

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Estratificação e Caracterização Ambiental da Área  
de Preservação Permanente do Rio Guandu, RJ**

**Samara Salamene**

**2007**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**ESTRATIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA  
DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO GUANDU, RJ**

**SAMARA SALAMENE**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Márcio Rocha Francelino**

*e Co-orientação do Professor*  
**Ricardo Valcarcel**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de **Mestre em Ciências**, no  
Curso de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais e Florestais,  
Área de Concentração Conservação  
da Natureza

Seropédica, RJ  
Abril de 2007

363.70098153 Salamene, Samara, 1981-  
S159e           Estratificação       e       caracterização  
T               ambiental da Área de Preservação Permanente  
              do rio Guandu, RJ / Samara Salamene. -  
              2007.  
              67 f. : il.

              Orientador: Márcio Rocha Francelino.  
              Dissertação (Mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto  
de Florestas.

              Bibliografia: f. 61-67.

              1. Degradação ambiental, Guandu, Rio -  
Teses. 2. Matas ripárias, Guandu, Rio -  
Teses. 3. Desmatamento, Guandu, Rio -  
Sensoriamento remoto - Teses. I.  
Francelino, Márcio Rocha, 1966- II.  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Instituto de Florestas. III.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**SAMARA SALAMENE**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/04/2007

---

Márcio Rocha Francelino. Prof. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

João Luiz Lani. Prof. Dr. UFV

---

Silvio Nolasco de Oliveira Neto. Prof. Dr. UFRRJ

A todos que lutam incansavelmente pela  
proteção à natureza,

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar minha jornada até aqui. Acredito que Ele colocou no meu caminho todas as pessoas que irei citar a seguir.

A toda minha família, por sempre me apoiarem, em especial a minha querida mãe Rosalina Jacinta da Silva, minha maior incentivadora.

Ao meu companheiro Leandro Azevedo Santos, por ter sido, nos últimos anos, a pessoa com quem mais pude contar.

Ao Prof. Márcio Rocha Francelino, pela orientação e confiança que sempre depositou em mim, além de seus ensinamentos, conselhos, motivação, ajuda no campo e em tudo que fosse preciso.

Ao Prof. Ricardo Valcarcel, por idealizar esse trabalho e pelo carinho com que sempre me recebeu em seu laboratório.

À ex-colega de turma - e agora Mestre - Aiga Jucy Fushchuber da Silva Caldas, pelos conselhos valiosos que me deu desde o início do projeto.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ (CPGCAF), na pessoa do professor Roberto Carlos Costa Lelis (coordenador), pela atenção que sempre me dispensaram.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fomento.

Ao Ministério Público e à Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro, na pessoa de Rogério de Lima e Silva Caldas, por disponibilizarem as aerofotos digitais e concederem helicóptero e pilotos para o sobrevôo no rio Guandu.

À Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE), por autorizarem os trabalhos de campo na ilha do Guandu.

Ao Núcleo de Estudo do Planejamento e Uso da Terra (NEPUT), do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, pela utilização dos softwares ArcView 3.2a e ArcMap 9.0.

À discente do curso de Engenharia Florestal da UFRRJ, Mariani Silva de Araújo, pela grande disposição em me auxiliar nos trabalhos de campo.

Ao amigo e engenheiro agrônomo Alexandre Gabriel Christo, pela identificação do material botânico.

Aos professores Silvio Nolasco e João Luiz Lani, membros da banca, pelas importantes sugestões que muito contribuíram para a finalização desse trabalho.

À professora Maria Hilde de Barros Goes, por disponibilizar os mapas de solos e geomorfologia da Bacia Hidrográfica do rio Guandu.

À amiga Mariana Médice Firme Sá, pela amizade e auxílio com o geoprocessamento.

Aos professores Hugo Amorim, José de Arimatea Silva e Tokitika Morokawa, do Departamento de Silvicultura da UFRRJ, pelo apoio e prestatividade.

Aos amigos discentes do CPGCAF, em especial a Hulda Rocha, Henrique Trevisan, Julia Turques, Etiene Gomes, Glória Regina, José de Sá, Adriano Lopes, Marco Aurélio e Marcelo Dechamps, pelo grande apoio e momentos de alegria e descontração.

## BIOGRAFIA

Samara Salamene nasceu em 07 de fevereiro de 1981, no município de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. Filha de Paulo Salamene (*in memoriam*), corretor de imóveis, e de Rosalina Jacinta da Silva, pedagoga. No município de Caraguatatuba-SP, concluiu os Ensinos Fundamental e Médio, respectivamente em 1995 e 1998, na Escola Estadual Thomaz Ribeiro de Lima. Em 1999, ingressou no curso de graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e, em 2002, transferiu-se para o curso de Ciências Biológicas da mesma universidade. Durante a graduação, foi monitora de disciplina, bolsista de pré-iniciação científica (UFRRJ/CNPq) e de iniciação científica (CNPq e FAPERJ). Trabalhou nas áreas de ecologia da paisagem e conservação da biodiversidade. Obteve o título de Licenciada em Ciências Biológicas em março de 2004. Através de concursos públicos, atuou como professora de Ciências para o Ensino Fundamental nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Em 2005, concluiu o Bacharelado em Ciências Biológicas – Modalidade Ecologia, e ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ, nível mestrado, como bolsista da CAPES.

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

(Artigo 225 da Constituição Federal de 1988)



## RESUMO

SALAMENE, Samara. **Estratificação e caracterização ambiental da Área de Preservação Permanente do rio Guandu, RJ.** 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

Área de Preservação Permanente (APP) é uma faixa de proteção marginal de cursos d'água, estabelecida pela legislação. A presença da vegetação nativa nessa área é de extrema importância para a conservação dos recursos hídricos. O rio Guandu é a principal fonte de abastecimento de água da região metropolitana do Rio de Janeiro, atendendo a uma população de quase nove milhões de pessoas. Apesar de sua importância, enfrenta atualmente graves problemas ambientais, como a ocupação desordenada da sua APP. O objetivo principal desse trabalho foi realizar uma caracterização ambiental da APP no rio Guandu (RJ), através de aerofotos digitais não convencionais, bem como descrever e delimitar os principais ambientes existentes ao longo do rio e o grau de degradação de cada um deles. As aerofotos foram obtidas através de uma câmera fotográfica digital de pequeno formato, num vôo de helicóptero sobre o rio. As imagens foram agrupadas em mosaicos, georreferenciadas no ArcMap 9.0 e processadas no ArcView 3.2a. A APP do rio Guandu foi estratificada em quatro ambientes: Ambiente 1 (leito encaixado), Ambiente 2 (várzea fluvial), Ambiente 3 (planície aluvionar), Ambiente 4 (flúvio-marinho). Foram definidas nove classes de uso da terra na APP: agricultura, capoeira, mangue, mata, pastagem, restinga, solo exposto, urbano-industrial, várzea. Com base nos mapas de uso da terra, proximidade da área urbano-industrial e da área com vegetação nativa, foi gerado um mapa do grau de degradação de cada ambiente do rio Guandu. Foram escolhidos dois fragmentos florestais para um levantamento florístico e fitossociológico. As classes de uso antrópico ocuparam 68% da APP, sendo que a pastagem foi o uso da terra predominante (38%). O Ambiente 4 foi considerado o mais impactado, apresentando 51% de sua área com grau alto a muito alto de degradação, e o Ambiente 3 apresentou um melhor estado de conservação em comparação com os demais. Os fragmentos florestais representaram apenas 11,6% da área total da APP, e se encontram muito reduzidos quanto ao tamanho de suas áreas. As espécies mais comuns na área foram *Guarea guidonia*, *Peltophorum dubium* e *Casearia decandra*. Os resultados sugeriram que a predominância de cultivos e pastagens, a proximidade de grandes centros urbanos e a área de floresta muito reduzida podem comprometer a qualidade desse importante manancial.

