade dos mesmos, além de contribuir para a perda da fertilidade e capacidade de suporte do solo, levando a condições impróprias para o desenvolvimento das atividades antrópicas, resultando no posterior abandono destas áreas. Os solos regionais foram descritos por Lepsch (1990) no macrozoneamento do Vale do Ribeira e estão relacionados abaixo.

a) Latossolo Amarelo (LA): solos de coloração amarelada, com presença de horizonte A moderado, a transição para o horiozonte B latossólico é gradual, normalmente são solos ácidos e pobres em nutrientes.

b) Latossolo Vermelho (LV): são solos de coloração vermelho, pouco profundos. Ocorrem, principalmente, em antigas superfícies dissecadas do alto planalto, em relevo ondulado a forte ondulado.

c) Latossolo Vermelho Amarelo (LVA): são solos com horizonte B latossólico de coloração vermelha - amarela, mapeados em áreas correspondentes ao complexo gábrico (Apiaí).

d) Argissolo Vermelho Amarelo (PVA): são solos com profundidade variável, que normalmente ocorrem em áreas de relevo ondulado, forte ondulado ou montanhoso. Apresentam acentuada diferenciação de horizontes.

e) Cambissolo (CX): são solos não hidromórficos, com horizonte A moderado seguido de um B incipiente. Os cambissolos ocorrem em duas situações: a) em regiões montanhosas, associados aos neossolos, desenvolvem-se em vários tipos de substratos: migmatito, granito, granulito, filito-xisto, calcário e metassedimentos; b) em várzeas, principalmente nos diques marginais.

f) Gleissolos (GX): são solos hidromórficos minerais.

g) Organossolos: são solos hidromórficos que aparecem em condições de extremo encharcamento, onde a taxa de acúmulo de restos vegetais é maior que a de sua decomposição.

h) Neossolos ou Cambissolos Flúvicos (RX ou CX): são solos pouco desenvolvidos, derivados de sedimentos aluviais recentes, alúvios ou colúvios. Apresentam um horizonte A assentado diretamente sobre o horizonte C, composto de estrato de deposições sedimentares.

i) Neossolos (RX): são solos rasos com horizonte A moderado, assentado diretamente sobre a rocha consolidada ou sobre horizonte C ou B incipiente, de pequena espessura. Desenvolvendo-se em vários tipos de substratos, calcários, rochas alcalinas, metassedimentos síltico-argilosos, granulitos, migmatitos, quartzitos e granitos.

j) Outras ocorrências: além dos relacionados existem outros que ocorrem em áreas relativamente pequenas: Nitossolo, Luvisolo e Planossolo.

#### Contexto Local

O mapa de solos da região encontra-se em escala 1:250.000 (LEPSH et al , 1990) e abrange toda área leste do parque e do entorno, as áreas norte e sudoeste do entorno do parque não foram contempladas no mapa. Para as áreas não contempladas pelo mapa foi

feita a extrapolação dos dados com base nos padrões de relação entre solo-relevo e posteriormente foram aferidas as informações com trabalhos de campo.

## VEGETAÇÃO

### Contexto Regional

No país restam 7% de Mata Atlântica, sendo que apenas 36% do total de Mata Atlântica estão protegidas na forma de parques ou reservas. A Mata Atlântica é reconhecida como um “hotspot” – habitats ameaçados com alta taxa de endemismo, ou seja, apresenta uma concentração exuberante de espécies endêmicas contrastada com uma perda excepcional de habitat (MORAES, 2003). Originalmente 81,8% do território do estado de São Paulo era coberto pela Floresta Atlântica e seus ecossistemas associados (INSTITUTO FLORESTAL, 1997), atualmente restam apenas 8% do original. No sul do estado de São Paulo está o maior conjunto de Mata Atlântica com alto nível de conservação e sob proteção legal (INSTITUTO FLORESTAL, 1997).

Em 1999, a UNESCO conferiu à Reserva da Mata Atlântica do Sudeste, constituída por 17 municípios do Vale do Ribeira, o título de Patrimônio Histórico e Ambiental da Humanidade, pelo fato de possuir os melhores e mais extensos remanescentes de Mata Atlântica na região sudeste do Brasil (CÍLIOS DO RIBEIRA, 2007). As áreas adjacentes ao PETAR foram declaradas como Área de Proteção Ambiental juntamente com toda Serra do Mar.

### Contexto Local

O PETAR contém 35.712 hectares de Mata Atlântica e em conjunto com outras reservas vizinhas – Parque Estadual de Fazenda de Intervales, Parque Estadual Serra do Mar, Estação Ecológica Xituê e Parque Estadual Carlos Botelho – representam 400.000 hectares de Mata Atlântica preservada (ANDERSSON, 2000). A Mata Atlântica é composta por diversos ecossistemas com estruturas e composições florísticas diferenciadas, sendo a vegetação dominante da região a Floresta Ombrófila Densa (típica da Mata Atlântica) resultante da geomorfologia e características climáticas desta área. Esta vegetação se distribui nas bacias do rio Paranapanema e Ribeira de Iguape ocupando uma área de 338.002 hectares que corresponde a 10% dessa vegetação natural presente no Estado de São Paulo (CUNHA, GUSSON, 2008).



## CLIMA

### Contexto Regional

O clima regional é influenciado por duas massas de ar anuais, a Tropical Atlântica, a qual influi na distribuição de chuvas e a Polar Atlântica com ação mais limitada, entretanto importante pelas mudanças de temperatura que provoca no inverno. Segundo a classificação climática de Köpen as regiões mais altas com altitudes superiores a 700m possuem clima “Cfb” o qual é definido como mesotérmico úmido, sem estiagem, enquanto que as altitudes mais baixas que 700m possuem clima “Cfa”, tropical úmido, sem estação seca (LEPSCH et al, 1990)

### Contexto Local

O clima da área é caracterizado como sendo de transição entre o clima quente das latitudes baixas e o clima temperado mesotérmico das latitudes médias (KARMANN, FERRARI, 2000). As temperaturas médias anuais oscilam em torno de 20°C, janeiro e fevereiro são os meses mais quentes, com médias de 25°C, e os meses de maio a agosto, os mais frios, com médias de 18°C. Nos meses de junho e julho são comuns temperaturas mínimas diárias de 0°C, muitas vezes ocorrendo geada. As médias de precipitação pluviométrica anual da região ficam em torno de 1.500 a 2.500 mm (LEPSCH et al, 1990). Com chuvas excessivas durante o ano, porém com inverno seco.

### 2.3.2 Conclusão

O entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira é um ambiente frágil, de geologia instável, terrenos montanhosos, solos pouco desenvolvidos e de índice pluviométrico alto. A sua densa cobertura vegetal pode ser vista como o elemento de equilíbrio em um ambiente tão inóspito. O desmatamento dessa região para o uso e ocupação do solo deve acontecer de forma planejada e cautelosa. Estudos aprofundados devem ser exigidos pelos gestores ambientais dessa área, a ausência de tais estudos hoje pode estar comprometendo o desenvolvimento sustentável de uma das regiões mais pobres do estado de São Paulo.

## Referências

- ANDERSSON, L. **Detecting effects of exposure to pesticides and lead in atlantic rain Forest Rivers in Brazil, using biomarkers in fish.** Sweden:Department of Zoology/Zoophysiology; Göteborg University, 2000. p 21.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global:** esboço metodológico. São Paulo: IGEO/USP, 1971.p. 141-152 ( Caderno de Ciências da Terra, 13.)
- CAMPANHA, G.A da C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A. de. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da Faixa de Dobramentos Apiaí. In: SIMPOSIO SUL-BRASIL. GEOLOGIA, 3.,1987. Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1987. v 2, p.725-742.
- CAMPANHA, G.A. da C. **Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná.** 1991. 296p. thesis (Ph. D.) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- CAMPANHA, G.A. da C; G.R. SADOWSKI. Tectonics of the southern portion of the Ribeira Belt (Apiaí Domain). **Precambrian Research**, Amsterdam, v 98, p 31-51, 1999.
- CÍLIOS DO RIBEIRA. **A configuração territorial do Vale do Ribeira.** Disponível em: <[http://www.ciliosdoribeira.org.br/pt-br/quem\\_somos](http://www.ciliosdoribeira.org.br/pt-br/quem_somos)> .Acesso em: jul., 2007.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Sistemas dinâmicos:** As abordagens da Teoria do Caos da Geometria Fractal em Geografia. In: VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. (Org.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Beltrand Brasil, 2004. p 89-110.
- CUNHA, G.C.; GUSSON, E. **Diagnóstico da vegetação nas áreas florestais do assentamento Luiz David de Macedo – APIAÍ-SP.** Relatório técnico. Piracicaba, 2008. 72p.
- INSTITUTO FLORESTAL. A reserva da biosfera da mata atlântica no estado de São Paulo. **Caderno 5 do Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**, 1997.p. 1-44
- KARMANN I.;FERRARI, J.A. Cartes e cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), sul do Estado de São Paulo. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, Brasília v 43, p 401-413, 2000.
- LEPSCH, I.F.; SARAIVA R.I.; DONZELI, L.P.; MARINHO A.M.; SAKAI, E.;GUILLAUMON, R. J; PFEIFER, M.R.; MATTOS, A.F.I.; ANDRADE, J.W.; SILVA E. F.C. Macrozoneamento das terras a região do Ribeira de Iguape. **Boletim Científico Instituto Agrônomo**, Campinas, 2 mapas, 1990. p. 181 .
- LINO, F.C. **Alto do Vale Ribeira:** Arquitetura e paisagem. CONDEPHAAT. 1978. v 1 p 142.
- MacARTHUR R.H.; WILSON O.E. An equilibrium theory of insular zoogeography. **Evolution international journal of organic evolution**, Diamond,v 17, n 4, p.373-387,1963.

MORAES, R. **Avaliação de risco ecológico no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), Brasil**. Department of Environmental Systems Analysis. Chalmers University of Technology. Gothenburg, Sweden. 2003. (ESA-Report, 3. )

SALLUN, A.E.M.;SALLUN W. Geologia em planos de manejo subsídios para zoneamento ambiental do parque estadual intervalos (PEI), Estado de São Paulo. São Paulo, UNESP, **Geociências**, Rio Claro, v. 28, n. 1, p. 91-107, 2009.

SHIMADA, H.; TEIXEIRA, A.L.; NEGRI, F.A.; SOBRINHO M.A.; GUTJAHR, R.M.; TAVARES R.; HIRUMA, S.T.; ANTONIETTI E. ; MARINHO M.A.; BURGI R.  
**Contribuição ao conhecimento do meio físico no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – Petar** (Apiá e Iporanga, SP). Resumos: 2ª. Reunião sobre pesquisa ambiental na SMA, 1999.p.189-193

SILVA, E.;SILVA, I.C., BRAGA, P.E. O meio físico e sua importância para o planejamento urbano: uma síntese de alguns exemplos regionais. **Primeira versão**, Porto Velho, v. 2, n. 120. out.. .p. 1-5, 2003

SIMÕES, S.J.; BERNARDES, G.P.;TRANNN, I.C.B.; SOARES, P.V.; PEREIRA, S.Y.; ZAKIAS, M.J.B.;DIAS,F.J. A importância do meio físico para o manejo sustentável de plantio de eucalipto em áreas de terrenos acidentados – A fazenda Santa Edwirges, Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, SERVIÇOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE .2099. Taubaté. **Anais...** Taubaté:, IPABHi, 09-11 dez.2009. p. 247-256.

THEODOROVICZ, A.M.G.; THEODOROVICZ, A. **Projeto paisagens geoquímicas e geoambientais do Vale do Ribeira**. São Paulo: CPRM/UNICAMP/FAPESP, 2005. 91p

### **3 O USO DA CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO COMO UMA FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO USO DO SOLO**

#### **Resumo**

O emprego de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no planejamento do uso e ocupação do solo tem facilitado a tomada de decisões de gestores nas mais diversas áreas. Métodos convencionais de classificação de imagem baseados no pixel reduzem as possibilidades de obtenção de informações contidas nas imagens, enquanto que os novos métodos baseados na classificação orientada a objeto permitem a obtenção de um maior número de informações sobre o objeto e o contexto onde estão inseridos na imagem. Com o objetivo de investigar o desempenho dos diferentes métodos de classificação do uso do solo para o entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira propôs-se a realização da classificação híbrida pixel a pixel utilizando o software ERDAS 9.1 e a classificação orientada a objeto, por meio do software eCognition 5. Foram obtidas seis classes diferentes para a imagem classificada pixel a pixel e oito classes para a imagem classificada por imagem-objeto. A classificação orientada a objeto apresentou um melhor desempenho, 0.869 Kappa, do que a classificação pixel a pixel, 0, 222 Kappa. A possibilidade de utilizar os conhecimentos do usuário durante o processo de classificação foram fundamentais para alcançar a qualidade desejada, além disso, o uso das inter-relações entre os objetos, super-classes, sub-classes e classes vizinhas foram essenciais para melhorar a eficiência da classificação.

Palavras-chave: Planejamento ambiental; Conservação do solo e da água

#### **Abstract**

The use of GIS – Geographic Information of Systems – in land use and cover planning has facilitated the decision-making process in several areas. Conventional image classification based on pixels hinders the possibilities to obtain information contained in images, while new methods based on object-oriented classification increases the acquisition of information about the object and the context in which it is inserted in the image. Moreover, the main objective of this study was to investigate the performance of different classification methods of land use mapping for the vicinity of the PETAR – Tourist State Park of Alto Ribeira. Two classification methods were tested, a pixel by pixel hybrid classification using the Image processing software ERDAS-IMAGINE 9.1 and an object-oriented classification, performed by the software eCognition 5. For the first method, six different classes were obtained, while for the second one eight classes were produced. Classification accuracy results, presented here as Kappa Index value, show that object-oriented classification outperformed, Kappa 0.869, the pixel by pixel classification, 0.222 Kappa. The user's knowledge applied during the classification process was essential to achieve the desired quality and therefore, the use of inter-relationships between objects, super-classes, subclasses and neighboring classes were critical to improve the efficiency of classification.

Keywords: Environmental planning; Conservation of soil and water

### 3.1 Introdução

As mudanças no uso e ocupação do solo afetam diretamente a qualidade do ambiente. Informações precisas e atuais sobre o uso do solo são importantes para entender as relações e interações entre o homem e o ambiente. Com o avanço dos novos sensores de alta resolução (POHL, VAN GENDEREN, 1998; RAHMAN, SAHA, 2008), uma maior quantidade de informações está disponível, entretanto existe uma lacuna quanto à capacidade de extração dessas informações pelas metodologias de classificação tradicionais e quanto ao uso dessas informações nos processos de decisão (BENZ et al, 2004). As análises tradicionais, baseadas nos pixels, apresentam limites que podem ser superados pelas técnicas de classificação orientada a objeto. O uso de métodos de classificação de imagem orientada a objetos - regiões contínuas na imagem - aumentam as possibilidades de aquisição de informações oriundas das imagens (BENZ et al, 2004; RAHMAN, SAHA, 2008).

O uso de técnicas de classificação da imagem orientada a objeto tem tornado as imagens classificadas mais semelhantes à realidade representada e conseqüentemente ampliado a capacidade de interpretação dos resultados e melhorado o processo de decisão (POHL, VAN GENDEREN, 1998; BENZ et al, 2004). Enquanto que os métodos tradicionais de classificação de imagem baseados na resposta espectral do pixel tem capacidade limitada na distinção entre os diferentes objetos da imagem, a classificação orientada a objeto possibilita uma classificação mais refinada por extrair as informações não só das propriedades do objeto - forma, número de bordas - mas também do contexto onde o objeto está inserido - características topológicas (User Guide eCognition, 2010).

A classificação orientada a objeto é o processo de classificação de imagem que mais se assemelha ao raciocínio humano. A classificação orientada a objeto assemelha-se a forma como interpretamos uma imagem, ou seja, a maneira como reconhecemos e interpretamos os elementos na paisagem (BENZ et al, 2004). A vantagem de usar a classificação orientada a objeto (segmentação) ao invés da classificação pixel a pixel (pixel agregados) é a maior quantidade de informações que pode-se obter com essa forma de processamento dos dados (TAINA, HECK, 2010).

Em decorrer a forma como são separados os objetos - processo de segmentação da imagem – a classificação orientada a objeto utiliza-se de mais atributos para realizar a classificação da imagem, como informações sobre a forma, contexto, textura (TAINA, HECK, 2010). A classificação orientada a objeto tem um potencial enorme na melhoria da precisão da classificação da imagem, ainda mais nos estudos de uso e ocupação do solo. As

melhorias acontecem principalmente devido ao processo de segmentação, ao uso do classificador vizinho mais próximo, a integração do conhecimento do usuário ao processo de classificação e a otimização do espaço do trabalho.

Poucas são ainda as pesquisas que têm comparado os diferentes métodos de classificação e discutido a melhor metodologia para um fim específico (PLATT, RAPOZA, 2008). Dentre os estudos realizados até o momento todos sugerem que a classificação orientada a objeto é mais eficiente que a classificação pixel a pixel e apontam a classificação orientada a objeto como uma metodologia promissora para os próximos anos (PLATT, RAPOZA, 2008), principalmente em áreas naturais declivosas, na distinção entre classes de uso e ocupação do solo, monitoramento das geleiras e mapeamentos geológicos (POHL, VAN GENDEREN, 1998).