**Palavras-chave:** mata ciliar, uso da terra, degradação, aerofotos não-convencional, geoprocessamento.

## ABSTRACT

SALAMENE, Samara. **Environmental stratify and characterization of Permanent Preservation Area in Guandu River, Rio de Janeiro State, Brazil.** 2007. 67f. Dissertation (Master Science in Environment and Forest Science). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

The Permanent Preservation Areas (APP) is a riparian forest, although protected by the actual legislation for, are devastated in Brazil. Its preservation is very important for hydric resources conservation. The Guandu River is the main water provision source in Rio de Janeiro metropolitan area, assisting a population about nine million people. Although this, the river has serious environmental problems now. This study objectived to do an environmental characterization in APP of Guandu River, Rio de Janeiro State, Brazil, through digital aerial photographs, to describe the existent environments along the river and its degradation degree. The aerial photographs were obtained with a digital photographic camera of small format, in a flight on the river. The images were contained in mosaics, processed with the use of ArcMap 9.0 and ArcView 3.2a. The degradation degree map of each environment of Guandu River was based in land use, urban-industrial and native vegetation proximity maps. Two forest fragments were chosen for a floristic and plant sociology studies. Ten land use classes and four different environments were defined on APP: Environment 1 (fitted valley), Environment 2 (floods), Environment 3 (aluvionar plain), Environment 4 (marine influenced). In general, the land uses that prevailed were pasture and agriculture. The Environment 4 was considered the more impacted, presenting 51% of its area with high to very high degradation degree, and the Environment 3 presented a better conservation state in comparison with the others. The forest fragments represented only 11,6% of total APP, and they presented very reduced sizes. The most common species in area were *Guarea guidonia*, *Peltophorum dubium* and *Casearia decandra*. These results suggest that the cultivations and pastures predominance, the urban centers proximity and area very reduced forest, can damage the quality of this important water source.

**Key words:** riparian forest, land use, degradation, no-conventional aerial photographs, geoprocessing.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Largura da Área de Preservação Permanente (APP), estabelecida pela legislação ...	5
<b>Tabela 2.</b> Rios constituintes da Bacia Hidrográfica do rio Guandu, RJ .....	10
<b>Tabela 3.</b> Identificação das principais fontes poluidoras na Bacia Hidrográfica do rio Guandu .....	15
<b>Tabela 4.</b> Cobertura vegetal por município da MRA-2 .....	19
<b>Tabela 5.</b> Descrição dos usos da terra definidos para a APP do rio Guandu, RJ .....	22
<b>Tabela 6.</b> Pesos atribuídos para cada classe dos temas relacionados ao uso da terra, de acordo com o nível de degradação ambiental.....	23
<b>Tabela 7.</b> Classificação do grau de degradação das áreas de acordo com o índice gerado pela soma dos pesos nos três temas relacionados ao uso da terra .....	24
<b>Tabela 8.</b> Parâmetros fitossociológicos calculados e suas respectivas equações .....	26
<b>Tabela 9.</b> Uso da terra na Área de Preservação Permanente do rio Guandu, RJ.....	27
<b>Tabela 10.</b> Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com vegetação nativa .....	29
<b>Tabela 11.</b> Principais características de cada ambiente do rio Guandu, RJ.....	31
<b>Tabela 12.</b> Famílias e espécies arbóreas encontradas na mata ciliar do rio Guandu, RJ, ambiente em que ocorrem e grupo ecológico.....	32
<b>Tabela 13.</b> Uso da terra na Área de Preservação Permanente do Ambiente 1 (leito encaixado) do rio Guandu, RJ .....	36
<b>Tabela 14.</b> Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com mata, no Ambiente 1 da APP do rio Guandu, RJ.....	36
<b>Tabela 15.</b> Uso da terra na Área de Preservação Permanente do Ambiente 2 (várzea fluvial) do rio Guandu, RJ.....	39
<b>Tabela 16.</b> Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com mata, no Ambiente 2 da APP do rio Guandu, RJ.....	42
<b>Tabela 17.</b> Uso da terra na Área de Preservação Permanente do Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ .....	45
<b>Tabela 18.</b> Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com mata, no ambiente 3 da APP do rio Guandu, RJ.....	45
<b>Tabela 19.</b> Parâmetros fitossociológicos analisados na comunidade vegetal do Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ .....	48
<b>Tabela 20.</b> Uso da terra na APP do Ambiente 4 do rio Guandu, RJ.....	53
<b>Tabela 21.</b> Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com vegetação nativa, no Ambiente 4 da APP do rio Guandu, RJ.....	53
<b>Tabela 22.</b> Parâmetros fitossociológicos analisados na comunidade vegetal do Ambiente 4 (flúvio-marinho) do rio Guandu, RJ .....	56

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Macrorregiões Ambientais do Estado do Rio de Janeiro (Fonte: SEMADS, 2001a).	7
<b>Figura 2.</b> Localização da Bacia Hidrográfica do rio Guandu na Macrorregião Ambiental da Bacia Contribuinte à Baía de Sepetiba (MRA-2).	8
<b>Figura 3.</b> Localização geográfica dos principais afluentes da Bacia Hidrográfica do rio Guandu, RJ (Modificado de CAMPOS & AZEVEDO, 2002).	9
<b>Figura 4.</b> Perda de biotas por retificação de rios (Fonte: BINDER, 1998).	11
<b>Figura 5.</b> Estação de Tratamento de Água do Guandu, no município de Nova Iguaçu, RJ (Fonte: SERBER, 2005).	13
<b>Figura 6.</b> Rio Guandu, com a formação da Lagoa do Guandu e os pontos de confluência com os rios dos Poços e Ipiranga (Fonte: SERBER, 2005).	14
<b>Figura 7.</b> Localização geográfica do rio Guandu no Estado do Rio de Janeiro.	17
<b>Figura 8.</b> Limites dos quatro ambientes existentes ao longo do rio Guandu, RJ.	20
<b>Figura 9.</b> Metodologia utilizada para medir a condutividade superficial da água no trecho final do Canal de São Francisco.	21
<b>Figura 10.</b> a) Acoplamento da câmera ao helicóptero e b) detalhe do equipamento.	22
<b>Figura 11.</b> Localização das áreas onde foi realizado o levantamento florístico e fitossociológico da mata ciliar do rio Guandu.	25
<b>Figura 12.</b> Tamanho dos fragmentos da mata ciliar do rio Guandu.	28
<b>Figura 13.</b> Relação entre área e perímetro dos fragmentos da mata ciliar do rio Guandu.	28
<b>Figura 14.</b> Fragmentos de mata ciliar nos quatro ambientes do rio Guandu, separados em classes de tamanho.	30
<b>Figura 15.</b> Perfil topográfico do rio Guandu, RJ, com os limites de abrangência dos seus quatro ambientes.	31
<b>Figura 16.</b> Curva do coletor para as espécies arbóreas amostradas no rio Guandu, RJ.	33
<b>Figura 17.</b> Ambiente 1 (leito encaixado) do rio Guandu, RJ.	34
<b>Figura 18.</b> Uso da terra no Ambiente 1 (leito encaixado) da APP do rio Guandu, RJ.	35
<b>Figura 19.</b> Grau de degradação da APP no Ambiente 1 (leito encaixado) do rio Guandu, RJ.	37
<b>Figura 20.</b> Ambiente 2 (várzea fluvial) do rio Guandu, RJ.	38
<b>Figura 21.</b> Uso da terra no Ambiente 2 (várzea fluvial) da APP do rio Guandu, RJ.	40
<b>Figura 22.</b> Grau de degradação da APP no Ambiente 2 (várzea fluvial) do rio Guandu, RJ.	41
<b>Figura 23.</b> Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ.	42
<b>Figura 24.</b> Lagoas formadas pela extração de areia no município de Seropédica, RJ, próxima ao leito do rio Guandu.	43
<b>Figura 25.</b> Uso da terra no Ambiente 3 (planície aluvionar) da APP do rio Guandu, RJ.	44
<b>Figura 26.</b> Grau de degradação da APP no Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ.	46
<b>Figura 27.</b> Representatividade das famílias de acordo com o número de indivíduos no Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ.	47
<b>Figura 28.</b> Indivíduos por classes de DAP e altura, no fragmento de mata ciliar do Ambiente 3 do rio Guandu, RJ.	49
<b>Figura 29.</b> Perfil da vegetação no Ambiente 3, de acordo com a distância da margem do rio e com os dados de número de indivíduos, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das plantas.	49