Este trabalho tem por objeto identificar através do teste de acurácia e índice Kappa o melhor processo de classificação do uso e ocupação do solo para o entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira.

Neste contexto, a hipótese deste trabalho é:

A classificação orientada a objeto é mais adequada aos estudos de planejamento do uso do solo, principalmente em regiões de paisagem complexa do que a classificação pixel a pixel.

## **3.2 Desenvolvimento**

### **3.2.1 Área de estudo**

O Parque Estadual Turístico do Alto da Ribeira (PETAR) está localizado no Vale do Rio Ribeira de Iguape, região sul-sudeste do estado de São Paulo, entre o Planalto Atlântico e a Baixada Costeira (LINO, 1978; KARMAN, 2000) e abrange parte dos municípios de Iporanga (27.352 ha) e Apiaí (8.360 ha). O PETAR possui 35.712 hectares de Mata Atlântica (ANDERSSON, 2000; CUNHA AND GUSSON, 2008) distribuída principalmente sobre Cambissolos e Latossolos profundos (LEPSCH ET AL, 1990) formados a partir de rochas metamórficas do Grupo Votuverava (CAMPANHA ET AL. 1987, CAMPANHA, 1991; CAMPANHA, SADOWSKI, 1999; SHIMADA ET AL, 1999). O PETAR apresenta um sistema hídrico subterrâneo complexo (SALLUN, SALLUN, 2009). O clima da região é uma transição entre o clima quente das latitudes baixas e o clima temperado mesotérmico das latitudes médias (KARMANN, FERRARI, 2000).

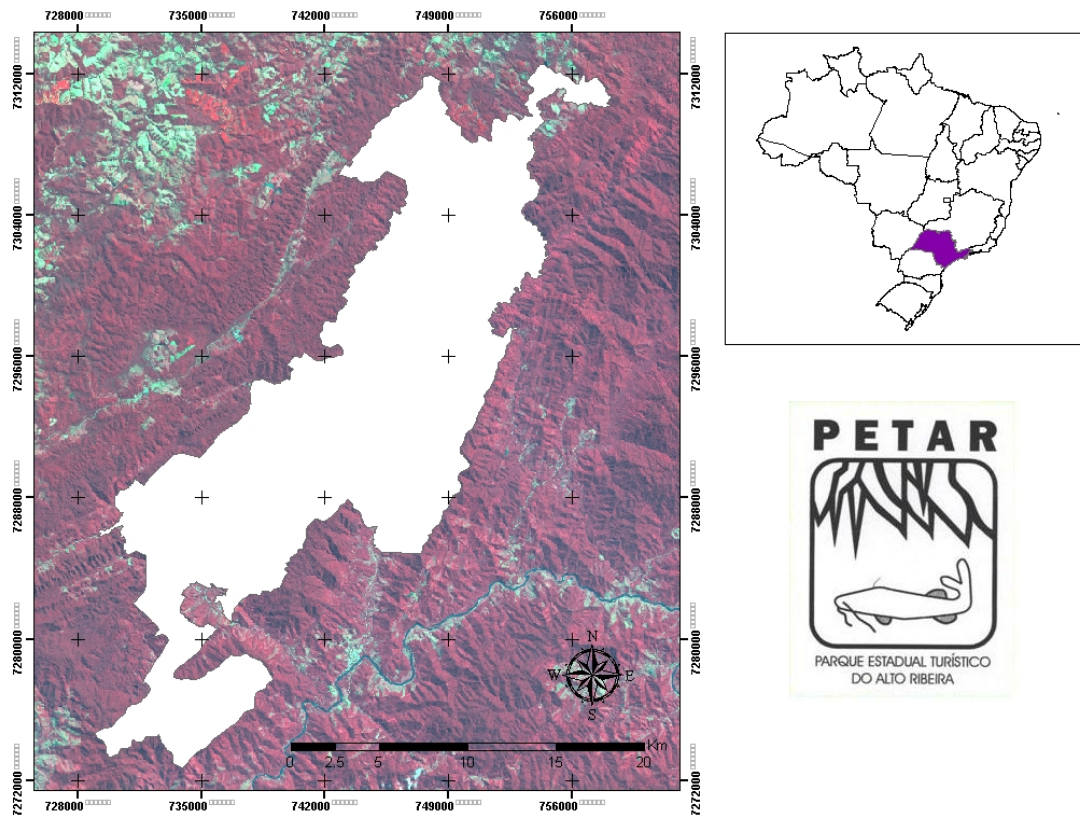


Figura 8 – Localiação e limite da área de estudo, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira

### 3.2.2 Materiais

A classificação do uso e cobertura do solo da área de estudo é resultado da classificação digital da imagem Landsat-7ETM<sup>+</sup> (bandas 5, 4, 3) adquirida em 2010 disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A imagem foi processada nos softwares eCognition 5.0 e o ERDAS-IMAGINE 9.1.

### 3.2.3 Métodos

Os softwares usados para a classificação da imagem foram o ERDAS-Imagine produzido pela empresa Leica Geosystem versão 9.1 para a classificação pixel a pixel e o eCognition versão 5.0 desenvolvido pela empresa alemã Definiens para a classificação orientada a objeto, o qual foi avaliado como o de melhor desempenho entre os softwares comerciais disponíveis (LEWINSKI, 2006; COSTA AND CAZES, 2010). Para realizar esta comparação metodológica foram definidas classes de uso do solo que foram as mesmas para as duas metodologias empregadas. As classes foram criadas a partir do reconhecimento prévio da região do entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR). A classificação

final incluiu as seis classes, (1) ocupação rural, (2) mineração, (3) ocupação urbana, (4) silvicultura, (5) vegetação e (6) recursos hídricos.

### 3.2.3.1 Classificação pixel a pixel

Na classificação pixel a pixel podem ser empregadas a classificação não-supervisionada e a supervisionada. Na classificação não-supervisionada os pixels são separados e classificados automaticamente com base em regras estatísticas. Já na classificação supervisionada, são selecionadas amostras de cada classe desejada e em seguida a imagem é classificada com base nas amostras e em critérios estatísticos.

No ERDAS-Image optou-se pela classificação híbrida (INPE, 2010), ou seja, os dois métodos de classificação foram empregados juntos. Inicialmente foi utilizada a classificação não-supervisionada e identificadas as classes de uso do solo. Em seguida a classificação supervisionada da imagem, onde foram usadas as classes estipuladas na classificação não-supervisionada. Os pixels foram reunidos em grupos homogêneos, de acordo com os padrões de reflectância similares.

### 3.2.3.2 Classificação orientada a objeto

Na classificação orientada a objeto a segmentação da imagem é a etapa mais importante (BENZ ET AL, 2004). A segmentação da imagem consiste no agrupamento entre pixels vizinhos, pixel vizinhos se unem aos que menos contribuem para a heterogeneidade global da imagem-objeto – polígono (COSTA, CAZES, 2010). São agrupados pixels com determinado grau de homogeneidade, que juntos representam as imagens-objetos (LEWINSKI, 2006). A homogeneidade (EQ. 1) é determinada pelos parâmetros de cor e forma, compacidade e suavidade e do pixel (RAHAN, SAHA 2008) e o limite da heterogeneidade é dada pela escala (UserGuide eCognition, 2010).

$$h_{\text{forma}} = w_{\text{compac}} + (1 - w_{\text{compac}}) \cdot h_{\text{suav}}$$

$h_{\text{forma}}$  = parâmetro de forma

$w_{\text{compac}}$  = parâmetro de compacidade

$h_{\text{suav}}$  = parâmetro de suavidade

Os parâmetros de forma, cor, compacidade e suavidade utilizados para a segmentação da imagem Landsat – 7 ETM+ na classificação orientada a objeto estão na Tabela 4.



Tabela 4 – Valores de forma, cor, compacidade e suavidade utilizados na segmentação da imagem Landsat – 7 ETM+

Escala	Forma	Cor	Compacidade	Suavidade
	%			
15	0.9	0.1	0.5	0.5
5	0.9	0.1	0.5	0.5

Os parâmetros forma, cor, compacidade, suavidade e escala são utilizados para a segmentação da imagem no processo de classificação orientada a objeto. A porcentagem atribuída a cada parâmetro expressa o peso dado às variáveis (forma, cor, compacidade e suavidade) no processo de segmentação. A escala é um parâmetro que expressa o maior valor (adimensional) permitido para a heterogeneidade entre os pixels, ou seja, a junção entre pixels vizinhos só acontece se a heterogeneidade for menor ou igual ao limite determinado na escala (Costa and Cazes, 2010), assim escalas maiores permitem imagens – objetos mais heterogêneas e conseqüentemente imagens-objetos maiores.

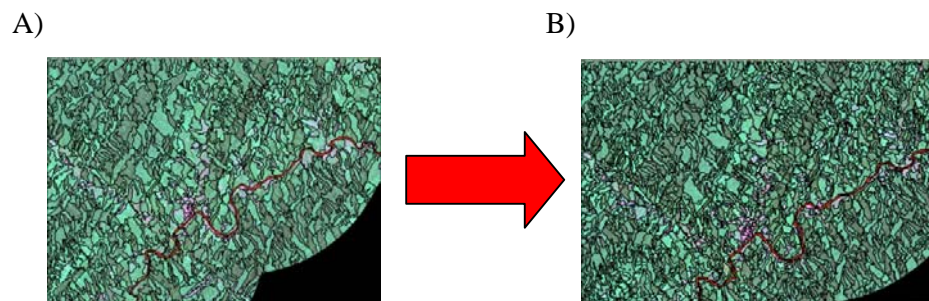


Figura 9 - Exemplos de escalas utilizadas na segmentação da imagem Lansat-7: A) Escala 15, B) Escala 5

Uma mesma imagem pode passar por mais de uma segmentação. A multi-segmentação (BENZ et al, 2004) da imagem Landsat – 7 (Figura 9) subdividiu a imagem em dois níveis conhecidos como parental e subnível. Pertencem ao nível parental os objetos mais heterogêneos, de escalas maiores, onde há mais agrupamento entre os objetos vizinhos, e pertecem ao subnível as imagens-objetos mais homogêneas, de escalas menores, cujo o grau de heterogeneidade é menor e conseqüentemente as imagens-objetos são menores. No nível parental os objetos foram classificados através de descritores espectrais que relacionam às informações espectrais (RAHMAN, SAHA 2008). Nessa etapa foram separadas os vetores antrópicos de pressão (ocupação rural, ocupação urbana, mineração e silvicultura), das áreas com vegetação e dos recursos hídricos.

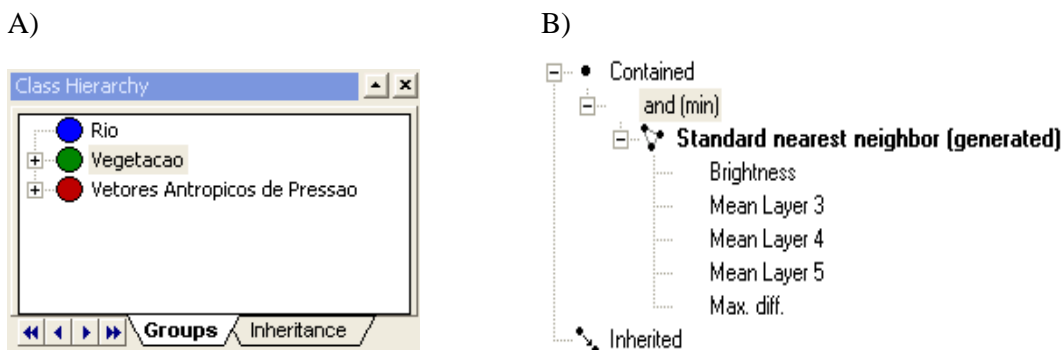


Figura 10 - A) Representação das classes parentais no programa eCognition, B) Representação dos descritores espectrais

Os descritores espectrais usados para separar as classes parentais estão relacionados abaixo.

a) Brilho: a soma dos valores espectrais médios dos layers que contenham informação espectral, dividido pela sua quantidade.

$$b = \frac{1}{\eta L} \cdot \sum_{i=1}^{\eta L} C_i$$

Onde,  $b$  é o valor médio de todas as bandas consideradas para o cálculo;  $\eta L$  é o número de bandas consideradas e  $C_i$  é o valor médio da banda  $i$ .

b) Média espectral: valor médio ( $\overline{Cl}$ ) calculado dos tons de cinza para cada banda espectral.

$$\overline{Cl} = \frac{1}{\eta} \cdot \sum_{i=1}^{\eta} C_{li}$$

Onde,  $C_{li}$  é o layer e  $\eta$  é número de pixels.

c) Máxima diferença: a diferença entre as médias espectrais dividida pelo brilho.

As classes do subnível possuem uma dependência hierárquica com as classes parentais, do nível parental (BENZ et al, 2004), conseqüentemente as classes do subnível herdam as regras de classificação usadas nas classes do nível parental. As classes do nível parental foram desmembradas em subclasses no subnível. A classe intervenção antrópica (nível parental) foi desmembrada em ocupação rural, ocupação urbana, mineração e silvicultura (subnível), para as classes parentais vegetação e recursos hídricos não houve separação em subclasses. Para a classificação das imagens-objetos entre as sub-classes foram utilizados além dos descritores espectrais (herdados), descritores de forma e contexto específicos para cada classe, os principais descritores utilizados foram:

a) Área (forma): área que um pixel ocupa vezes o número de pixels que compõem o objeto.

b) Existência de super-objeto (contexto): indica se o objeto da classe B pertence ao super-objeto da classe A. Se pertencer a equação é verdadeira, igual a 1, se não pertencer a equação é falsa, igual a zero.

c) Existência de objetos vizinhos a uma determinada distância: indica se, em um perímetro pré-determinado de um objeto da classe A, existem objetos pertencentes a uma classe B. Se existir a equação é verdadeira, igual a 1, se não existir a equação é falsa, igual a zero.

### 3.2.3.3 Avaliação da Classificação

#### 3.2.3.3.1 Acurácia e índice Kappa

Com o objetivo de investigar o desempenho dos diferentes métodos de classificação foi comparada a acurácia total, acurácia do produtor, acurácia do usuário e o índice kappa entre as duas classificações. O sistema de avaliação foi feito no próprio programa onde a imagem foi gerada.

A qualidade global da imagem foi medida pela a acurácia das classificações que foi avaliada comparando a imagem classificada pixel a pixel e a imagem classificada orientada a objeto com os 233 pontos de controle coletados no campo. A acurácia das classificações foi calculada através da matriz de erro ou de confusão. Da matriz de erro foram extraídas a acurácia do produtor (inclusão), a acurácia do usuário (omissão) e o índice Kappa. Aos valores do índice Kappa foram atribuídos conceitos, conforme a tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Valores de avaliação da concordância do índice Kappa

Valor	Concordância
< 0.20	Pobre
0.21-0.40	Fraca
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Boa
0.81-1.00	Muito boa

Fonte: Adaptado de Galparsoro e Fernández (2001).

#### 3.2.3.4 Geração dos mapas

Foram gerados dois mapas temáticos no programa ArcGIS 9.3.1, um a partir da classificação pixel a pixel e outro a partir da classificação orientada a objeto.

### **3.3 Considerações finais**

#### 3.3.1 Resultados e Discussão

##### 3.3.1.1 Classificação da imagem

Na classificação híbrida pixel a pixel (ERDAS) houve a separação entre seis classes distintas, ocupação rural, ocupação urbana, silvicultura, mineração, recursos hídricos e vegetação (Figura 12), a diferenciação entre as classes ocorreu pela resposta espectral dos pixels e posteriormente pelo agrupamento das respostas espectrais semelhantes em classes distintas. Na classificação orientada a objeto (eCognition) foram diferenciadas entre oito classes, as mesmas seis classes que na classificação pixel a pixel, mais duas classes, solo exposto e pastagem. As duas classes a mais classificadas são desmembramentos da classe ocupação rural, ou seja, após a diferenciação entre as seis classes iniciais - ocupação rural, ocupação urbana, silvicultura, mineração, recursos hídricos e vegetação, a classe ocupação rural foi desmembrada em mais duas classes, solo exposto e pastagem, esta diferenciação ocorreu com base no conhecimento do usuário sobre as características da região. As regras e parâmetros iniciais utilizados na classificação orientada a objeto foram adequados para diferenciar entre classes de intervenção antrópica e entre a matriz florestal, onde estão inseridas. Entretanto não foram suficientes para distinguir entre ocupação rural, solo exposto e pastagem, devido a similaridade das respostas dessas classes nos descritores iniciais usados. Estas classes foram diferenciadas através de outros descritores espectrais - brilho e máxima diferença - e de descritores de contexto específicos. Como pode ser observado na Figura 4, os valores de brilho e máxima diferença de cada classe não se sobrepõem, ou seja, possuem uma baixa correlação (Figura 11).

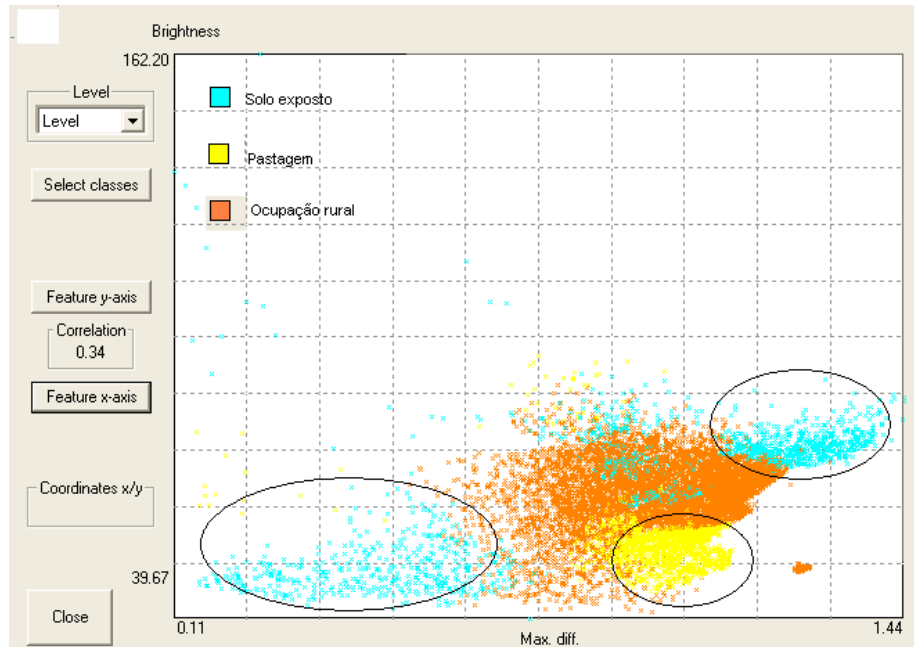


Figura 11 - Gráfico 2D de correlação entre as classes de uso do solo

A baixa correlação (Figura 11) entre as classes mostra que existe uma baixa sobreposição entre elas, ou seja, são imagens-objetos pertencentes a classes diferentes. Pequenas sobreposições entre estas classes são esperadas, uma vez, que o pasto poderá apresentar características ambíguas, ora sendo classificado como um solo exposto, ora como uma área de pastagem, dependendo do seu desenvolvimento, o mesmo ocorre para áreas de plantio, onde o solo não está totalmente coberto pela cobertura vegetal. Entretanto é clara a percepção de diferenciação entre as imagens-objetos em classes diferentes.

### 3.3.1.2 Avaliação das classificações

O melhor resultado na diferenciação entre as classes na classificação orientada a objeto (Tabela 6) deve-se as variáveis consideradas pelo classificador em todas as etapas do processo de classificação (PLATT, RAPOZA, 2008). Na classificação orientada a objeto o tamanho e o grau de heterogeneidade dos objetos seguem os parâmetros de segmentação estipulados pelo usuário (Tabela 4), ou seja, os conhecimentos do usuário podem ser integrados nesta etapa do processo de classificação da imagem (BENZ ET AL, 2004; PLATT AND RAPOZA, 2008).

A qualidade global da imagem foi medida pela a acurácia das classificações. A acurácia das classificações foi calculada pela matriz de erro ou de confusão. Da matriz de erro

foram extraídas a acurácia do produtor (inclusão), a acurácia do usuário (omissão) e o índice Kappa.

Tabela 6 - Resultado da avaliação dos classificadores

Classes	Classificação orientada a objeto			Classificação pixel a pixel		
	Acurácia do produtor	Acurácia do usuário	Kappa	Acurácia do produtor	Acurácia do usuário	Kappa
Ocupação Rural	1	0.5830	0.8690	0.1290	0.4400	0.2224
Pastagem	1	0.6670	1	.....	.....	.....
Solo Exposto	1	0.8820	1	.....	.....	.....
Ocupação Urbana	0.0630	1	0.0560	0	0	0
Mineração	1	0.8570	1	0	0	0
Vegetação	1	1	1	0.9000	0.5714	0.1242
Silvicultura	1	1	1	0.5000	0.6250	0.6083
Recursos Hídricos	1	1	1	0	0	-0.0262

Na classificação da imagem orientada a objeto foram incluídos erros na classe ocupação urbana (Tabela 6). Isso ocorreu porque na região analisada existem pequenos núcleos urbanos – bairros rurais – que foram erroneamente classificados como zona urbana ao invés de áreas rurais. A inserção de mais classes na classificação orientada a objeto aumentou o erro de omissão nas classes mais semelhantes, as classes que apresentaram mais erro de omissão foram pastagem, solo exposto e ocupação rural.

Na classificação pixel a pixel as classes recursos hídricos e mineração foram as de maior erro (Tabela 6). Os pontos de verdade terrestre das classes recursos hídricos e mineração não tiveram nenhuma concordância com a imagem classificada, além disso devido a resposta espectral semelhante entre as classes mineração e ocupação urbana nesta classificação, diversas áreas que deveriam ser classificadas como áreas de mineração foram classificadas como áreas de ocupação urbana.

A confusão entre as classes mineração e ocupação rural não aconteceram na classificação orientada a objeto, devido a inserção do conhecimento do usuário ao processo de classificação. O descritor de contexto forma foi utilizado nesta diferenciação, partiu-se da premissa que uma área de mineração possui uma forma distinta de uma área urbana. O outro descritor de contexto utilizado nesta diferenciação foi o de relação de borda, para um objeto ser classificado como mineração pelo menos uma de suas bordas deveria estar em contato com uma área de solo exposto, pastagem ou ocupação rural, característica da atividade de mineração da região. O descritor de contexto foi essencial para a extração das classes neste trabalho e também tem sido em outros estudos (ANTUNES AND STURM, 2005; PLATT AND RAPOZA, 2008) que utilizaram a classificação orientada a objeto.

A acurácia total (Tabela 6) para a imagem classificada pixel a pixel foi 57,75% e o índice Kappa de 0.2224, ou seja o índice de concordância entre a realidade e a imagem classificada foi baixo (GALPARSORO AND FERNÁNDEZ, 2001), enquanto que a acurácia para a classificação orientada a objeto foi de 89.72% índice Kappa 0.8687, um índice de concordância muito bom (GALPARSORO AND FERNÁNDEZ, 2001).

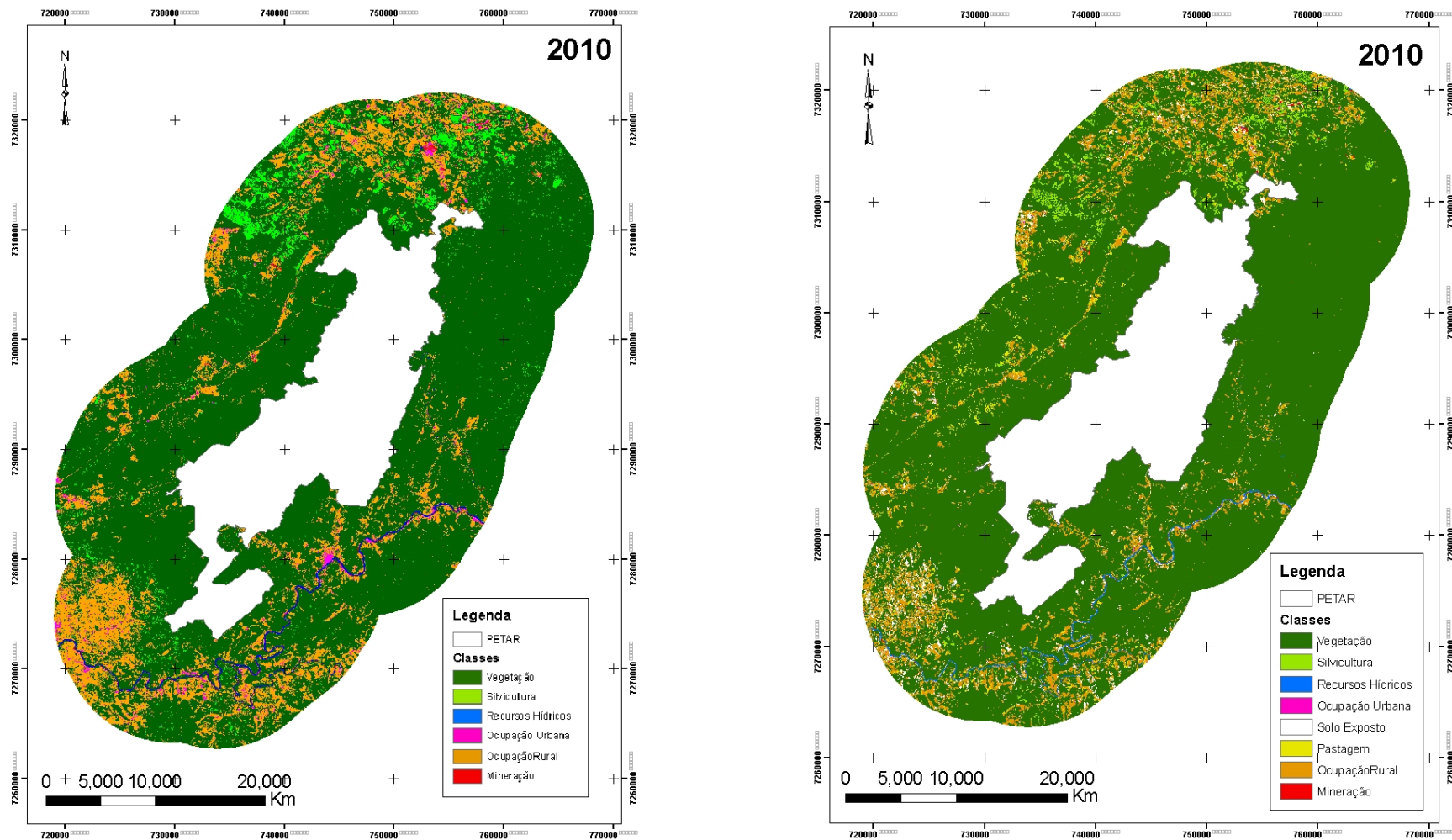


Figura 12 - Mapas de uso e ocupação do entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira: A) ERDAS, B) eCognition



O melhor resultado na avaliação comparativa entre classificação orientada a objeto e a classificação pixel a pixel foi apontado em outros estudos (POHL AND VAN GENDEREN, 1998; PLATT AND RAPOZA, 2008; LEONARDI ET AL, 2009). Segundo estes trabalhos isso deve-se principalmente pela possibilidade de inserir o conhecimento do usuário nas etapas de classificação (POHL AND VAN GENDEREN, 1998; PLATT AND RAPOZA, 2008; LEONARDI ET AL, 2009). Quando comparadas, para a determinação das classes de uso do solo na região da Pensilvânia a classificação orientada a objeto apresentou um resultado 14% melhor que a classificação pixel a pixel (PLATT AND RAPOZA, 2008). A classificação orientada a objeto também apresentou bons resultados no levantamento do uso e ocupação do solo no estado do Paraná, acurácia kappa foi de 0,99 de um valor máximo de 1 (ANTUNES AND LUZ, 2009).

A escolha da metodologia de classificação mais adequada para a área de estudo é fundamental. A escolha de uma metodologia ineficiente pode comprometer todas as ações de planejamento posteriormente tomadas. O uso da classificação orientada a objeto na área selecionada promoveu uma melhoria de concordância com a realidade em toda a imagem de 31,97 % (diferença entre os valores das acurácia dos dois métodos). Uma diferença significativa, ainda mais quando estes dados são utilizados por gestores no processo de planejamento do uso do solo e zoneamento ecológico.

Antes de usar o resultado da classificação de imagens de satélite para a detecção de mudanças no uso e ocupação do solo, é importante testar o resultado com os dados de referência ou verdade de campo. Em alguns casos, se a classificação não satisfaz o nível de concordância exigido, a classificação deve ser repetida ou atualizada. É importante que no processo de tomada de decisões se atente a qualidade da informação utilizada.

A classificação orientada a objeto apresentou um resultado muito bom para a área de estudo (Figura 12). A possibilidade de utilizar os conhecimentos do usuário durante o processo de classificação foi fundamental para alcançar a qualidade desejada, além disso o uso das inter-relações entre os objetos, super-classes, sub-classes e classes vizinhas foram essenciais para melhorar a eficiência da classificação.

## **Conclusão**

A avaliação comparativa entre as duas metodologias de classificação apontou que a melhor metodologia a ser utilizada no estudo do uso e ocupação do solo do entorno do Parque

Estadual Turístico do Alto Ribeira é a classificação orientada a objeto. O fator mais limitante neste trabalho foi a resolução da imagem de satélite utilizada. Acredita-se que os resultados aqui obtidos podem ser melhorados com a utilização de sensores mais poderosos. A classificação orientada a objeto tem baixa aplicabilidade ainda no Brasil, os principais fatores que contribuem para a baixa utilização dessa ferramenta são o alto custo do software e a falta de recurso humano capacitado.

## Referências

- ANTUNES, A.F.B.; LUZ, N.B. Classificação orientada a objetos de imagens Spot-5 com a finalidade de mapeamento do uso da terra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009. Natal. **Anais...** Natal : INPE,2009. p. 909-917.
- ANTUNES, A.F.B., STURM, U. Segmentação orientada a objeto aplicado ao monitoramento de ocupações irregulares em áreas de proteção ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 2019-2026.
- ANDERSSON, L. **Detecting effects of exposure to pesticides and lead in atlantic rain Forest Rivers in Brazil, using biomarkers in fish.** Sweden:Department of Zoology/Zoophysiology; Göteborg Univesity, 2000. p 21.
- BENZ, U.C.; HOFMAN, P.; WILLHAUCK, G.; LINGENFELDER, I.; HEYNEN, M. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, Enschede, v.58, p.239-258, 2004.
- CAMPANHA, G.A da C.; BISTRICHI, C.A.;ALMEIDA, M.A. de. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da Faixa de Dobramentos Apiaí. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987. Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1987. v 2 p. 725-742.
- CAMPANHA, G.A. da C. **Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná.** 1991. 296p. thesis (Ph. D.) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- CAMPANHA, G.A. da C; G.R. SADOWSKI. Tectonics of the southern portion of the Ribeira Belt (Apiaí Domain). **Precambrian Research**, Amsterdam, v 98, p 31 -51, 1999.
- COSTA, G.A., CAZES, T.B. Aplicação de algoritmos genéticos para a evolução de parâmetros para a segmentação de imagens. **Revista Inteligência Computacional**, Rio de Janeiro, n.6, p. 1-5, 2010.
- CUNHA, G.C.; GUSSON, E. **Diagnóstico da vegetação nas áreas florestais do assentamento Luiz David de Macedo – APIAÍ-SP.** Piracicaba, 2008. 72p. (Relatório técnico.).
- GALPARSOSO, L.U. FERNÁNDEZ, S.P. **Medidas de concordancia:** el índice Kappa. 2001. Disponível em: <<http://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2010.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. SPRING. **Tutorial de geoprocessamento. Classificação.** Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/classif/classif.htm> . Acesso em: 26 nov. 2010.

KARMANN I, FERRARI J.A. Cartes e cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), sul do estado de São Paulo. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, v 43, p 401-413, 2000.

LEONARDI, F.; ALMEIDA, C.M., FONSECA, L.M.G., CAMARGO, F.F. Avaliação Comparativa entre Classificação Supervisionada por Regiões e Orientada a Objeto para Imagens de Alta Resolução Espacial: Cbers 2B-HRC e QuickBird. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009. Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009.p. 981-988.

LEPSCH, I.F.; SARAIVA R.I.; DONZELI L. P.; MARINHO A.M.; SAKAI E.; GUILLAUMON R.J.; PFEIFER M.R.; MATTOS A.F.I.; ANDRADE J.W.; SILVA E.F.C. Macrozoneamento das terras a região do Ribeira de Iguape. **Boletim Científico. Instituto Agrônômico**, Campinas, 1990. 181p. Ilus., 2mapas,

LEWINSKI, S. Object- oriented classification of Landsat ETM+ satellite image. **Journal of Water and Land Development**, Warsaw, n 10, p. 91-106, 2006.

LINO, F.C.; **Alto do Vale Ribeira: Arquitetura e Paisagem.** Rio de Janeiro: CONDEPHAAT, 1978, v 1, 1978. 142p.

PLATT, R.V.; RAPOZA, L. An evaluation of an object-oriented paradigm for land use/land cover classification. **The Professional Geographer**, Texas, v.60, n.1, p. 87–100, 2008

POHL, C.; VAN GENDEREN, J.L. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. **International Journal Remote Sensing**, London v. 19, n. 5, p. 823 – 854, 1998.

RAHMAN, MD R.; SAHA S.K . Multi-resolution segmentation for object-based classification and accuracy assessment of land use/land cover classification using remotely sensed data. **Journal Indian Society Remote Sensing**, Belgium, v. 36, p. 189-220, 2008.

SALLUN, A.E.M.; SALLUN W. Geologia em planos de manejo subsídios para zoneamento ambiental do parque estadual intervalas (PEI), estado de São Paulo. São Paulo, UNESP, **Geociências**, Rio Claro, v. 28, n. 1, p. 91-107, 2009.