<b>Figura 30.</b> Representação gráfica dos resultados obtidos na análise de componentes principais (PCA) para os dados da comunidade vegetal amostrada no Ambiente 3 do rio Guandu, RJ. ....	50
<b>Figura 31.</b> Ambiente 4 (flúvio-marinho) do rio Guandu, RJ.....	51
<b>Figura 32.</b> Uso da terra e condutividade elétrica superficial da água no Ambiente 4 (flúvio-marinho) da APP do rio Guandu, RJ.....	52
<b>Figura 33.</b> Grau de degradação da APP no Ambiente 4 (flúvio-marinho) do rio Guandu, RJ.....	54
<b>Figura 34.</b> Representatividade das famílias de acordo com o número de indivíduos no Ambiente 4 do rio Guandu, RJ. ....	55
<b>Figura 35.</b> Indivíduos por classes de DAP e altura, no fragmento de mata ciliar do Ambiente 4 do rio Guandu, RJ. ....	57
<b>Figura 36.</b> Perfil da vegetação no Ambiente 4, de acordo com a distância da margem do rio e com dados logaritmizados de número de indivíduos, DAP e altura das plantas. ....	57
<b>Figura 37.</b> Representação gráfica dos resultados obtidos na análise de componentes principais (PCA) para os dados da comunidade vegetal amostrada no Ambiente 4 do rio Guandu, RJ. ....	58

## LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

AB	Área do fuste à altura do peito (área basal)
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CAP	Circunferência do fuste à altura do peito
CE	Condutividade elétrica da água
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental
CEDAE	Companhia Estadual de Água e Esgotos do Rio de Janeiro
cm	Centímetro
DA	Densidade absoluta
DAP	Diâmetro do fuste à altura do peito
DNOS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento
DoA	Dominância absoluta
DoR	Dominância relativa
DR	Densidade relativa
ETA	Estação de Tratamento de Água
FA	Frequência absoluta
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FMP	Faixas Marginais de Proteção
FR	Frequência relativa
GPS	Global Positioning System
ha	Hectare
IVC	Índice de valor de cobertura
IVI	Índice de valor de importância
km	Quilômetro
km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
m	Metros
m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	Metro cúbico por segundo
μS.cm <sup>-3</sup>	Microsiemens por centímetro cúbico
mm	Milímetros
MRA	Macrorregião Ambiental
NMA	Níveis máximos de água
n <sup>o</sup>	Número
P	Pioneira
PCA	Principal components analysis
S	Sul
SERLA	Superintendência Estadual de Rios e Lagoas do Rio de Janeiro
Si	Secundária inicial
SIG	Sistemas de informações geográficas
St	Secundária tardia
UHE	Usina Hidrelétrica
W	Oeste

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Matas Ciliares.....	3
2.1.1 Características de vegetação ciliar.....	3
2.1.2 Funções das matas ciliares.....	3
2.1.3 Recuperação de matas ciliares .....	4
2.2 A Legislação.....	5
2.2.1 Base Legal Federal.....	5
2.2.2 Base Legal Estadual.....	5
2.2.3 Legislação para o rio Guandu .....	6
2.3 O Rio Guandu.....	6
2.3.1 A Bacia Hidrográfica do rio Guandu .....	6
2.3.2 Breve Histórico .....	10
2.3.3 Principais atividades poluidoras na bacia .....	13
2.4 Geoprocessamento e análise ambiental.....	15
2.4.1 Sensoriamento remoto e SIG .....	15
2.4.2 Aerofotos digitais não-convencionais.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Área de estudo.....	17
3.1.1 Clima.....	18
3.1.2 Geologia, relevo e solos.....	18
3.1.3 Vegetação.....	19
3.2 Estratificação do rio Guandu.....	20
3.3 Aerofotos e mapeamento do uso da terra.....	21
3.4 Mapeamento do grau de degradação ambiental .....	23
3.5 Levantamento florístico e fitossociológico .....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.1 Ambiente 1 – Leito encaixado .....	34
4.2 Ambiente 2 – Várzea fluvial .....	38
4.3 Ambiente 3 – Planície aluvionar .....	42
4.4 Ambiente 4 – Flúvio-marinho .....	51
5 CONCLUSÕES.....	59
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	60
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61

# 1 INTRODUÇÃO

As matas ciliares, também conhecidas como matas ripárias ou de galeria, consistem nas vegetações que ocorrem às margens de cursos d'água (AB'SABER, 2004). Esse tipo de vegetação pode apresentar algumas características peculiares, como tolerância a inundações periódicas e capacidade de se adaptar em terrenos com alto grau de declividade. São de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas aquáticos: auxiliam na infiltração de água no solo, facilitando o abastecimento do lençol freático; mantêm a qualidade da água, dificultando o escoamento superficial de partículas e sedimentos que causam poluição e assoreiam os recursos hídricos; fornecem sombra, mantendo a estabilidade térmica da água; impedem o impacto direto da chuva no solo, minimizando processos erosivos; servem de abrigo e alimento para grande parte da fauna aquática (LIMA & ZAKIA, 2004).

Apesar de protegidas por lei federal, através da criação das Áreas de Proteção Permanente (APP's [BRASIL, 1965]), as matas ciliares encontram-se devastadas no Brasil, principalmente devido ao processo de urbanização desordenada e práticas agrícolas intensivas (MARTINS, 2001). Isso traz danos não só ambientais e ecológicos, mas também econômicos, pois os recursos hídricos, além do abastecimento de água, são utilizados na geração de energia elétrica (SALVADOR, 1986).

Em bacias hidrográficas onde existe transposição, as APP's têm papel fundamental na manutenção da qualidade de água, pois no tocante a quantidade de água, o suprimento provém de outras bacias. Esse é o caso do rio Guandu, onde grande parte de sua água é oriunda do rio Paraíba do Sul.

O rio Guandu é a principal fonte de abastecimento de água para a região metropolitana do Rio de Janeiro, atendendo a uma população de cerca de nove milhões de pessoas. Apesar de ser um manancial de extrema importância, esse rio atravessa atualmente graves problemas ambientais devido à poluição oriunda de seus afluentes, extrações ilegais de areia próximas ao seu curso e retirada da cobertura vegetal, tanto para ocupação humana quanto para atividades mineradoras e agropecuárias (ALVES, 2002).

O uso inadequado do solo nas margens de mananciais pode acarretar numa diminuição significativa da qualidade da água, muitas vezes dificultando e encarecendo o tratamento da mesma. Além disso, o histórico de ocupação de uma área originalmente coberta por vegetação ciliar pode determinar sua capacidade e velocidade de regeneração (GASPARINO *et al.*, 2006). Estudos recentes de mapeamento do uso da terra têm utilizado aerofotos digitais não-convencionais, principalmente devido ao seu baixo custo em comparação com a aquisição de outras imagens de alta resolução (CUNHA *et al.*, 2006; ENDRES *et al.*, 2006).

Alguns projetos para recuperação da mata ciliar do rio Guandu já foram implantados, como o Projeto Muda Guandu, desenvolvido pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro em 2002. Porém, muitos desses projetos são executados sem considerar fatores ambientais primordiais como geomorfologia, uso da terra adjacente, tipo de solo, duração dos períodos de inundação, declividade do terreno e riscos de erosão (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990). O uso de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas podem auxiliar na determinação de alguns desses fatores (FLORENZANO, 2002). Além disso, é fundamental a escolha das espécies vegetais adequadas para o plantio e a distribuição correta destas na área. Segundo DURIGAN & NOGUEIRA (1990) essas espécies devem ser as que ocorrem naturalmente em condições físicas semelhantes às da área a ser reflorestada.

Projetos para recuperar matas ciliares muitas vezes são custosos, portanto devem ser bem planejados. Com isso, o objetivo principal desse trabalho foi analisar a situação atual do rio Guandu, realizando uma caracterização ambiental da sua Área de Preservação Permanente



através de aerofotos digitais não convencionais, bem como descrever e delimitar os principais ambientes existentes ao longo do rio e o grau de degradação de cada um deles. Esse trabalho permitirá extrapolar cenários futuros em função do planejamento ambiental e recuperação da vegetação.

Os objetivos específicos foram: mapear o uso da terra na APP do rio Guandu; verificar o cumprimento da legislação vigente para APP's; identificar os diferentes tipos de uso da terra que ocorrem na área; identificar as principais espécies vegetais que compõem a vegetação ciliar; determinar parâmetros fitossociológicos dessa vegetação; e, finalmente, avaliar a eficiência da utilização de aerofotos digitais de pequeno formato para esse tipo de estudo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Matas Ciliares

#### 2.1.1 Características de vegetação ciliar

As matas ciliares ocupam as chamadas zonas ripárias, que são áreas próximas às margens de cursos d'água. Em muitos trabalhos, as matas ciliares são citadas como sinônimo de matas de galeria. Porém, autores como FELFILI *et al.* (2000) e AB'SABER (2004) afirmam que existem diferenças entre esses dois conceitos. Para esses autores, *mata ciliar* está relacionada à vegetação florestal às margens dos grandes corpos d'água e é mais abrangente que o termo *mata de galeria*. Segundo FELFILI *et al.* (2000), na mata ciliar as copas das árvores de uma margem não tocam as da outra margem, permitindo uma maior influência da luz sobre a água, o que não ocorre nas matas de galeria. Além disso, a ocorrência das matas de galeria está associada às formações mais abertas do tipo dos cerrados e campos brasileiros (AB'SABER, 2004).

Vários estudos sobre caracterização da vegetação ribeirinha vêm sendo realizados desde que este ecossistema assumiu importância ambiental para a sociedade. GIBBS & LEITÃO-FILHO (1978) levantaram a composição florística de uma área com mata de galeria em Mogi Guaçu, SP, e concluíram que algumas das espécies vegetais encontradas eram aparentemente adaptadas a inundações periódicas.

CAMPOS & LANDGRAF (2001) analisando características de uma mata ciliar de acordo com a distância da margem do lago de Furnas, no sul do Estado de Minas Gerais, encontraram uma maior riqueza de espécies vegetais, menor densidade (plantas/ha), maior altura e diâmetro da base na área mais afastada do lago. Portanto, de acordo com esses autores, as áreas de floresta mais próximas à margem do lago foram mais densas, porém menos ricas em espécies vegetais e com menor tamanho médio de plantas.

Outra particularidade das matas ciliares é quanto ao tipo de solo. JACOMINE (2004), investigando solos do Planalto Central brasileiro, identificou seis principais tipos de solo sob matas ciliares: Organossolo, Gleissolo, Neossolo Quartzarênico hidromórfico, Plintossolo, Neossolo Flúvico e Cambissolo. Segundo esse autor, esses tipos de solos são partes integrantes de um ecossistema frágil e muito delicado que se mantém sob tênue equilíbrio. Quando desmatados ou incorporados a processos produtivos, se tornam rapidamente vulneráveis a degradação e a erosão, podendo, em alguns casos, originar voçorocas e assoreamento dos cursos d'água.

#### 2.1.2 Funções das matas ciliares

LIMA & ZAKIA (2004) concluíram que as zonas ripárias exercem importantes funções ecológicas e hidrológicas em microbacias hidrográficas e, por isso, deveriam ter prioridades em termos de alocação de recursos para pesquisas.

Segundo SERLA (2006), as principais funções das matas ciliares são:

- ✓ Proteção e suporte das margens, evitando a erosão das mesmas e conseqüente assoreamento à jusante;
- ✓ Contenção de sedimentos oriundos de processos erosivos de solos vulneráveis pela retirada da cobertura vegetal da bacia hidrográfica, que são carreados aos corpos hídricos pelas águas pluviais;
- ✓ Retenção de agro-químicos (agrotóxicos e fertilizantes);

✓ Papel fundamental na integração dos ecossistemas aquáticos e terrestres como parte da ciclagem de nutrientes (ciclos biogeoquímicos) contribuindo de forma significativa com a salubridade do corpo hídrico;

✓ Manutenção da biodiversidade.

DONADIO *et al.* (2005) analisando a qualidade água na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico sob diferentes características e uso do solo, e também sob presença/ausência de vegetação ciliar, concluíram que a vegetação ciliar auxilia na proteção dos recursos hídricos e que as características do solo e seus diferentes usos influenciam na qualidade da água das microbacias.

ARCOVA & CICCIO (1999) avaliaram os fatores que influenciam a qualidade da água de duas microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica e de duas microbacias onde predominam atividades de agricultura e pecuária extensiva, na região de Cunha, no Estado de São Paulo. As microbacias com agricultura apresentaram valores de temperatura, turbidez e cor aparente da água superiores aos registrados nas microbacias florestadas. Segundo os autores, a ausência de matas ciliares nas microbacias com agricultura proporcionou o maior aquecimento das águas.

### 2.1.3 Recuperação de matas ciliares

Segundo DURIGAN & NOGUEIRA (1990) e MARTINS (2001), na recuperação de matas ciliares deve ser utilizadas espécies vegetais adequadas, preferencialmente as nativas, distribuindo-as espacialmente de acordo com sua função nos diferentes estágios sucessionais da vegetação: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. Sem esses cuidados básicos, provavelmente não haverá sucesso na recuperação (KAJEYAMA *et al.*, 2001). Para se conhecer as espécies vegetais e o seu papel na floresta, é preciso estudos prévios de florística e fitossociologia.

VEIGA *et al.* (2003) compararam a flora de duas áreas com vegetação ciliar, uma natural e uma reflorestada, no Ribeirão Aurora, PR. Os autores verificaram que a recomposição da mata ciliar na área reflorestada não ocorreu de forma satisfatória, provavelmente devido ao plantio de espécies inadequadas, pois as composições florísticas das duas áreas não foram compatíveis.

Alguns autores, como BINDER (1998) e SELLES *et al.* (2001), propõem que, para recuperação de rios retificados, além do plantio de espécies nativas nas margens, seja realizada também a renaturalização do rio, através de técnicas de engenharia que reconstituem os meandros naturais do leito. Segundo os autores, essas técnicas, quase sempre, necessitam de grandes áreas, o que pode se tornar muito oneroso e praticamente impossível de se realizar. Entretanto, sempre há possibilidades de melhorar a situação ecológica de rios retificados, através de projetos de revitalização com as seguintes medidas (SELLES *et al.*, 2001):

✓ Permitir que o rio desenvolva um curso mais natural e volte a formar meandros. Depois de certo tempo, os processos erosivos fluviais se estabilizariam e assim, facilitariam o ressurgimento da biota, e conseqüentemente a revitalização do rio. Em comparação à situação anterior (rio retificado), necessita-se de mais áreas marginais;

✓ A mata ciliar melhora as condições ecológicas, hidrológicas e morfológicas dos cursos d'água. Por isso, nesses trechos de rios deve-se proteger ou plantar mata de espécies nativas;

✓ Suspender as retiradas de areia para deter o aprofundamento do leito do rio. Esse rebaixamento é responsável pela escavação das infra-estruturas de pontes e outras obras, tornando-as instáveis.