SHIMADA, H.; TEIXIERA, A.L.; NEGRI, F.A.; SOBRINHO M.A.; GUTJAHR, R.M.; TAVARES R.; HIRUMA, S.T.; ANTONIETTI E.; MARINHO M.A.; BURGI R. Contribuição ao conhecimento do meio físico no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – Petar (Apiá e Iporanga, SP). In: REUNIÃO SOBRE PESQUISA AMBIENTAL NA SMA, 2., 1999. Iporanga, SP **Resumos...** Iporanga, SP: Petar, 1999. P.189-193

TAINA, I.A; HECK, R.J. Utilization of object-oriented software in the image analysis of soil thin sections. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 74, n. 5, p.1670–1681, 2010.

**UserGuide eCognition.** ECOGNITION.. Definiens Imaging GmbH. Alemanha, 2003.  
Disponível em: <[www.definiens-imaging.com](http://www.definiens-imaging.com)> Acesso em: 03 set 2010.

## **4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

### **Resumo**

As intervenções humanas alteram ao longo do tempo a função e a estrutura da paisagem. Estas alterações no uso e na cobertura do solo podem ser observadas através das mudanças nos padrões da paisagem ao longo do tempo. A Mata Atlântica foi historicamente prejudicada por políticas de desenvolvimento não sustentáveis, restando cerca de 9% desse bioma em todo o país. No estado de São Paulo, 794.569,38 hectares de Mata Atlântica, estão protegidas dentro de Unidades de Conservação. Entretanto a qualidade dessas Unidades de Conservação está ameaçada pela falta de planejamento do seu entorno. A Avaliação Rápida e Priorização do Manejo de Unidades de Conservação (RAPPAM) é uma metodologia que permite a identificação, espacialização e hierarquização dos vetores antrópicos de pressão no entorno das Unidades de Conservação. Este trabalho teve como objetivo caracterizar as atividades antrópicas que estão exercendo pressão sobre o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira e compará-las aos vetores de pressão que estão ameaçando a conservação de mais três áreas de proteção da Mata Atlântica no estado de São Paulo. Os resultados mostram que as principais atividades que exercem pressão sobre o PETAR são as mesmas atividades que estão colocando em risco mais três áreas de conservação da Mata Atlântica no estado. As principais atividades são mineração, ocupação rural, extração ilegal do palmito e silvicultura.

Palavras-chave: Desmatamento; Unidades de conservação; Zona de amortecimento

### **Abstract**

Human interventions change over time the function and structure of the landscape. These changes in the use and land cover can be observed through changes in landscape patterns over time. The Atlantic Forest has historically been degraded by unsustainable development policies. Currently has about 9% of this biome throughout the country. In São Paulo, 794,569.38 ha, are protected within Conservation Units. However the quality of these protected areas is threatened by lack of planning of its surroundings. The Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Conservation (RAPPAM) is a methodology that enables identification and prioritization of vectors of human pressure in the surroundings of Protected Areas. This study aimed to characterize human activities that are exerting pressure on the Alto Ribeira Tourist State Park and compare them with the vectors of pressure that are threatening the conservation of more three protected areas of Atlantic Forest in Sao Paulo. The results show that the main activities that put pressure on PETAR are the same activities that are endangering more than three areas of the Atlantic Forest in the state. The main activities are mining, rural occupation, illegal extraction of palm and forestry.

Keywords: Deforestation; Conservation units; Buffer zone

#### 4.1 Introdução

No Brasil o termo Unidade de Conservação refere-se as áreas especialmente protegidas destinadas a preservação da fauna, flora, microorganismos, corpos d'água, solo, clima, paisagens e todos os processos ecológicos pertinentes aos ecossistemas naturais (SIMÕES et al, 2008; IBAMA 2007). As unidades de conservação (UC) são áreas com características naturais relevantes, instituídas pelo Poder Público, com limites definidos e com o objetivo de proteção e preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, o qual deve compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. No estado de São Paulo, os 81% de florestas que originalmente cobriam o estado foram reduzidas para 9% dos quais cerca de 4%, que corresponde a, aproximadamente, 794.569,38 ha, estão protegidas dentro de Unidades de Conservação (SIMÕES et al, 2008).

Os Parques Estaduais se enquadram na categoria de unidades de conservação de proteção integral, e são os mais importantes em abrangência, com cerca de 700 mil ha de área protegida (SIMÕES et al, 2008), onde não é permitida a utilização direta dos recursos naturais. A pequena territorialidade e a impossibilidade de expansão das áreas efetivamente protegidas em médio prazo precisam ser compensadas com a garantia de um manejo específico e a diminuição dos vetores de perturbação das áreas limítrofes das unidades de conservação.

Para maximizar a proteção das unidades de conservação através de um planejamento coerente é necessário que os gestores responsáveis pelas áreas tenham em mãos informações sobre os fatores que influenciam na qualidade das unidades de conservação sobre suas responsabilidades (HOCKINGS, 2003). Para a avaliação da qualidade da gestão das unidades de conservação é importante contextualizá-las quanto as características biológicas, socioeconômicas e vulnerabilidades do entorno da unidade (IBAMA, 2007) Diversas metodologias tem sido desenvolvidas para avaliar a efetividade da proteção das unidades de conservação (HOCKINGS, 2003) dentre elas a Avaliação Rápida e Priorização do Manejo de Unidades de Conservação – RAPPAM (ERVIN, 2003). Esta é hoje a metodologia mais aplicada na avaliação da efetividade da gestão das áreas protegidas (STOLL-KLEEMANN, 2010), devido principalmente a sua rapidez e aplicabilidade de seus resultados (STOLL-KLEEMANN, 2010). O RAPPAM foi desenvolvido de acordo com os seis elementos de avaliação propostos pela Comissão Mundial de Áreas Protegidas (WCPA) que são, contexto, planejamento, insumos, processos, produtos e resultados.

Um dos principais objetivos do RAPPAM é a avaliação comparativa entre áreas protegidas versus as avaliações locais (ERVIN, 2003). O conhecimento fornecido por esta ferramenta tem auxiliado os gestores na definição de estratégias para a conservação do ecossistema protegido (ERVIN, 2003). Através do RAPPAM é possível caracterizar e quantificar os impactos ambientais causados pelas atividades antrópicas nas unidades de conservação e utilizar-se dessas informações para o planejamento estratégico do entorno.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar as atividades antrópicas que estão exercendo pressão sobre o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira e compará-las aos vetores de pressão que estão ameaçando a conservação de mais três áreas de preservação da Mata Atlântica no estado de São Paulo.

Neste contexto, a hipótese deste trabalho é:

As atividades antrópicas que ameaçam historicamente o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira são as mesmas que estão ameaçando hoje mais unidades de conservação no estado de São Paulo.

## **4.2 Desenvolvimento**

### **4.2.1 Área de Estudo**

A área de estudo é a circunvizinhança do Parque Estadual Turístico do Alto da Ribeira (PETAR) localizado no Vale do Rio Ribeira de Iguape, região sul-sudeste do estado de São Paulo, entre o Planalto Atlântico e a Baixada Costeira (KARMAN, 2000) e abrange parte dos municípios de Iporanga (27.352 ha) e Apiaí (8.360 ha). Criado pelo Decreto Estadual nº 32.283 de 19/05/1958, o PETAR (Figura 13) contém 35.712 hectares de Mata Atlântica e em conjunto com outras reservas vizinhas – Parque Estadual de Fazenda de Intervalos, Parque Estadual Serra do Mar, Estação Ecológica Xituê e Parque Estadual Carlos Botelho – representam 400.000 hectares de Mata Atlântica preservada (ANDERSSON, 2000). A Mata Atlântica é composta por diversos ecossistemas com estruturas e composições florísticas diferenciadas, sendo a vegetação dominante da região a Floresta Ombrófila Densa (típica da Mata Atlântica) resultante da geomorfologia e características climáticas desta área. Esta vegetação se distribui nas bacias do rio Paranapanema e Ribeira de Iguape ocupando uma área de 338.002 hectares que corresponde a 10% dessa vegetação natural presente no estado de São Paulo (CUNHA, GUSSON, 2008).



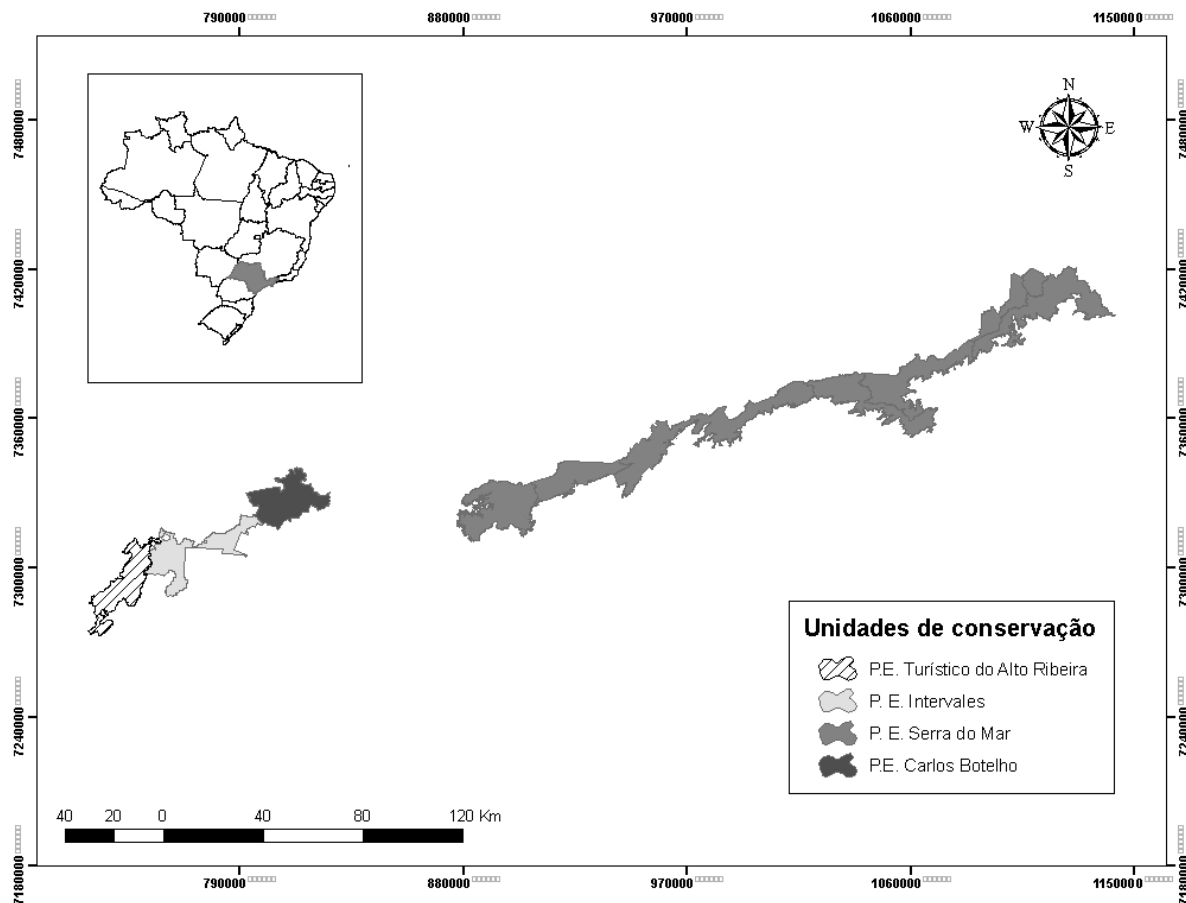


Figura 13 - Localização de quatro Unidades de Conservação no estado de São Paulo: Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Parque Estadual de Intervales, Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Estadual Carlos Botelho

#### 4.2.2 Avaliação Rápida e Priorização do Manejo de Unidades de Conservação.

O RAPPAM (ERVIN, 2003) tem sido utilizado nos planos de manejo das Unidades de Conservação do estado de São Paulo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008a, 2008b, 2009). No RAPPAM são caracterizadas as pressões e as ameaças antrópicas. As pressões correspondem as atividades desenvolvidas no cenário atual, enquanto que as ameaças correspondem as atividades em cenário futuro. Em ambas, o grau de pressão e o grau de ameaça exercida por uma atividade é determinada pela soma dos critérios de permanência e reversibilidade multiplicados pela abrangência do dano.

A metodologia RAPPAM (ERVIN, 2003) foi adaptada para ser aplicada aos planos de manejo do estado de São Paulo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008a). Na metodologia

adaptada foram estabelecidos valores para cada um dos critérios definidos no RAPPAM (Tabela 7) de forma que a pressão que os vetores antrópicos exercem sobre as áreas protegidas possam ser classificados como relativos (Eq.1) ou absolutos (Eq.2). O valor relativo de uma pressão antrópica refere-se a capacidade inerente da atividade de causar um dano ambiental. O valor absoluto de uma pressão antrópica refere-se a capacidade de uma atividade causar dano ambiental devido a sua abrangência na área de estudo.

Tabela 7 - Descrição dos critérios adotados

Variável	Critério	Valor
Impacto	Em alguns componentes do ecossistemas	1
	Supressão de parte da vegetação arborea/ mudança da qualidade do ar/ água	2
	Supressão da vegetação arborea/ impróprio para o uso do ar/ água	3
	Destruição da biota/ esgotamento do recurso	4
Permanência do dano	< 5 anos	1
	5 - 20 anos	2
	20 - 50 anos	3
	> 50 anos	4
Pressão	Cessou ou diminuiu	1
	Continua estável	2
	Aumentou	3
	Aumentou muito	4
Ameaça	Vai diminuir ou não vai mais ocorrer	2
	Vai ocorrer da mesma forma	4
	Vai aumentar um pouco	6
	Vai aumentar muito	8
Reversibilidade	Viável e rápida	4
	Viável a médio prazo	3
	Difícil de ocorrer	2
	Não vai ocorrer	1
Abrangência	Menos que 5% da área antropizada	1
	Menos que 5% da área antropizada, mas propaga a pressão	2
	Espalhada entre 5 a 20% da área antropizada	3
	Ocorre em mais de 20% da área total antropizada	4

Fonte: Fundação Florestal, 2008a.

A determinação do valor relativo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008a) dos vetores de pressão é dada pela equação:

$$\text{VPR} = ((\text{impacto} + \text{permanência do dano} + \text{pressão} + \text{ameaça}) - \text{reversibilidade})$$

VPR=Valor relativo do vetor de pressão

Enquanto que, a determinação do valor absoluto (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008a) dos vetores de pressão é dada pela equação:

$$\text{VAP} = ((\text{impacto} + \text{permanência do dano} + \text{pressão} + \text{ameaça}) - \text{reversibilidade}) * \text{abrangência}$$

Aos valores de pressão relativa e absoluta (Tabela 8) foram atribuídos conceitos (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008a, 2008b), que expressam de forma mais clara a gravidade dos impactos de cada atividade sobre a unidade de conservação.

Tabela 8 - Conceitos atribuídos as valores relativos e absolutos

Valor absoluto	Pressão	Valor relativo	Pressão
1 a 9	Baixa	1 a 6	Baixa
10 a 19	Média	7 a 9	Média
20 a 29	Alta	10 a 12	Alta
30 a 39	Muito alta	13 a 15	Muito alta
> 40	Extrema	> 16	Extrema

Nos planos de manejo do Parque Estadual Carlos Botelho e Parque Estadual Serra do Mar (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008a, 2008b) está metodologia foi aplicada com sucesso, possibilitando caracterizar os vetores antrópicos que hoje ameaçam a qualidade dessas unidades de conservação.

Para a caracterização dos vetores antrópicos de pressão do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira foram utilizadas informações qualitativas e quantitativas. As informações qualitativas foram adquiradas através da revisão da literatura existente e pela participação em reuniões de elaboração do plano de manejo do parque. As informações quantitativas foram adquiradas através do sistema de informação geográfica. Os valores dos critérios sobre a extração do palmito tiveram como base as pesquisas de campo, relatos de funcionários e pesquisas bibliográficas

Os dados referentes ao Parque Estadual Carlos Botelho e Parque Estadual Serra do Mar foram obtidos das avaliações do RAPPAM presente nos planos de manejo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008a, 2008b) já concluídos. Os dados referentes ao Parque Estadual Fazenda de Intervalos (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2009) foram retirados da interpretação dos dados contidos no plano de manejo.

### 4.2.3 Análise das imagens de satélite

Para o reconhecimento das principais áreas de concentração dos vetores antrópicos de pressão sobre o PETAR foi analisada uma série histórica de quatro imagens de satélite, Landsat-4 (1973) e Landsat-7 (1999, 2002, 2010) obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Neste trabalho preferiu-se utilizar a classificação orientada a objeto (eCognition), por esta ter apresentado melhores resultados do que a classificação pixel a pixel (Capítulo 3). A classificação orientada a objeto (Capítulo 3) feita no software eCognition foi utilizada para separar os vetores antrópicos de pressão da matriz vegetal na série histórica de imagens. A imagem de 2010 foi usada para a identificação das principais atividades que estão exercendo pressão sobre o parque atualmente.