## 2.2 A Legislação

### 2.2.1 Base Legal Federal

De acordo com o artigo 2º da Lei nº 4.771 (BRASIL, 1965), que institui o Código Florestal brasileiro, consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto. Segundo a legislação, a Área de Preservação Permanente (APP), ou seja, a largura mínima da faixa marginal a ser preservada, está relacionada com a largura do curso d'água (Tabela 1).

**Tabela 1.** Largura da Área de Preservação Permanente (APP), estabelecida pela legislação

Largura do curso d'água	Largura da APP
Menor que 10 m	30 m
Entre 10 e 50 m	50 m
Entre 50 e 200 m	100 m
Entre 200 e 600 m	200 m
Acima de 600 m	500 m

Na Resolução CONAMA nº 303 (BRASIL, 2002), que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, as larguras mínimas estabelecidas para faixa de vegetação ciliar corroboram as do Código Florestal brasileiro. A Medida Provisória nº 2.166-67 (BRASIL, 2001) estabelece ainda que as áreas de preservação permanente possam ser cobertas ou não por vegetação nativa, desde que tenham a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A Lei de Crimes Ambientais nº 9.605 (BRASIL, 1998), que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, trata na Seção II “dos Crimes contra a Flora”. Os artigos 38, 39, 44 e 53 dessa lei estão relacionados às áreas ciliares. Segundo esses artigos, são considerados crimes destruir, danificar ou cortar árvores de floresta de preservação permanente, bem como extrair das mesmas, sem previa autorização, pedra, areia, cal ou qualquer espécie de minerais.

### 2.2.2 Base Legal Estadual

A Lei Estadual nº 1.130/87 que trata sobre as áreas de interesse especial do Estado do Rio de Janeiro, descreve as Faixas Marginais de Proteção (FMP). Segundo essa lei, as FMP de rios, lagos, lagoas e reservatórios d'água são faixas de terra necessárias à proteção, a defesa, a conservação e operação de sistemas fluviais e lacustres, determinantes em projeção horizontal e considerados os níveis máximos de água (NMA), de acordo com as determinações dos órgãos Federais e Estaduais competentes. O Decreto 9.760/87 regulamenta a Lei 1.130.

Segundo SERLA (2006), as principais funções das FMP são:

- ✓ Assegurar uma área que permita a variação livre dos níveis das águas, em sua elevação ordinária;
- ✓ Acesso livre à operação de máquinas para execução de serviços de dragagem, limpeza e outros necessários a melhor drenagem fluvial;

- ✓ Permitir contemplação paisagística, proporcionando uma melhor qualidade de vida;
- ✓ Garantir condições para a proteção da mata ciliar.

Quanto à extração de areia, a Comissão Estadual de Controle Ambiental, por meio da deliberação CECA nº 3.554/96, procurou traçar diretrizes para o disciplinamento e controle da atividade no Estado, principalmente na Bacia do rio Guandu, com a suspensão da concessão de novas licenças para empreendimentos de extração de areia e, para aqueles já instalados, que não tenham requerido a licença de extração no leito do rio Guandu, no trecho compreendido entre a Usina Pereira Passos e a Barragem da Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA-Guandu).

### **2.2.3 Legislação para o rio Guandu**

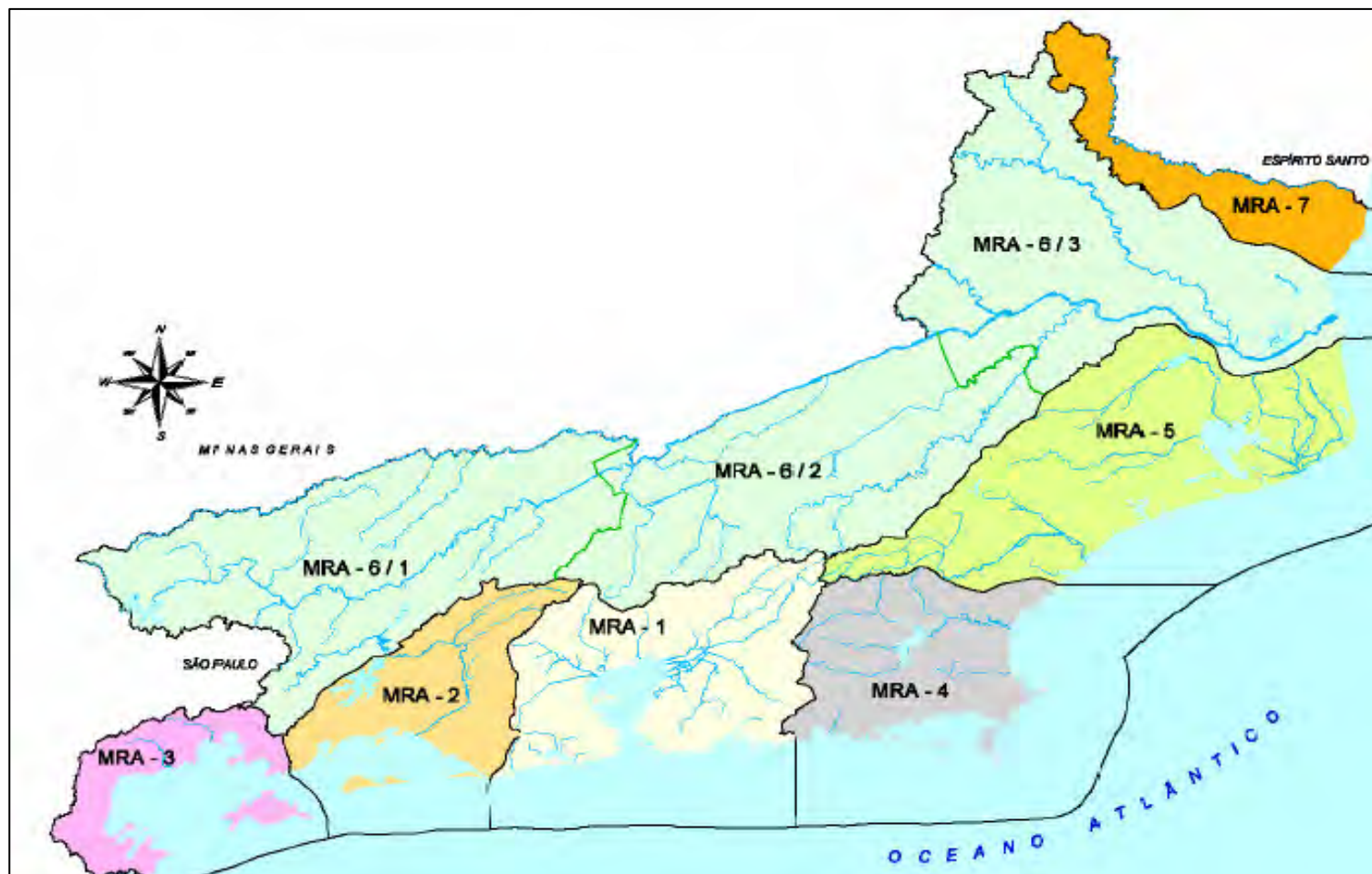
Em 08 de janeiro de 2002, foi criada a Lei Estadual nº 3.760, que determina a Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do rio Guandu. Segundo o artigo 2º dessa Lei, a APA compreenderia todos os terrenos situados numa faixa de largura de 500 metros de ambas as margens em toda a extensão do curso de água, desde a Usina Pereira Passos até a sua desembocadura na Baía de Sepetiba, incluindo os trechos denominados Ribeirão das Lajes (trecho de montante), rio Guandu (trecho intermediário) e Canal de São Francisco (trecho de jusante), assim como as cabeceiras e a faixa de 100 metros de ambas as margens de seus afluentes. Além disso, o artigo 5º trata da exploração de areia, proibindo essa prática no leito e nas margens do rio Guandu e afluentes. Apesar de abordar aspectos relevantes, essa lei não vigorou.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Guandu foi criado pelo Decreto nº 31.178 de 03 de abril de 2002, que compreende, além desta, as nascentes do Ribeirão das Lages, as águas desviadas dos rios Paraíba do Sul e Piraí, os afluentes ao Ribeirão das Lages, ao rio Guandu e ao Canal de São Francisco, até a sua desembocadura na Baía de Sepetiba, bem como as Bacias Hidrográficas do rio da Guarda e Guandu-Mirim. Segundo esse decreto, a criação desse Comitê foi gerada, entre outros motivos, a partir da necessidade de se instituir um organismo de bacia, com participação do poder público, de representantes dos usuários das águas do rio Guandu e da sociedade civil interessada, para defender a recuperação e conservação dos corpos hídricos e os aspectos de quantidade e qualidade das águas, bem como participar da discussão dos critérios de cobrança pelo uso das águas. Segundo ANA (2006), os Comitês de Bacias vêm permitindo uma melhor gestão dos recursos hídricos brasileiros.