## 4.3 Considerações finais

### 4.3.1 Resultados e discussão

Para compreender as ameaças a uma unidade de conservação é fundamental a observação e interpretação do processo de ocupação de seu entorno (SANTOS, 2004). O Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira está ameaçado pela ocupação sem critérios do seu entorno. Ao longo dos anos as atividades antrópicas vêm se aproximando dos limites do parque (Figuras 14 e 15). Estas áreas de pressão (Figura 15) são indicadores de regiões que necessitam de maior atenção pela gestão da unidade de conservação. Nestes 37 anos analisados foram desmatados 10.000 hectares de mata atlântica, o desmatamento foi causado principalmente pela expansão da atividade agrícola (Tabela 9). Com o declínio das atividades mineiradoras de ouro e chumbo na década de 80 (MORAES, 2003), a agricultura passou a ser atividade econômica mais importante na região, entretanto a região é de baixa aptidão agrícola (LEPSCH et al, 1990). Sendo assim, o aumento da produtividade esteve diretamente relacionado com a expansão das áreas agricultáveis e não devido ao aumento da produtividade por hectare, assim a cada ano novos hectares foram desmatados.

A agricultura na região ocorre em propriedades de pequena e média escala na vizinhança do parque e os principais impactos dessa atividade são o desmatamento, a erosão e a eutrofização dos rios causado pelo uso de fertilizantes agrícolas (MORAES, 2002).

Tabela 9 - Porcentagem da atividade em relação à área antropizada

Atividade	Porcentagem da atividade em relação a área antropizada (%)
Ocupação rural	90.03
Ocupação urbana	0.43
Silvicultura	9.22
Mineração	0.32

A mineração é outra atividade que merece atenção por parte dos gestores, apesar de representar menos de 1% (Tabela 9) do total da área antropizada, foram identificadas no entorno 4 mineradoras de calcário ativas. A exploração do calcário libera material particulado no ar e na água causando a poluição do ar e a turbidez na água. Além disso, os rejeitos de minérios das antigas minas de ouro e chumbo continuam a poluir a água e o solo do entorno do parque (MORAES, 2003a, 2003b).

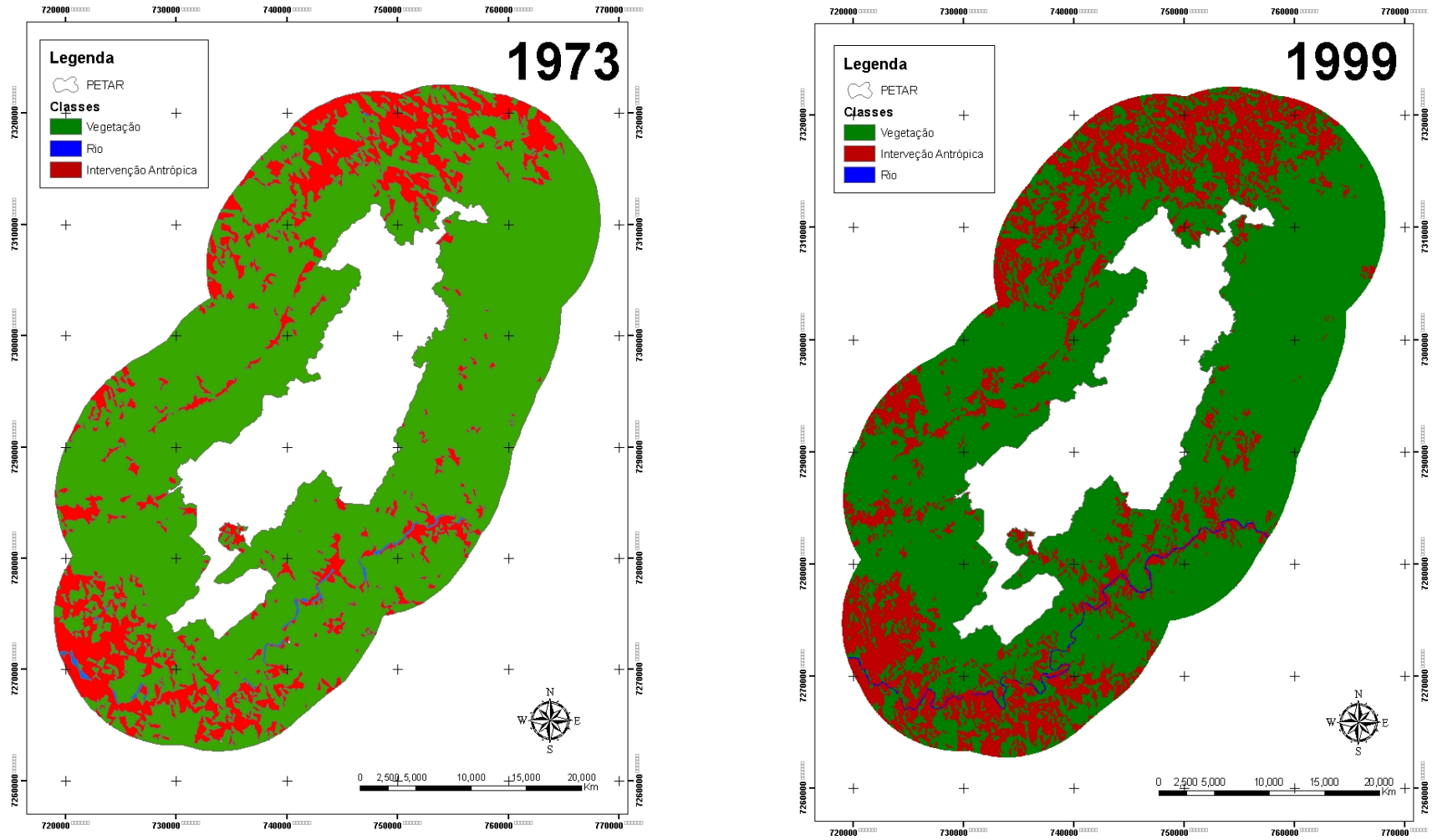


Figura14 - Evolução das áreas antropizadas sobre o PETAR, A) 1973 e B) 1999

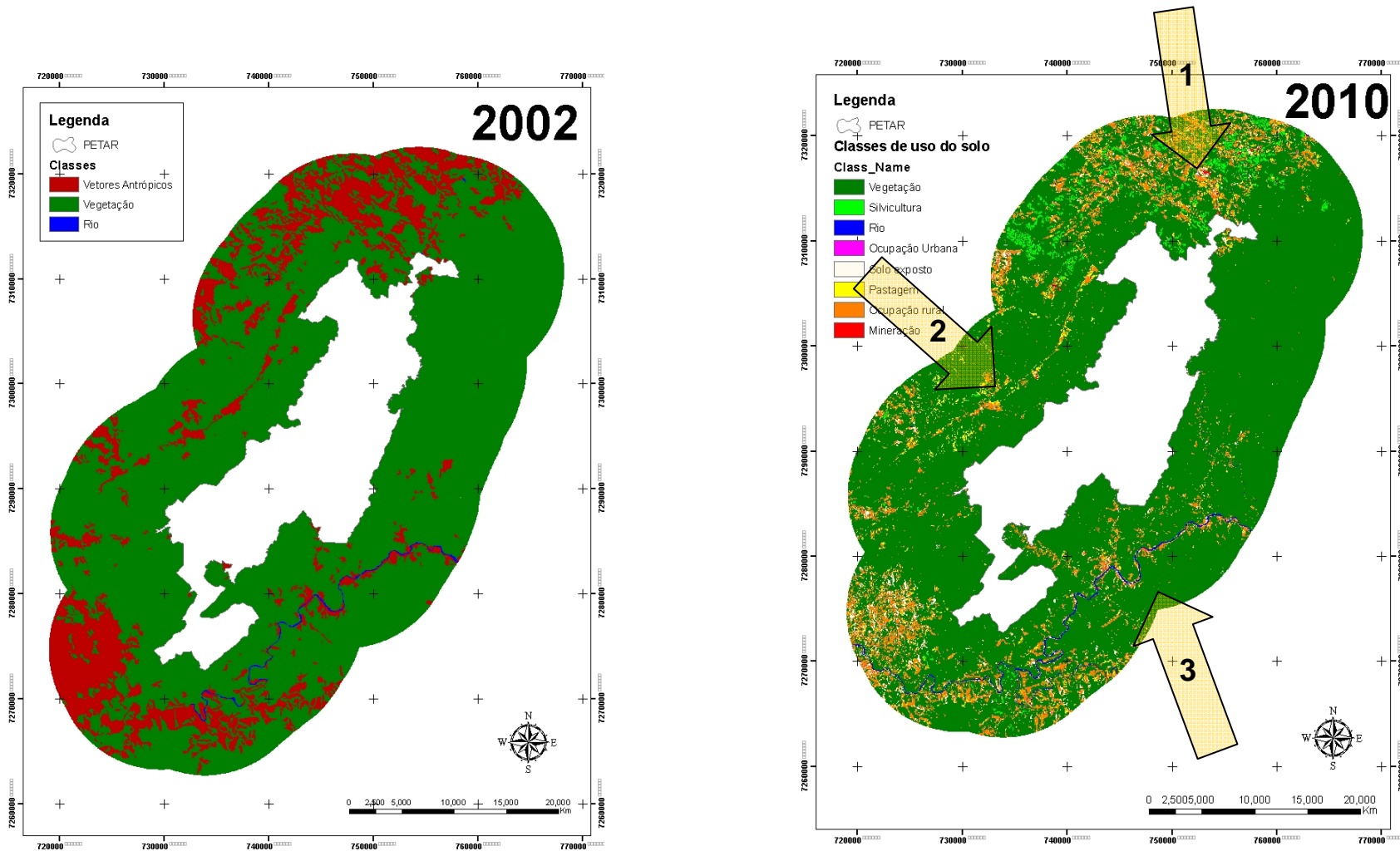


Figura 15 - Evolução das áreas antropizadas sobre o PETAR, A) 2002 e B) 2010

O estudo da dinâmica evolutiva da paisagem é uma ferramenta importante na tomada de decisões em processos de planejamento ambiental. A análise da evolução das áreas antropizadas sobre o PETAR apresenta três áreas de maior pressão no entorno do parque (Figura 15b). A área de pressão número 1 (Figura 15b) está relacionada com a intensificação das atividades de silvicultura, ocupação rural e mineração. A área de pressão número 2 (Figura 15b) mostra a mudança do uso do solo para pequenos núcleos de agricultura. A área de pressão número 3 (Figura 15b) está relacionada a abertura de estradas e a expansão da atividade agrícola. O histórico da evolução de cada um das atividades não foi possível. Existem poucas imagens dessa região disponíveis (INPE), dentre as que estão disponíveis são poucas cuja cobertura por nuvem é menor que 10%, além disso, as imagens são de baixa resolução, o que traria incertezas na interpretação dos dados.

O impacto das atividades vai além do desmatamento. Existem outros fatores que devem ser analisados quando se planeja uma gestão eficiente, tais como, a abrangência da atividade no entorno do parque, o impacto da atividade sobre a qualidade do bioma preservado, a permanência do dano ao longo do tempo, a pressão e a ameaça dessa atividade. Estas variáveis são consideradas pelo RAPPAM. O RAPPAM estipula critérios e valores para cada uma destas variáveis (Tabela 7). O RAPPAM foi aplicado no entorno da zona de amortecimento do PETAR e seus resultados estão presentes no gráfico abaixo.

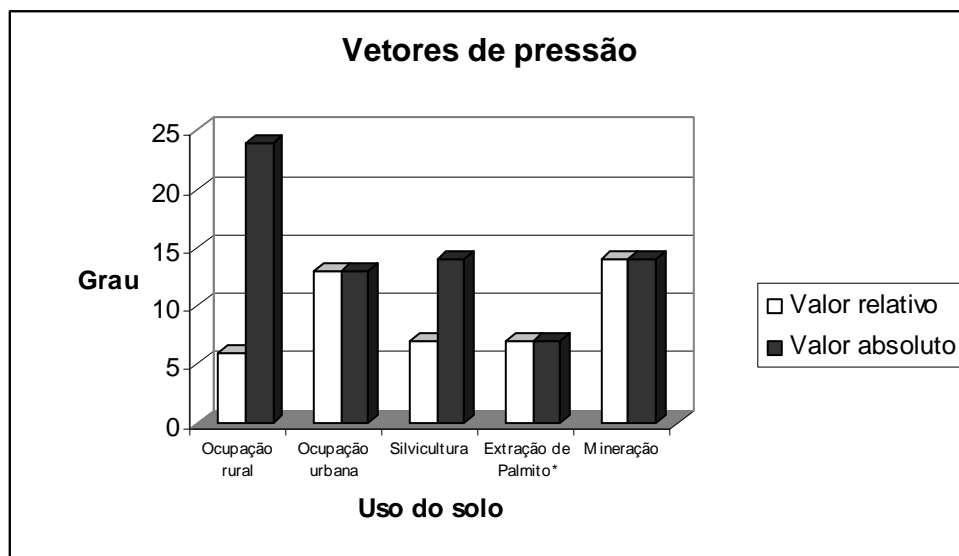


Gráfico 1 - Valores absolutos e relativos dos vetores antrópicos do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira



Os valores relativos correspondem aos impactos que as atividades exercem sobre a unidade de conservação sem que a abrangência da atividade na área antropizada seja considerada (Gráfico 1). Quando observamos o valor absoluto da atividade agrícola (Gráfico 1), vemos que esta atividade passa de uma atividade de baixo impacto relativo para uma atividade de alto impacto absoluto, isso ocorre porque a abrangência dessa atividade no entorno do parque é de 90% da área antropizada (Tabela 9). A silvicultura exerce uma pressão relativa média sobre o parque, devido a permanência do dano dessa atividade ser superior a 20 anos. A mineração, ocupação urbana e extração ilegal do palmito são atividades de médio impacto sobre o parque, isso ocorre porque a abrangência dessas atividades juntas é inferior a 5% da área antropizada do entorno. Entretanto são atividades de alto impacto relativo, que causam a destruição da biota e dos recursos naturais e possuem uma reversibilidade difícil.

As atividades que exercem pressão sobre o PETAR são as mesmas atividades identificadas no entorno de outras áreas de proteção da Mata Atlântica (Gráfico 2) e foram relatadas nos planos de manejo já concluídos do Parque Estadual Carlos Botelho, do Parque Estadual de Fazenda de Intervalos e do Parque Estadual Serra do Mar.

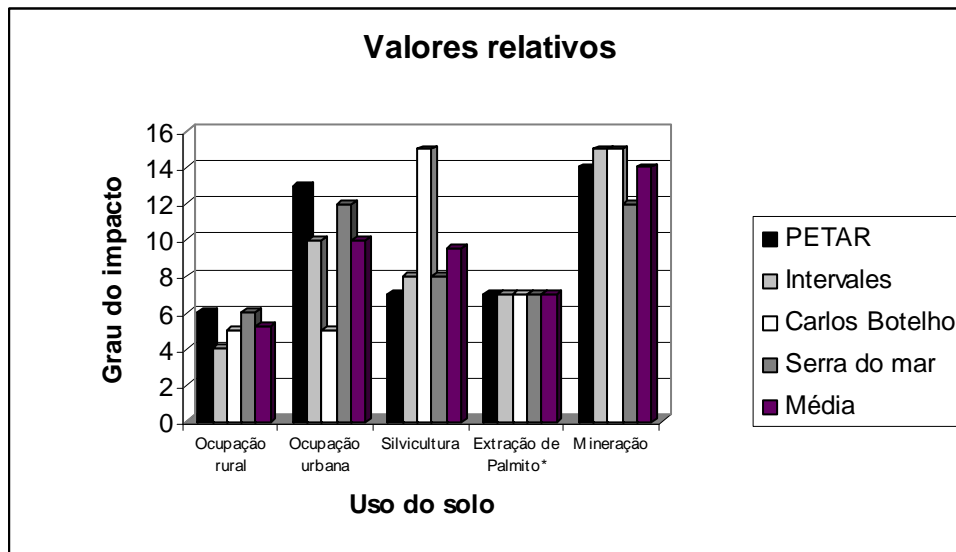


Gráfico 2 - Valores relativos das atividades no entorno das Unidades de Conservação

Dentre os valores relativos atribuídos a cada uma das atividades que ocorrem no entorno das áreas de proteção apenas os valores relativos da ocupação urbana e da silvicultura do Parque Estadual Carlos Botelho divergiram bastante da média dos valores relativos das mesmas atividades para as demais áreas de proteção. A ocupação urbana foi considerada uma atividade de baixo impacto no plano de manejo do Parque Carlos Botelho (FUNDAÇÃO FLORESTAL,

2008a), ou seja, ela atinge alguns componentes do ecossistema, isso porque no plano de manejo do parque foram considerados apenas os núcleos rurais-urbanos. Já a silvicultura foi considerada uma atividade de alto impacto para este parque por ela causar a destruição da biota, esgotamento dos recursos naturais (FUNDAÇÃO FLORESTAL FLORESTAL, 2008a) e estar acontecendo de forma bastante intensa no entorno do Parque Estadual Carlos Botelho, sem nenhuma forma de controle ou fiscalização.

Quando os valores relativos de cada área são multiplicados pela abrangência dessa atividade no entorno das áreas de proteção – valor absoluto, os valores totais (Gráfico 3) dos parques passam a divergir bastante, isso ocorre porque nesta etapa o contexto onde está inserida a unidade de conservação é considerado.

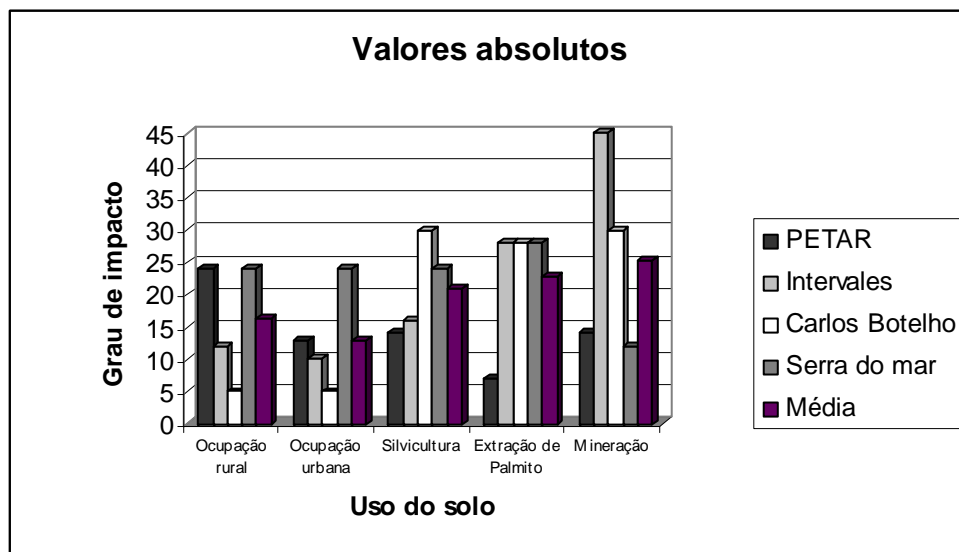


Gráfico 3 - Valores Relativos das atividades no entorno das Unidades de Conservação

Cada área de proteção está inserida em uma matriz antrópica única. Mesmo unidades vizinhas como é o caso do PETAR e de Intervalos possuem vetores antrópicos de pressão diferentes. Como foi discutido acima a atividade mais impactante no entorno do PETAR, devido a sua abrangência é a ocupação rural. Enquanto que a atividade mais impactante que ocorre no entorno do parque de Intervalos é a mineração, mesmo que o valor relativo (Gráfico 2) da mineração tenha sido equivalente para as duas áreas de proteção, ou seja, quando o contexto do entorno da área é analisado, sobressaem-se outras atividades. Isso deixa claro que a adoção

de um único instrumento de gestão das atividades no entorno das áreas de conservação pode estar colocando em risco a maior área contínua de Mata Atlântica do estado de São Paulo.

Os planos de manejo elaborados até hoje tem tratado de forma divergente as áreas circunvizinhas as unidades de proteção. Nos planos mais antigos não existe registro quanto às atividades desenvolvidas nas áreas circunvizinhas as unidades de conservação (OLIVA, 2003). A partir da década de oitenta alguns parques estaduais começaram a demonstrar preocupações efetivas quanto ao planejamento das áreas do entorno, entretanto não eram apresentados, de forma sistematizada, diagnósticos e ações específicas para a definição de planos estratégicos para o entorno (OLIVA, 2003).

Atualmente é de consenso geral sobre a importância da gestão integrada entre o entorno e a área protegida para assegurar a qualidade da unidade de conservação (KINTZ, YOUNG, CREWS-MEYER, 2006; BRESOLIN, 2002 GÖTMARK, SÖDERLUNDH, THORELL, 2000, DUTRA-LUTGENS, 2000). Entretanto o tamanho da área do entorno que deve estar sobre a influência da administração do gestor da unidade de conservação não parte de critérios científicos, mas sim de determinações externas. Para assegurar a qualidade das unidades de conservação no Brasil, as características do entorno devem ser consideradas na definição do tamanho da área que terá influência direta da gestão do parque e no planejamento estratégico do uso e ocupação dessa área.

#### 4.3.2 Conclusão

Existe uma relação entre os vetores de pressão antrópicos que ameaçam a qualidade do bioma protegido pelo PETAR e de mais três unidades de proteção da Mata Atlântica do estado de São Paulo. Entretanto fica claro que o contexto onde cada unidade de conservação está inserida é único e deve ser levado em consideração pelos gestores ao implementarem políticas e programas de preservação. Sem a contextualização do problema enfrentado por cada unidade de conservação com seu entorno, encontrar uma solução eficaz torna-se uma tarefa impraticável.

## Referências

- ANDERSSON, L. **Detecting effects of exposure to pesticides and lead in atlantic rain Forest Rivers in Brazil, using biomarkers in fish.** Sweden:Department of Zoology/Zoophysiology; Göteborg Univesity, 2000. p 21.
- BRESOLIN, M. C. **Iguazu National Park´s buffer zone management in the city of céu azul – PR,** 2002. 55p.. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.
- CUNHA, G.C.;GUSSON, E. **Diagnóstico da vegetação nas áreas florestais do assentamento Luiz David de Macedo – APIAÍ-SP.** Relatório técnico. Piracicaba, 2008. 72p
- DUTRA-LUTGENS, H. **Caracterização ambiental e subsídios para o manejo da zona de amortecimento da estação experimental e ecológica de Itirapina,** 2000. 196p. Dissertação (Centro de Estudos Ambientais) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2000.
- ERVIN, J. **Metodologia para avaliação rápida e a priorização do manejo de unidades de Conservação (RAPPAM).** Gland: **RAPPAM.** 2003.44 p.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de Manejo:** Parque Estadual Carlos Botelho, 2008a. 546p.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de Manejo:** Parque Estadual da Serra do Mar, 2008b. 485p.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de Manejo:** Parque Estadual Fazenda de Intervalos, 2009. 300 p.
- GÖTMARK, F.; SÖDERLUNDH H. THORELL M. Buffer zones for forest reserves opinions of land owners and conservation value of their forest around nature reserves in southern Sweden: **Biodiversity and Conservation,** Netherlands, v. 9, p. 1377-1390, 2000.
- HOCKINGS, M. Systems for Assessing the effectiveness of management in protected areas. **Bioscience,** Washington,v.53, n.9,823-832 p.2003.
- IBAMA.Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis **Efetividade de gestão das unidades de conservação federais do Brasil.** Ibama, WWF-Brasil. – Brasília: Ibama, 2007.
- KARMANN I.;FERRARI, J.A. Cartes e cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), sul do Estado de São Paulo. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil,** Brasília v 43, p 401-413, 2000.
- KINTZ, B. D.; YOUNG, K. R.; CREWS-MEYER, K. A .Implications of land use / land cover change in the buffer zone of a national park in the tropical Andes. **Environmental Management,** v. 38, n. 2, p. 238–252, 2006.

LEPSCH, I.F.; SARAIVA R.I.; DONZELI L. P.; MARINHO A.M.; SAKAI E.;GUILLAUMON R.J.; PFEIFER M.R.; MATTOS A.F.I.; ANDRADE J.W.; SILVA E.F.C. Macrozoneamento das terras a região do Ribeira de Iguape. **Boletim Científico. Instituto Agrônomo**, Campinas, 1990. 181p. Ilus. 2mapas.

MORAES, R.; LANDIS, W.G.; MOLANDER, S. Regional risk assesement of Brazilian Rain Forest. **Human and Ecological Risk Assessment, Boston**, v. 8, n.7, p.1779-1803, 2003a.

MORAES, R.; GERHARD, A., STURVE, L., RAUCH, J., MOLANDER, S.S. Establishing causality between exposure to metals and effects on fish. **Human and Ecological Risk Assessment, Boston**, v. 9 p.149-169, 2003b.

OLIVA, A. **Programa de manejo fronteiras para o Parque Estadual Xixová – Japuí**. 2003. 257p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

STOLL-KLEMMANN, S. Evaluation of management effectiveness in protected areas: Methodologies and results. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v 11, 377-382, 2010.

## 5 CRITÉRIOS PARA A DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO NO ENTORNO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

### Resumo

A presença da zona de amortecimento é essencial para a proteção das Unidades de Conservação (UC). As zonas de amortecimento foram criadas para mitigar, reduzir ou filtrar os impactos ambientais causados pelas atividades humanas executadas fora do limite das unidades de conservação, entretanto nenhuma diretriz de uso e ocupação do solo foi criada para que este objetivo fosse atingido. O entorno das Unidades de Conservação é heterogêneo, com áreas mais ou menos vulneráveis aos processos erosivos, tais características devem ser consideradas nos planos de manejo no momento de definição do tamanho e do planejamento do uso do solo da zona de amortecimento. O objetivo deste estudo é avaliar a vulnerabilidade à perda de solo do entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, através da proposta metodológica desenvolvida no Zoneamento Ecológico Econômico (Crepani, 2001), e assim definir quais as áreas de maior vulnerabilidade à erosão da zona de amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira. O estudo de vulnerabilidade a erosão do solo teve como base os dados físicos e biológicos (geologia, solo, declividade, cobertura vegetal, bacia hidrográfica, clima e uso do solo) do entorno do PETAR. A partir da avaliação integrada (CREPANI, 2001) entre estes elementos do meio físico e biológico, obteve-se que 16% do entorno do PETAR apresenta-se na condição “Vulnerável” a perda de solo, 17% apresenta-se em condição “Medianamente Estável/Vulnerável” à perda de solo, 63% apresenta-se “Moderadamente Estável” à perda de solo, e menos de 1% apresenta-se em condição “Estável” à perda de solo. Espera-se que este estudo sirva de orientação para um planejamento estratégico do uso do solo e para a definição de áreas prioritárias à conservação da zona de amortecimento do PETAR.

**Palavras-chave:** Zonemamento territorial; Erosão; Conservação

### Abstract

The presence of the buffer zones is essential for the protection of Conservation Units (CU). The buffer zones were created to mitigate, reduce or filter the environmental impacts caused by human activities performed outside the boundary of protected areas, however there are no guidelines for use and land cover was created for this goal was achieved. The surroundings of the Protected Areas is heterogeneous, with areas more or less vulnerable to erosion, these characteristics should be considered in management plans at the moment of defining the size and planning of land use in the buffer zone. The aim of this study is to assess the vulnerability to loss of soil surrounding the Alto Ribeira Tourist State Park, through the proposed methodology developed in the Ecological and Economic Zoning (Crepani, 2001), and define which areas are most vulnerable to erosion buffer zone Alto Ribeira Tourist State Park. The study of vulnerability to soil erosion was based on physical and biological data (geology, soil, slope, vegetation, watershed, climate and land use) surrounding the PETAR. From the integrated assessment (CREPANI, 2001) between these elements of the physical and biological, it was found that 16% of the PETAR surroundings is presented in condition "Vulnerable" soil loss, 17% is presented in condition " Moderately Stable / Vulnerable" to loss of soil, 63% presented "Moderately Stable" soil loss, and less than 1% is presented in condition "Stable" to soil loss. It is hoped that this

study will serve as a guideline for strategic planning of land use and the definition of priority areas for conservation of the buffer zone of PETAR.

**Keywords:** Environmental zoning; Erosion; Conservation

## 5.1 Introdução

As Unidades de Conservação (UC) são instituídas pelo Poder Público para a proteção da fauna, flora, microorganismos, corpos d' água, solo, clima, paisagens e todos os processos ecológicos pertinentes aos ecossistemas naturais (SIMÕES et al, 2008). As unidades de conservação contribuem principalmente para, regulação da quantidade e qualidade da água para o consumo, fertilidade do solo, equilíbrio climático e áreas de lazer (SIMÕES et al, 2008).

Existem diversas categorias, modalidades e formas de proteção à natureza denominadas de unidades de conservação, parques nacionais, estaduais e municipais, estações ecológicas, reservas extrativistas, áreas de proteção ambiental, entre outras (SIMÕES et al, 2008). Os Parques Estaduais se enquadram na categoria de unidades de conservação de proteção integral, e são os mais importantes em abrangência (RYLANDS, BRANDON, 2005), com cerca de 700 mil ha de área protegida (SIMÕES et al, 2008), onde não é permitida a utilização direta dos recursos naturais. A pequena territorialidade e a impossibilidade de expansão das áreas efetivamente protegidas em médio prazo precisam ser compensadas com a garantia de um manejo específico e a diminuição dos vetores de perturbação das áreas limítrofes das unidades de conservação.

O conceito de zona de amortecimento (DUTRA-LUTGENS, 2000) surgiu pela compreensão da importância da área do entorno na preservação da unidade de conservação. As zonas de amortecimento ou áreas de entorno são áreas externas, que devem rodear as unidades de conservação, estratégicas para a preservação do ecossistema protegido (SIMÕES et al, 2008). As zonas de amortecimento são áreas cuja principal função é a de filtrar os impactos negativos externos a ela, ou seja, amortecer ou mitigar os impactos diretos e indiretos produzidos por atividades antrópicas incompatíveis com o manejo da área protegida (BRESOLIN, 2002).

O artigo sete do decreto N° 99.274 (Junho, 1990) estabeleceu as normas gerais relativas as Unidade de Conservação e as atividades que podem ser desenvolvidas em suas áreas circundantes, num raio de 10 km. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei 9.985/2000, no inciso 2° do art. 25 estabeleceu que os limites da zona de amortecimento podem ser definidos no ato de criação da unidade ou posteriormente a ele, ficando omissos quanto ao tamanho das zonas de amortecimento e o que ela deve abranger.

Aspectos do meio físico, biológico e social do entorno de cada unidade devem ser levados em consideração no momento da definição do tamanho, uso e ocupação da zona de



amortecimento das áreas protegidas. O conhecimento integrado dos dados físicos, biológicos e sociais do entorno das unidades de conservação é uma ferramenta importante para a gestão efetiva das áreas circunvizinhas, afim de que se direcione projetos e programas que visem mitigar as influências negativas do entorno sobre os biomas protegidos.

Diversas metodologias tem sido utilizadas para integrar os dados físicos e biológicos, com o objetivo de subsidiar as decisões de gestores e políticos. Dentre elas Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) tem sido utilizado como uma ferramenta de integração dos variados elementos que compõem uma área de estudo. O ZEE foi desenvolvido com base no conceito de Ecodinâmica (TRICART,1977) e tem sido aplicado em muitos estudos de vulnerabilidade à erosão no Brasil (ROSS, J.L.S. 1990, 1994, 2001), principalmente nos estudos da região Amazônica. O ZEE propõe uma avaliação integrada entre os elementos físico e biológico a afim de que identifiquem áreas com maior ou menor vulnerabilidade natural à erosão.

No ZEE a vulnerabilidade à erosão é estabelecida por meio de uma escala de valores relativos e empíricos de acordo com a relação morfogênese/pedogênese (TRICART, 1977) de cada uma dos temas, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, clima e uso da terra. As unidades territoriais básicas (UTB) são as células elementares de informação e análise no ZEE, uma UTB é uma entidade geográfica que contém os atributos físicos e biológicos que permitem diferenciá-la de outras UTBs, ao mesmo tempo em que possui uma relação dinâmica com as demais UTBs (BECKER, EGLER, 1997; SÁNCHEZ, SILVA, 1995). As UTBs são classificadas em 21 classes de vulnerabilidade à erosão de acordo com suas características morfodinâmicas e distribuídas entre as situações onde há predomínio dos processos de pedogênese e situações onde há predomínio de processos de morfogênese, passando por situações intermediárias.

O objetivo deste estudo é avaliar a vulnerabilidade natural do entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, através da proposta metodológica desenvolvida no ZEE (CREPANI, 2001), e assim definir quais as áreas de maior vulnerabilidade à erosão do solo da zona de amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira.

Neste contexto, a hipótese deste trabalho é:

As áreas do entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira são em sua maioria vulneráveis ao processo de uso e ocupação do solo.

## **5.2 Desenvolvimento**

### **5.2.1 Área de Estudo**

O Parque Estadual Turístico do Alto da Ribeira (PETAR) está localizado no Vale do Rio Ribeira de Iguape, região sul-sudeste do Estado de São Paulo, entre o Planalto Atlântico e a Baixada Costeira (KARMAN, 2000) e abrange parte dos municípios de Iporanga (27.352 ha) e Apiaí (8.360 ha). O PETAR possui 35.712 ha de Mata Atlântica (ANDERSSON, 2000; CUNHA, GUSSON, 2008) distribuída principalmente sobre Cambissolos e Latossolos profundos (LEPSCH et al, 1990) formados a partir de rochas metamórficas do Grupo Votuverava (CAMPANHA et al. 1987, CAMPANHA, 1991; CAMPANHA, SADOWSKI 1999; SHIMADA et al, 1999). O PETAR apresenta um sistema hídrico subterrâneo complexo (SALLUN, SALLUN, 2009). O clima da região é uma transição entre o clima quente das latitudes baixas e o clima temperado mesotérmico das latitudes médias (KARMANN, FERRARI, 2000).