## **2.3 O Rio Guandu**

### **2.3.1 A Bacia Hidrográfica do rio Guandu**

Segundo SEMADS (2001a), o Estado do Rio de Janeiro foi subdividido em sete Macrorregiões Ambientais (MRA) - oficializadas pelo Decreto Estadual nº 26.058 de 14/03/2000 (Figura 1). A Macrorregião Ambiental da Bacia Contribuinte à Baía de Sepetiba (MRA-2) compreende três bacias hidrográficas, entre elas a Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba, que possui aproximadamente 2.711 km<sup>2</sup> e inclui as Sub-bacias Hidrográficas do rio Guandu, Mangaratiba, Mazomba-Cação, rio da Guarda, Guandu-Mirim e Zona Oeste do Rio de Janeiro. A Bacia Hidrográfica do rio Guandu é a de maior destaque na MRA-2, localizando-se ao centro da mesma e ocupando cerca de 50% da sua área de abrangência (Figura 2).

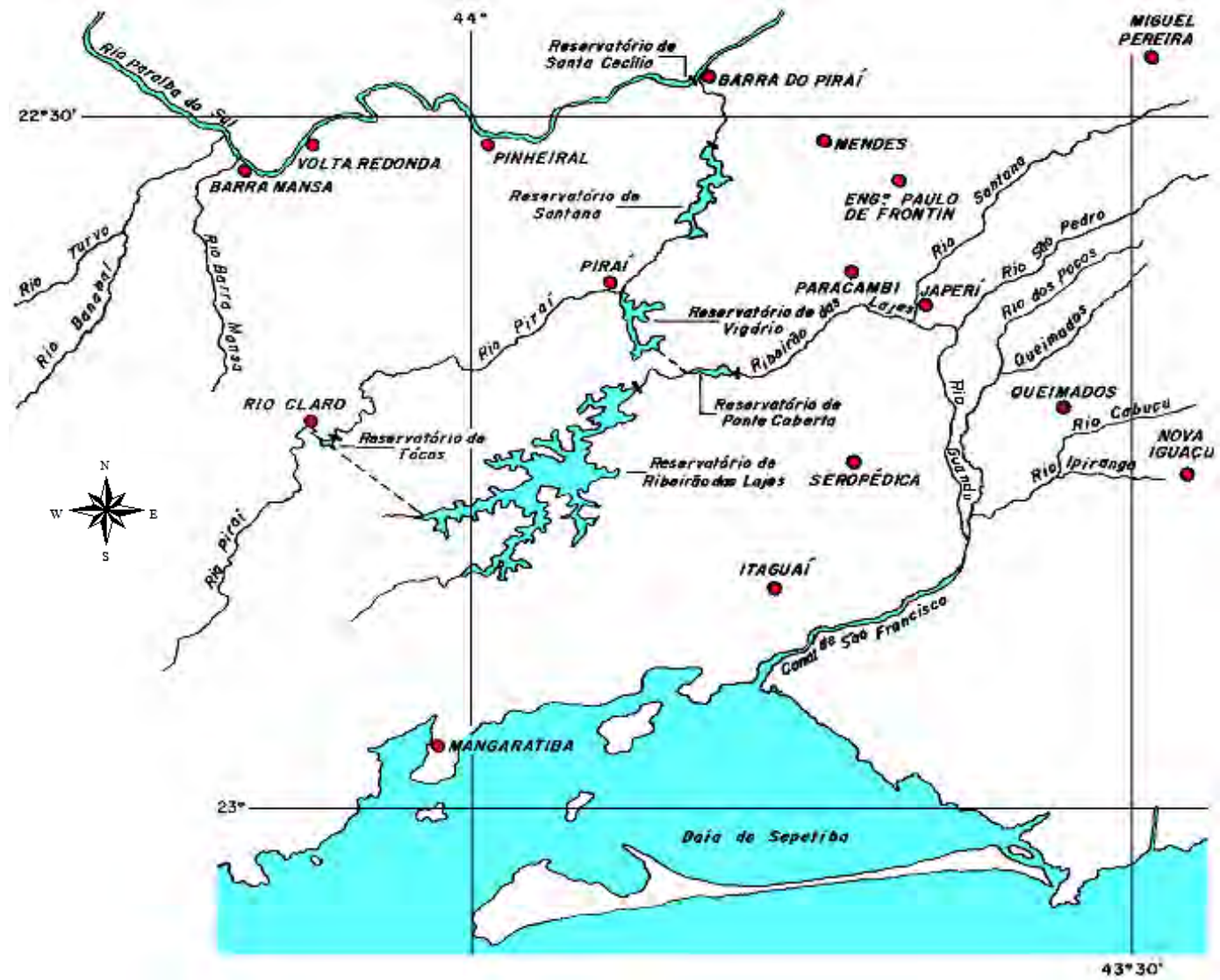


**Figura 1.** Macrorregiões Ambientais do Estado do Rio de Janeiro (Fonte: SEMADS, 2001a). MRA-1: Bacia da Baía de Guanabara, das lagoas metropolitanas e zona costeira adjacente; MRA-2: Bacia contribuinte à Baía de Sepetiba; MRA-3: Bacia contribuinte à Baía da Ilha Grande; MRA-4: Bacia da Região dos Lagos, do rio São João e zona costeira adjacente; MRA-5: Bacia do rio Macaé, da Lagoa Feia e zona costeira adjacente; MRA-6: Bacia do rio Paraíba do Sul e zona costeira adjacente (subdivida em zonas 1, 2 e 3); MRA-7: Bacia do rio Itabapoana e zona costeira adjacente.



**Figura 2.** Localização da Bacia Hidrográfica do rio Guandu na Macrorregião Ambiental da Bacia Contribuinte à Baía de Sepetiba (MRA-2).

A Bacia Hidrográfica do rio Guandu possui 1.395 km<sup>2</sup> e o rio Guandu 48 km de extensão. É formado pelo encontro dos rios Santana e Ribeirão das Lages, e deságua na Baía de Sepetiba. Grande parte de sua água é oriunda do rio Paraíba do Sul, através de uma transposição que ocorre no reservatório de Santa Cecília, estação da LIGHT (empresa fornecedora de energia elétrica do Estado do Rio de Janeiro) no município de Barra do Pirai (CAMPOS & AZEVEDO, 2002). Até a década de 50 do século passado, o rio Guandu apresentava um leito estreito e de baixo volume. Após uma obra realizada para aumentar o volume de seu canal, tornou-se um rio importante (OTTONI & OTTONI-NETTO, 2002). Originalmente, o rio Guandu, no baixo curso, corria pelos leitos atuais dos rios da Vala (ou Valinha) e Itaguaí (SEMADS, 2001b). As características básicas e a localização dos principais afluentes do rio Guandu são mostradas na Figura 3 e Tabela 2.



**Figura 3.** Localização geográfica dos principais afluentes da Bacia Hidrográfica do rio Guandu, RJ (Modificado de CAMPOS & AZEVEDO, 2002).



**Tabela 2.** Rios constituintes da Bacia Hidrográfica do rio Guandu, RJ

<b>Rio</b>	<b>Local da Nascente</b>	<b>Principais Tributários</b>
Ribeirão das Lages	Serra dos Cristais	<u>Contribuintes da Represa de Lajes:</u> Rio Bonito, Córrego Morro Azul, Córrego Patrícia, Córrego Recreio, Rio Passa Vinte, Rio Ponte de Zinco, Córrego Pedra Grande, Rio Pires, Rio da Prata, Rio Piloto, Rio Bálsamo e Rio Palmeiras <u>Afluentes à jusante da UHE Pereira Passos:</u> Ribeirão da Floresta, Córrego do Bandá, Córrego Paraíso, Rio Saudoso, Rio dos Macacos, Vala Jonas Leal, Rio Cacaria, Rios da Onça e Valão do Areia
Santana	Serra do Couto	Rios Falcão, São João da Barra, João Correia Vera Cruz, Santa Branca, Cachoeirão e Canal Paes Leme
São Pedro	Serra do Tinguá	
Poços	Serra do Tinguá	Rio Santo Antônio, Rio Douro, Canal Teófilo Cunha, Canal Quebra Coco ou Morto, Canal Pepino, Canal Aníbal, Rio Queimados e Rio Ipiranga

Fonte: SEMADS (1998).

A região da confluência do Ribeirão das Lages com o rio Santana se localiza numa altitude de 30 metros. Nela as águas se espriam, formando um grande remanso devido a um afunilamento natural da calha do Guandu, causada por um morro na margem esquerda (SEMADS, 2001b). Após a confluência, o rio percorre até desaguar na Baía de Sepetiba. O trecho final do rio, com 15 km de extensão, é denominado Canal de São Francisco. Próximo à margem direita desse trecho, em área pertencente à Bacia do rio da Guarda, se encontra uma zona de concentração de areais de cava. Há indícios de que algumas estejam bastante próximas ao curso d'água, podendo ocasionar a contribuição de sedimentos para o rio Guandu (SEMADS, 2001b).

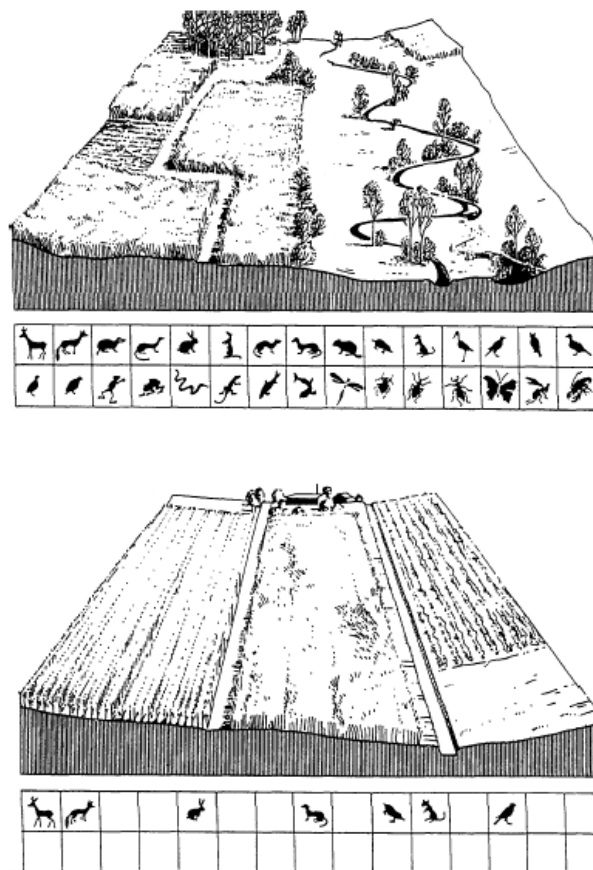
A CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos) tem grande preocupação e interesse na qualidade da água do Guandu, visto que os custos para tratamento de água muito poluída são altíssimos. Logo, medidas que combatam a causa da poluição são muito mais econômicas para ETA Guandu (Estação de Tratamento de Água do rio Guandu), além de gerar benefícios em longo prazo e prevenir a intratabilidade da água, já ocorrida em outros locais como na ETA Caxias (ALVES, 2002).

Segundo SALVADOR (1986) nos reservatórios destinados à geração de energia elétrica, o assoreamento provocado pela retirada da vegetação ciliar diminui a energia potencial, e as partículas sólidas em suspensão aumentam o efeito abrasivo, causando um desgaste prematuro das turbinas. Por esses motivos, a empresa LIGHT Serviços de Eletricidade S.A., por possuir reservatório na Bacia Hidrográfica do rio Guandu, também tem particular interesse na conservação e recuperação das matas ciliares na bacia.

### 2.3.2 Breve Histórico

Segundo BINDER (1998), durante muito tempo, a estratégia da engenharia fluvial e hidráulica esteve orientada no sentido de retificar o leito dos rios e córregos, para que suas vazões fossem dirigidas para jusante pelo caminho mais curto e com a maior velocidade de escoamento possível. Com os objetivos principais de ganhar novas terras para a agricultura, novas áreas para a urbanização e minimizar os efeitos locais das cheias, a realização dessas

obras teve conseqüências ambientais graves, não avaliadas previamente, como, por exemplo, a redução drástica da biodiversidade (Figura 4).



**Figura 4.** Perda de biotas por retificação de rios (Fonte: BINDER, 1998).

Em ecossistemas de águas correntes naturais, a dinâmica natural do curso d'água leva à formação de uma grande variedade de núcleos biológicos, estruturas e condições específicas que, em conjunto, determinam o ecossistema dos rios e das baixadas inundáveis. Os rios estão permanentemente sujeitos à ocorrência de modificações no seu curso natural (BINDER, 1998).

As possibilidades de modificações naturais dos cursos d'água são fortemente limitadas em rios retificados e mantidos por obras hidráulicas. Este fato impede a renovação natural dos núcleos biológicos, das estruturas e das condições específicas das diversidades da biota. A ocorrência natural de seixos<sup>1</sup> rolados é responsável pela manutenção do ciclo vital de espécies, principalmente da fauna bentônica. A fauna característica do leito depende diretamente de condições naturais, como por exemplo, da renovação contínua dos seixos rolados e da presença de margens íngremes, o que não se verifica em rios regulados onde ocorre a senilidade dos mesmos. Com a realização de obras hidráulicas, o perfil é reduzido, o leito aprofundado e a velocidade da corrente modificada. O aumento da capacidade de vazão reduz a freqüência de transbordamento das cheias menores e médias, porém permanecem as grandes enchentes. A relação entre rio e baixada inundável é interrompida, contribuindo, por exemplo, para o desaparecimento de locais para a desova de peixes (BINDER, 1998).

<sup>1</sup> Fragmentos de rocha ou pedras soltas, arredondadas pelo rolamento dentro das calhas.

A maioria dos rios da Bacia Hidrográfica do rio Guandu apresenta seus cursos bastante modificados em relação ao que eram originalmente. Devido às inundações constantes a que estava sujeita a região, desde o século XVII eles vêm sendo retificados, dragados, canalizados, unidos por valões, etc. Os padres jesuítas, que viveram na bacia entre 1616 e 1759, iniciaram as obras de saneamento dos rios, que foram implementadas a partir de 1729, quando dois padres foram enviados à Holanda para adquirir conhecimentos de engenharia. Por esta ocasião, foram abertas a Vala do Itá e a Vala de São Francisco para extravasar as águas do Guandu (SEMADS, 2001b).