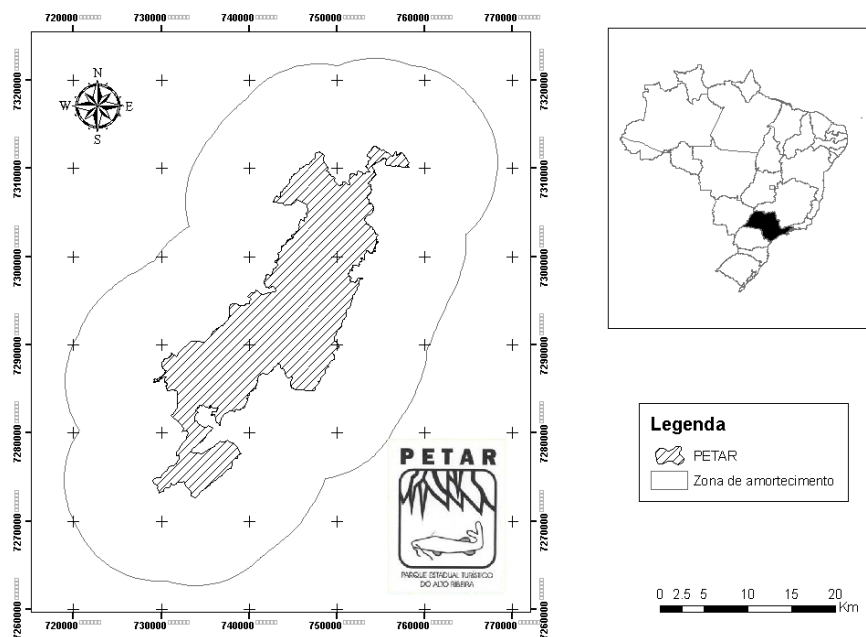


Figura 16 - Imagem com a localização do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira e sua Zona de Amortecimento

### 5.2.2 Materiais

Para a confecção dos mapas temáticos foram utilizados, o mapa geológico (CAMPANHA, SADOWSKI 1999), mapa pedológico (LEPSCH et al, 1990), a carta planialtimétrica (INSTITUTO FLORESTAL, 2008), o mapa de vegetação (IBAMA, 2005), os dados pluviométricos da região do Alto Ribeira (LEPSCH et al, 1990) e a imagem de satélite Landsat-7, ano de 2010 obtida no site do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE). Para o processamento dos dados foi utilizado o programa ArcGIS e eCognition.

### 5.2.3 Metodologia

A metodologia utilizada para integração dos aspectos físicos e biológicos foi o Zoneamento Ecológico-Econômico (CREPANI, 1996, 2001) que tem como princípio o conceito de Ecodinâmica (TRICART, 1977). De acordo com o conceito de Ecodinâmica no ambiente predominam processos de morfogênese ou pedogênese. Estes processos podem ser medidos

através do estudo integrado das variáveis físicas e biológicas que compõem a paisagem (geologia, geomorfologia/declividade, solo, vegetação, cobertura e uso do solo), o resultado é o mapa de vulnerabilidade da paisagem à erosão (CREPANI, 1996, 2001).

A cada um dos temas utilizados para calcular a vulnerabilidade a erosão existem parâmetros específicos aos quais são atribuídos um grau de vulnerabilidade à erosão que variam entre 1 a 3 (CREPANI, 1996, 2001; SANTOS, SOBREIRA, 2008). Os graus de vulnerabilidade são classificados em estável, medianamente estável, moderadamente estável/vulnerável, medianamente vulnerável e vulnerável (CREPANI, 1996, 2001).

Para este estudo foram elaborados seis mapas temáticos (geologia, geomorfologia/declividade, solo, vegetação, microbacias hidrográficas, cobertura e uso do solo) de acordo com os aspectos ambientais da área do entorno do PETAR. Para cada tema foi determinado o grau de vulnerabilidade da paisagem à erosão de acordo com parâmetros específicos de cada variável (CREPANI, 1996, 2001).

Para a variável clima, a erosividade foi avaliada a partir da intensidade pluviométrica, ou seja, a pluviosidade média anual (mm) dividida pela duração do período chuvoso. Os valores de intensidade pluviométricas (LEPSCH et al, 1990) e as respectivas classes de vulnerabilidade estão na tabela 10 abaixo.

Tabela 10 - Valores e classificação da intensidade pluviométrica

Intensidade Pluviométrica (mm/ano)	Vulnerabilidade	Classe
0 - 125	1.0 -1.3	Estável
125 - 225	1.4 - 1.7	Moderadamente estável
225 - 350	1.8 - 2.2	Medianamente estável/vulnerável
350 - 450	2.3 - 2.6	Moderadamente vulnerável
> 450	2.7 - 3.0	Vulnerável

Fonte: Crepani, 2001.

O parâmetro considerado para a análise da variável geológica foi a resistência das rochas a denudação, sendo que o grau de coesão das rochas é um fator importante na predominância de processos de relevo/morfogênese ou nos processos de intemperismo e formação de solos/pedogênese. Enquanto que em rochas pouco coesas prevalecem os processos de morfogênese em rochas mais coesas prevalecem os processos de pedogênese (CREPANI, 2001). Os valores de vulnerabilidade (Tabela 11) das rochas do entorno do parque foram determinados

com base nos dados existentes (CAMPANHA et al. 1987, CAMPANHA, 1991; CAMPANHA, SADOWSKI 1999).

Tabela 11 - Valores e classificação da vulnerabilidade das rochas

Rochas	Instabilidade	Classe
Quartzitos	1	Estável
Metagranito	1.1	
Granito	1.1	
Epidioritos e Metabasitos	1.5	Moderadamente
Hornfels	1.7	Estável
Micaxistos	1.7	
Filito	2.1	Medianamente
Filito, micaxisto, quartzo-micaxisto	2.1	Estável/Vulnerável
Filonianos	2.1	
Mármore	2.3	Moderadamente
Metarenito	2.4	Vulnerável
Metarenito, ardósia, filitos	2.4	
Metaconglomerados polímitocos, oligomítivos	2.5	
Metabrechas	2.5	
Carbonato xisto	2.9	Vulnerável
Calciossilicatadas	2.9	
Carbonato filito	2.9	

Fonte: Campanha et al, 1987; Campanha, 1991; Campanha, Sadowski, 1999 e Crepani 2001.

A geomorfologia/declividade refere-se a inclinação do terreno em relação ao horizonte (CREPANI, 2001). A declividade foi obtida no software ArcGIS através da altimetria e a inclinação foi expressa em porcentagem (Tabela 12) e classificada de acordo a sua instabilidade (CREPANI, 2001).

Tabela 12 – Valores e classificação da declividade

Declividade	Instabilidade	Classe
< 2%	1	Estável
2 - 6%	1.5	Moderadamente Estável
6 - 20%	2	Medianamente Estável/Vulnerável
20 - 50%	2.5	Moderadamente Vulnerável
>50%	3	Vulnerável

Para a variável solo, o grau de instabilidade foi baseado nas características morfológicas e na erodibilidade de cada solo. O mapa de solos foi elaborado com base no Mapa de Solos do Macrozoneamento da Região do Ribeira (LEPSCH et al, 1990) e complementado com as informações obtidas no campo, nas análises químicas e físicas e nas descrições morfológicas. As classes de solos encontradas e seus respectivos graus de vulnerabilidade foram determinadas conforme pode ser visto na tabela 13.

Tabela 13 - Valores e classificação dos solos

Solos	Instabilidade	Classes
Latosolo Vermelho Amarelo	1	Estável
Argissolo Vermelho Amarelo		Medianamente
Chernossolo Háplico	2	Estável/Vulnerável
Nitossolo Vermelho		
Cambissolo Háplico	2.5	Moderadamente Vulnerável
Neossolo Litólico	3	Vulnerável
Gleissolo Háplico		

Para a variável vegetação a densidade da cobertura vegetal foi o parâmetro medido. Quanto maior for a densidade da vegetação mais o solo estará protegido dos agentes erosivos. Por isso altas densidades de cobertura vegetal são mais estáveis que baixas densidades. A vulnerabilidade das diversas formações vegetais presentes no entorno do parque estão descritas no quadro abaixo.

Tabela 14 - Valores e classificação das formações vegetais

Vegetação	Instabilidade	Classes
Floresta Ombrófila densa alto-montana	1	Estável
Floresta Ombrófila densa montana		
Floresta Ombrófila densa submontana		
Floresta Ombrófila mista montana		
Vegetação secundária inicial	2	Medianamente Estável/Vulnerável
Formação pioneira com influência fluvial e/o lacustre	2.5	Moderadamente Vulnerável

Para as áreas onde a cobertura vegetal foi substituída por atividades antrópicas, foi gerado um segundo plano de informação de classes de uso do solo. Para as classes de uso e ocupação do solo (Tabela 15) os parâmetros considerados foram densidade de cobertura do solo e a técnica de cultivo, quando se tratavam de áreas agrícolas (ROSS, 1994).

Tabela 15 - Valores e classificações dos usos do solo

Uso solo	Proteção do solo	Instabilidade	Classe
Florestas e matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade.	Muito Alto	1	Estável
Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrados denso, capoeira, capoeira densa), mata homogênea de Pinus densa, pastagens cultivadas com baixo pisoteio do gado, cultivo de ciclo longo adensado.	Alto	1.5	Moderadamente estável
<b>Áreas urbanas</b>			
Culturas de ciclo longo em curvas de nível/ terraceamento com forrageiras entre ruas, pastagem com baixa pisoteio, silvicultura de eucalipto com subbosque de nativas.	Médio	2	Medianamente estável/vulnerável
Culturas de ciclo longo de baixa densidade, culturas de ciclo curto com cultivo em curvas de nível e terraceamento.	Baixo	2.5	Moderadamente vulnerável
Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solos exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagem, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas	Muito baixo	3	Vulnerável
<b>Áreas de extração de minérios</b>			

A variável microbacia hidrográfica não está presente na metodologia empregada (CREPANI, 2001). Entretanto está é uma variável importante a ser considerada nos estudos de vulnerabilidade ambiental de zonas de amortecimento. As microbacias hidrográficas são as principais vias de entrada de sedimentos e poluentes para dentro do bioma protegido. As áreas que abrange as microbacias hidrográficas cujos cursos d'água drenam para dentro do parque foram consideradas como de alta vulnerabilidade à erosão, ou seja igual a 3 e classificadas como vulnerável.

Cada tema que compõem as Unidades Territoriais básicas foi analisado individualmente, o mapa de vulnerabilidade à erosão é resultante da média aritmética da soma dos valores individuais de cada tema em cada UTB. A integração dos dados prevê como resposta 21 classes de vulnerabilidade à erosão, distribuídas entre as situações de predomínio dos processos de pedogênese (às quais se atribuem valores próximos a 1), situações de predomínio da morfogênese (às quais se atribuem valores próximos a 3) e situações intermediárias (valores próximos a 2) onde não há predomínio de nenhum dos dois processos. As 21 classes estão representadas na tabela abaixo.

Tabela 16 - As 21 classes de vulnerabilidade à erosão

Média	Grau de instabilidade
3	
2.9	Vulnerável
2.8	
2.7	
2.6	Moderadamente vulnerável
2.5	
2.4	
2.3	
2.2	Medianamente estável/vulnerável
2.1	
2	
1.9	
1.8	Moderadamente estável
1.7	
1.6	
1.5	
1.4	Estável
1.3	
1.2	
1.1	
1	

Nesta escala os valores que apresentam maior estabilidade são representadas pelos valores próximos a 1, enquanto que as de menor estabilidade são representadas pelos valores próximos a 3 e as estabilidades intermediárias pelos valores próximos a 2.

### 5.3 Considerações finais

#### 5.3.1 Resultados

A vulnerabilidade da paisagem à erosão (CREPANI 1996, 2001) foi estimada pela combinação dos aspectos de geomorfologia/declividade, vegetação, pedologia, clima, geologia, cobertura e uso do solo e microbacias hidrográficas. Foram elaborados seis mapas temáticos (Figura 17) com cada um dos critérios descritos acima.



O mapa de geomorfologia/declividade foi dividido em seis classes de declividade sendo 2, 6, 20, 50 e >50 os limites de cada classe. Que correspondem respectivamente a 4.62%, 6.82%, 37.54%, 44.74% e 6.28%, da área estudada.

No entorno do parque foram identificadas seis formações florestais diferentes, Floresta Ombrófila Densa alto-montana, Floresta Ombrófila Densa montana, Floresta Ombrófila Densa submontana, Floresta Ombrófila Mista montana, Formação Pioneira com Influência Fluvial e/ou Lacustre e Vegetação Secundária Inicial que correspondem respectivamente 3.20%, 66.12%, 29.17%, 0.51%, 0,01% e 0,99% da área estudada.

No aspecto pedológico os principais solos interpretados (LEPSCH et al, 1990) e descritos no entorno do parque foram Latossolo Vermelho Amarelo (62.57%), Nitossolo Vermelho (1.16%), Cambissolo Háplico (17.16%), Neossolo Litólico (7,63%), Gleissolo Háplico (1,97%), Chernossolo Háplico (0,37%), Argissolo Vermelho Amarelo (9,11%).

A geologia da área foi caracterizada por rochas granitóides que cortam os mármore e metacalcários da região (CAMPANHA et al. 1987, CAMPANHA, 1991; CAMPANHA, SADOWSKI 1999). A estrutura geológica apresenta características peculiares devido a dissolução aleatória das rochas, ao fraturamento e as descontinuidades litológicas da região (SALUN, SALUN 2009), o que resulta em um sistema frágil onde das dezessete rochas e/ou associações entre rochas, nove tem grau de vulnerabilidade à erosão mediantemente estável/vulnerável, cinco moderadamente vulnerável e três são vulneráveis a erosão.

No entorno do PETAR estão as nascentes de quatro microbacias hidrográficas cujas águas drenam para dentro do parque. As microbacias hidrográficas são as dos rios Betari (25.58%), Iporanga (22.32%), Pescaria (11.41%) e Pilões (40.67%). Estas microbacias juntas ocupam 39.16% da área estudada. O principal uso do solo do entorno do parque é a agricultura de pequena escala com 90% de abrangência, entretanto a atividade de maior impacto desenvolvida no entorno do parque é a mineração com 0,3% (Capítulo 4).

## Características do entorno do PETAR

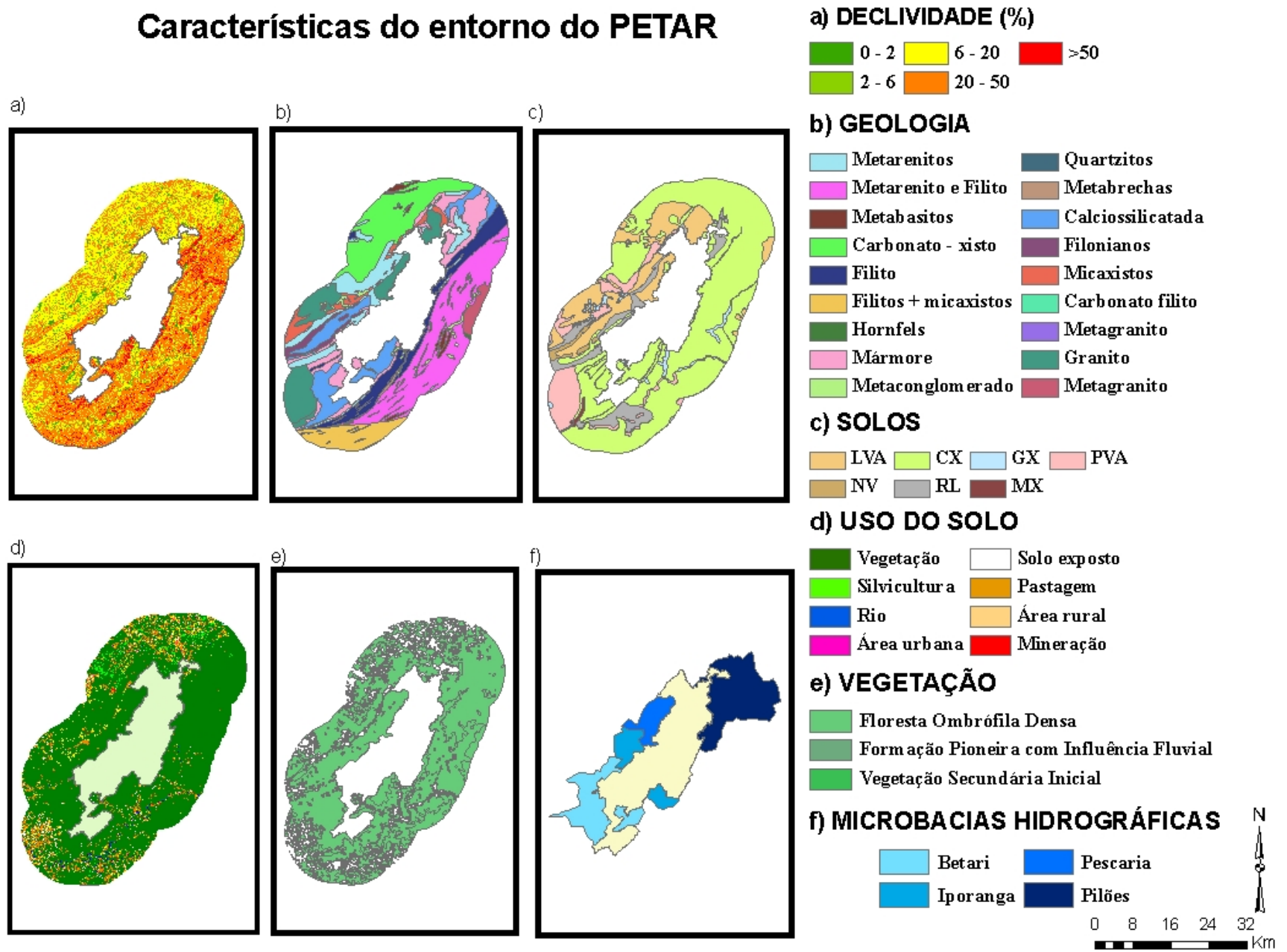


Figura 17 - Características do entorno do PETAR: a)Declividade;b)Geologia;c)Solos;d)Uso do solo;e)Vegetação;f)Microbacias

As regiões mais altas com altitudes superiores a 700m possuem clima “Cfb” o qual é definido como mesotérmico úmido, sem estiagem, enquanto que as altitudes mais baixas que 700m possuem clima “Cfa”, tropical úmido, sem estação seca (LEPSCH et al, 1990). A variável climática foi considerada de vulnerabilidade à erosão igual a 3, portanto “vulnerável” para toda a região estudada.

### 5.3.2 Discussão

A vulnerabilidade da paisagem à erosão da área estudada foi avaliada utilizando os seis mapas temáticos apresentados mais a variável clima. A partir da avaliação integrada entre os elementos do meio físico e biológico do entorno do Petar, têm-se que 16% do entorno do PETAR apresenta-se na condição “Vulnerável”, 17% apresenta-se em condição “Medianamente estável/vulnerável”, 63% apresenta-se “Moderadamente estável”, e menos de 1% apresenta-se em condição “Estável”.

As áreas de vulnerabilidade ao processo erosivo consideradas “vulnerável”, são as que estão dentro das microbacias hidrográficas (81% da área pertencente as microbacias hidrográficas). Estas áreas apresentam maior potencial erosivo devido a presença de rochas de alta coesão – rochas carbonáticas, calciossilicatadas, metarenitos – na maior parte de sua extensão (CAMPANHA et al. 1987, CAMPANHA, 1991; CAMPANHA, SADOWSKI 1999), além disso esta região apresenta um relevo declivoso com mais de 20% de declividade associado a presença de solos pouco desenvolvidos e hidromórficos – Neossolos e Gleissolos. Tais áreas são impróprias para a agricultura, pastagens ou silvicultura (LEPSCH et al, 1990), sendo ideais para o abrigo de espécies de fauna e flora silvestres.

As áreas com vulnerabilidade “medianamente estável/vulnerável” são as áreas onde a vegetação foi substituída por atividades antrópicas. São áreas onde as características físicas são mais propícias para o desenvolvimento da agricultura. Os solos dessa região são solos profundos – Latossolos, Argissolos e Cambissolos, entretanto nem todos apresentam uma boa permeabilidade, o que facilita o acúmulo de água em superfície e conseqüentemente o processo erosivo. O relevo é ondulado mas pouco dissecado, o que possibilita a utilização de implementos agrícolas de baixa tecnologia, seriam necessárias práticas complexas de conservação e ou melhoramento do solo para garantir a produtividade dessas áreas por longos períodos. Entretanto as técnicas agrícolas atuais utilizadas não são as ideais para esta região, as áreas de cultivos são

desmatadas e os solos expostos por arado ou gradeação, nestas áreas prevalecem culturas de ciclo curto como tomate, arroz e milho.

As áreas de vulnerabilidade à erosão “moderadamente estáveis” estão fora da área das microbacias hidrográficas, mas ainda possuem cobertura vegetal densa – Floresta Ombrófila. Nestas áreas predominam os solos mais profundos e de boa drenagem – Latossolos e Nitossolos. No aspecto geológico sobressaem os granitos e metabasitos, rochas de alta coesão. O relevo é ondulado mas pouco dissecado, as escarpas não estão presentes nessa região. Acredita-se que a variável de maior peso para a estabilidade destas áreas seja a vegetação densa que funciona como um manto protetor do solo.

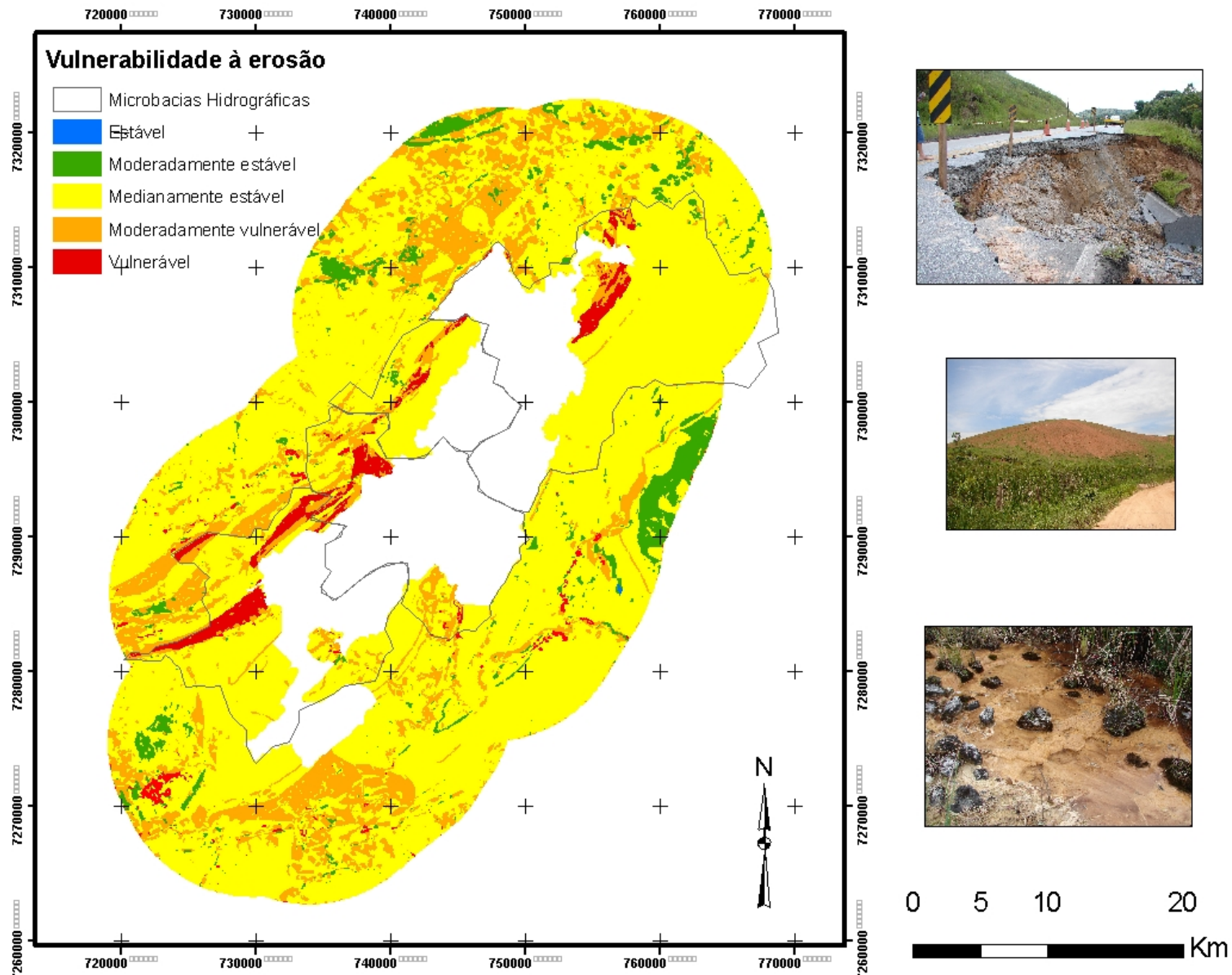


Figura 18 - Vulnerabilidade à erosão do entorno do PETAR

O conhecimento dos processos ecodinâmicos (TRICARTT, 1977) que atuam no entorno das unidades de conservação permite orientar as atividades a serem desenvolvidas dentro da zona de amortecimento do parque, de maneira a evitar agressões irreversíveis a área protegida e obter maior produtividade nas áreas já ocupadas, além de dirigir ações corretivas às áreas onde o uso inadequado do solo provoca consequências desastrosas para o ambiente. Estas informações são necessárias quando se pensa na gestão estratégica do uso do solo do entorno de unidades de conservação.

As zonas de amortecimento foram criadas para mitigar, reduzir ou filtrar os impactos ambientais causadas pelas atividades humanas executadas fora do limite das unidades de conservação, entretanto nenhuma diretriz de uso e ocupação do solo foi criada para que este objetivo fosse atingido. O estudo de vulnerabilidade à erosão da zona de amortecimento do PETAR, aponta as áreas com maior e menor potencial erosivo (Figura 18), as áreas de maior vulnerabilidade à erosão (“moderadamente vulneráveis” e “vulneráveis”) são as regiões que compõem as microbacias hidrográficas, cujos cursos drenam para dentro do parque, estas regiões são áreas prioritárias a conservação e devem estar inseridas em programas e projetos de conservação do entorno do parque. Tais áreas são impróprias para a ocupação humana, o uso e a ocupação do solo nestas regiões tem impacto direto sobre a qualidade do bioma protegido.

Nas zonas de amortecimento o uso e ocupação do solo podem ocorrer desde que não haja prejuízos para área de preservação de interesse. O estudo de vulnerabilidade à erosão aponta as áreas com menor potencial erosivo “estáveis” e “moderadamente estáveis”, as quais podem suportar atividades econômicas destinadas ao desenvolvimento sustentável dessa região. Como atividades sustentáveis poderiam ser estabelecidos coletas de sementes de plantas nativas para a produção de mudas em viveiros. Uma atividade sustentável e de bons ganhos financeiros.

### 5.3.3 Conclusão

A análise integrada dos aspectos físicos, biológicos e sociais do ambiente e suas relações interdependentes no entorno de unidades de conservação é uma importante ferramenta de gestão ambiental para unidades de conservação. O estudo da vulnerabilidade à erosão do solo do entorno do PETAR apontou as áreas potenciais à recuperação, preservação e uso do solo que devem compor ou não a zona de amortecimento do parque. Espera-se que este estudo sirva de orientação

para um planejamento estratégico da zona de amortecimento do PETAR e das demais áreas preservadas no Brasil e no mundo.

#### 5.3.4 Conclusão geral.

As hipóteses gerais do trabalho serão discutidas com base também nos resultados obtidos nos capítulos anteriores.

a) a presença da zona de amortecimento é essencial para a proteção de UCs.

A conservação da biodiversidade, através das unidades de conservação é essencial para a preservação dos recursos naturais, melhoria na qualidade de vida da sociedade e minimização dos problemas oriundos da crise ambiental. A megabiodiversidade do Brasil confere-lhe uma responsabilidade ainda maior na proteção de seus biomas. Entretanto são muitos os desafios e as dificuldades para a implementação e manutenção das unidades de conservação no Brasil. As unidades de conservação apresentam um alto grau de vulnerabilidade sendo afetadas por diversos tipos de pressões e ameaças, o que tem gerado sérios problemas à conservação da biodiversidade.

O planejamento estratégico do uso e ocupação do solo do entorno das unidades de conservação são imprescindíveis na manutenção da qualidade do bioma protegido. Uma má gestão do entorno compromete a preservação das unidades de conservação. A zona de amortecimento é um instrumento necessário para assegurar a qualidade das unidades de conservação no Brasil para que não se transformem em ilhas de biodiversidade inseridas em uma matriz de ocupação.

As zonas de amortecimento de nada adiantam se as características da circunvizinha das unidades de conservação não forem levados em consideração nos planos de manejo elaborados. No caso do PETAR os dez quilômetros propostos como tamanho para a zona de amortecimento, são suficientes para a preservação do parque. Os dez quilômetros foram considerados eficazes porque, abrangeram as principais microbacias hidrográficas dos rios cujas águas drenam para dentro do parque e conectou o parque com o Parque de Intervalos e com fragmentos próximos, aumentando a matriz florestal do parque.

Acredita-se que mais eficaz que a delimitação do tamanho das zonas de amortecimentos, seja o planejamento do uso do solo das áreas do entorno de acordo com as características locais. O ordenamento territorial do entorno das unidades de conservação deve

estar previsto nos plano de manejo e deve servir como critério nos pareceres e decisões dos gestores e políticos. Na ausência de tais informações decisões quanto a implementação de atividades de alto impacto devem ser prorrogadas.

b) a largura da zona de amortecimento é definida em função dos limites geomorfológicos das principais bacias hidrográficas e da gravidade e extensão dos processos de degradação dos biomas regionais.

Cada unidade de conservação está inserida em um único ambiente. As características do meio devem ser consideradas na implementação da zona de amortecimento. O entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira é de grande complexidade física, principalmente devido a sua geologia, geomorfologia e rede hidrológica. Considerar um raio de 10 quilômetros como tamanho da zona de amortecimento sem que tais características sejam analisadas pode não garantir a preservação da unidade de conservação.

A zona de amortecimento de 10 quilômetros ao redor do PETAR é adequada para garantir a qualidade do parque, porque esse raio engloba além do divisor de água – limite geomorfológico, os principais fragmentos no entorno do parque e as áreas de maior vulnerabilidade à erosão. A região possui uma complexa rede hidrológica subsuperficial, sendo que a manutenção do raio 10 quilômetros é necessária, apenas podendo ser contextada se estudos futuros sobre a rede hidrológica subsuperficial comprovarem que os usos do solo exercidos além dos limites das principais microbacias nada interferem na qualidade e nas características das águas que drenam para o parque.

O entorno do parque apresenta ainda uma matriz vegetal densa, devido a instabilidade ambiental da região, seria fundamental que fosse mantido assim. Caso a retirada da cobertura vegetal seja inevitável, esperasse que a legislação e orientações técnicas de conservação do solo e da água sejam empregadas nos projetos de engenharia, garantido a integridade ambiental e social do entorno.

c) os critérios do uso do solo da zona de amortecimento definem áreas de ocupação distintas baseadas nos diferentes níveis de degradação ambiental.

As unidades de conservação apresentam um alto grau de vulnerabilidade sendo afetadas por diversos tipos de pressões e ameaças, o que tem gerado sérios problemas à conservação da biodiversidade. O planejamento estratégico do uso e ocupação do solo do entorno



das unidades de conservação são imprescindíveis na manutenção da qualidade do bioma protegido. Uma má gestão do entorno compromete a preservação das unidades de conservação. O entorno do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira é um ambiente frágil, a preservação dessa área é fundamental para a conservação do parque, entretanto na hipótese de ocorrer o desmatamento esse deve ocorrer através de estudos mais aprofundados exigidos pelos gestores ambientais dessa área.

## Referências

ARAÚJO, M.A.R. **Unidades de conservação no Brasil: da república à gestão de classe mundial**. Belo Horizonte: SEGRA, 2007. p. 272.

BAATZ, M.; SCHÄPE, A. Multiresolution segmentation - an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: STROBL, J. et al. (Hrsg.): **Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII**. Beiträge zum AGIT-SYMPOSIUM SALZBURG, KARLSRUHE, Herbert Wichmann Verlag: 12-23. 2000. 2000. Disponível em: [www.definiens.com](http://www.definiens.com). Acesso em: out. 2010.

BECKER, B.K.; EGLER, C.A.G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico econômico pelos estados da Amazônia** Legal. Brasília: MMA/SAE, 1997. 43p.

BRESOLIN, M. C. **Iguazu National Park's buffer zone management in the city of Céu Azul – PR**, 2002. 55p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. **“Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico”**. São José dos Campos, INPE, 1996.103p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.; BARBOSA, C.. **“Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico- econômico e ao ordenamento territorial”**. São José dos Campos: INPE, 2001.103p.

DUTRA-LUTGENS, H. **Caracterização ambiental e subsídios para o manejo da zona de amortecimento da estação experimental e ecológica de Itirapina**, 2000. [s.n.] p. Dissertação (Centro de Estudos Ambientais) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA 2002. **Roteiro Metodológico de Planejamento** – Brasília: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica, IBAMA/MMA, 2002. 136.p

LEPSCH, I.F.; SARAIVA R.I.; DONZELI, L.P.; MARINHO A.M.; SAKAI, E.; GUILLAUMON, R.J; PFEIFER, M.R.; MATTOS, A.F.I.; ANDRADE, J.W.; SILVA E.F.C. Macrozoneamento das terras a região do Ribeira de Iguape. Campinas: Instituto Agrônômico, 1990. 2 mapas, 181p. ( Boletim Científico)

KARMANN I, FERRARI J.A. **Cartes e cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**, sul do estado de São Paulo. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil, v.43, p. 401-413, 2000.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia, ambiente e planejamento. São Paulo: Ed. Contexto, 1990. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p.63-74, 1994.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia e Geografia Aplicadas a Gestão Territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental**. 2001. 322p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – FFLCH, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2001.

SALLUN, A.E.M., SALLUN W. Geologia em planos de manejoÇ subsídios para zoneamento ambiental do parque estadual intervalas (PEI), Estado de São Paulo. São Paulo, UNESP. **Geociências**, Rio Claro, v. 28, n. 1, p. 91-107, 2009.

SÁNCHEZ, R.O.; SILVA, T.C. da. Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem. **Cadernos de Geociências**, Rio de Janeiro, n.14, p.47-53, abr/jun., 1995.

SANTOS, R.F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo. Oficina de textos, 2004. 184p.

TAMBOSI, R.L. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para a criação da zona de amortecimento - SP**. 2008. 10p. Dissertação de (Mestrado na área de Ciências Ambientais) – Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

WWF. **Unidade de Conservação: conservando a vida, os bens e os serviços ambientais** – SP. WWF, 2008. p.1-22.