Segundo SEMADS (2001b), após a expulsão dos jesuítas, todas as obras foram abandonadas e somente em 1894 criou-se a Comissão de Estudos de Saneamento da Baixada do Estado do Rio de Janeiro para intervir na bacia. Posteriormente, foram organizadas diversas comissões para estudar, projetar e executar obras de saneamento básico na baixada de Sepetiba, entre as quais se destacam a Comissão de Estudos para desobstrução do rio Guandu e seus afluentes (1920) e a Comissão de Dragagem dos rios Itá e Guandu (1930). Depois, pouco ou quase nada foi realizado, até que Getúlio Vargas, em 1933, criou a Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense. Esta Comissão dividiu a Baixada Fluminense em quatro áreas: Sepetiba, Guanabara, Araruama e Goytacazes. Para cada uma foram elaborados e executados planos específicos de saneamento, com a finalidade de dessecar as terras encharcadas e promover a colonização das áreas conquistadas, através da agricultura (GOES, 1942).

Entre 1935 e 1941, o DNOS, executor das ações da Comissão, realizou obras em praticamente todos os trechos fluviais de baixada, incluindo a Bacia do rio Guandu. Nessa época, o DNOS promoveu a limpeza do rio Guandu até sua desembocadura e construiu 50 km de diques marginais desde um ponto próximo à sua foz até um local pouco à jusante da confluência do rio São Pedro. Em termos ambientais, estas obras eliminaram ou reduziram drasticamente as várzeas alagadas e, conseqüentemente, as matas paludosas e a vegetação herbácea aluvial. Além de ações de dragagem e canalização, a bacia foi objeto de grandes obras de geração de energia. Em 1905 foi construída a Barragem e o Reservatório de Lajes, no Ribeirão das Lajes, bem como a Usina Hidrelétrica de Fontes. Posteriormente, em 1911, a bacia passou a receber as águas do rio Piraí, através de uma barragem neste rio e de um túnel que desembocava no reservatório de Lajes. Nos anos de 1940 e 1943, a Barragem de Lajes foi alteada (GOES, 1942; SEMADS, 2001b).

Outra obra de porte na bacia foi a construção de uma adutora desde o reservatório de Lajes até o Rio de Janeiro, na década de 30, que representou à época uma das maiores obras de adução do mundo. Em 1950, iniciou-se a construção do Sistema Guandu, este sistema foi construído para produzir  $13,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , sendo posteriormente (1961-1964) ampliado para  $24 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , juntamente com a construção do túnel adutor Guandu-Engenho Novo e da elevatória do Lameirão. No período de 1978 a 1982, a Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA Guandu, Figura 5) foi novamente ampliada para  $40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , em conseqüência da ampliação da área de atendimento após a fusão dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro (SEMADS, 2001b). O sistema sofreu nova ampliação para uma capacidade de adução de cerca de  $47 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  e tratamento entorno de  $42 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , estando atualmente com capacidade média de tratamento de  $52 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .

O rio Santana era o principal formador do rio Guandu, mas, em 1952, um fato alterou radicalmente a configuração hidrográfica da Bacia do rio Guandu. Visando aumentar a capacidade de geração hidrelétrica de seu sistema, a LIGHT finalizou naquele ano uma série de obras para permitir a transposição de águas dos rios Paraíba do Sul, Piraí e Vigário para o reservatório da UHE Pereira Passos. Ao receber um volume de água adicional, a vazão de longo termo do sistema Ribeirão das Lajes, que no trecho era de  $7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , saltou para uma vazão de  $168 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (descarga média de longo termo), ou seja, multiplicou-se mais de vinte e

uma vez o deflúvio local (SEMADS, 2001b). Sob tais condições, o rio Paraíba do Sul passou a ser o principal contribuinte - em termos de volume de água - do rio Guandu, podendo-se, desta forma, desprezar a parcela do rio Santana.

Tendo em vista esta nova situação, considera-se que o rio Guandu tem como afluentes pela margem esquerda os rios Santana, São Pedro e Poços. O comprimento total do rio Guandu, contabilizando-se o Ribeirão das Lajes como formador, é de 108,5 km. Todo o rio Guandu e o Canal de São Francisco sofrem os efeitos da exploração de areia, que em alguns pontos promove a desfiguração da calha, desmontando a barranca e abrindo buracos e enseadas laterais. Em 1979, estudo promovido pela SERLA atestou que a retirada de areia era indiscriminada, chegando em certos trechos a exaurir a capacidade de reposição do rio; prosseguindo então com o solapamento das margens. Ainda de acordo com o estudo, a atividade provoca o rebaixamento do fundo da calha, abalando obras e alterando as condições de fluxo dos rios (SEMADS, 2001b).



**Figura 5.** Estação de Tratamento de Água do Guandu, no município de Nova Iguaçu, RJ (Fonte: SERBER, 2005).

### 2.3.3 Principais atividades poluidoras na bacia

As agressões ambientais sofridas nos últimos anos em todos os rios pertencentes à Bacia Hidrográfica do rio Guandu podem ser confirmadas pelo resultado obtido através dos monitoramentos realizados pela CEDAE e pela FEEMA, desde a década de setenta (ALVES, 2002). Tais agressões comprometem a qualidade da água a ser tratada na ETA-Guandu podendo afetar diretamente a qualidade de vida da população (ALVES, 2002). Esta redução da qualidade da água do rio Guandu é uma preocupação real da CEDAE, podendo inclusive, em um futuro próximo, inviabilizar a sua tratabilidade (SERBER, 2005).

Segundo SERBER (2005) o aumento da poluição no rio Guandu está diretamente ligado à crescente poluição do rio Paraíba do Sul e aos crescimentos industrial e populacional

desordenado nos municípios pertencentes à bacia hidrográfica, bem como pelos lançamentos de efluentes sanitários e industriais, depósitos clandestinos de resíduos sólidos e extração ilegal de areia, entre outros aspectos. Esta poluição é potencializada pelo encontro do rio Guandu com os rios Poços/Queimados e Cabuçu/Ipiranga, cujas águas estão bastante poluídas. O ponto de encontro desses rios localiza-se na Lagoa do Guandu e que devido a sua configuração possui baixa taxa de renovação hídrica. A Lagoa do Guandu é formada pelas barragens da CEDAE e é conectada ao rio Guandu (Figura 6).



**Figura 6.** Rio Guandu, com a formação da Lagoa do Guandu e os pontos de confluência com os rios dos Poços e Ipiranga (Fonte: SERBER, 2005).

O rio Queimados atravessa a área urbana do município de mesmo nome e o Pólo Industrial de Queimados, desembocando no rio dos Poços. A qualidade de suas águas é comprometida desde a sua nascente, uma vez que recebe todo o esgoto sanitário da área urbana de Queimados sem qualquer tipo de tratamento. Recebe ainda os efluentes industriais gerados pelas atividades desenvolvidas no Pólo Industrial (SERBER, 2005).

O rio dos Poços é afluente da margem esquerda do rio Guandu, tendo como tributários rios que drenam a área urbana de Queimados, e que também apresentam água de péssima qualidade, sendo comuns valores acima dos limites permitidos nos parâmetros monitorados: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fenóis, cianetos, zinco, cobre, níquel, mercúrio, chumbo, ferro solúvel, manganês e coliformes fecais (FEEMA, 1999).

O rio Ipiranga tem como principal afluente o rio Cabuçu e ainda segundo o relatório apresentado pela FEEMA (1999), recebe parcela significativa dos despejos provenientes das áreas urbanas de Nova Iguaçu e Queimados. Também apresenta teores acima dos limites

permitidos para os mesmos parâmetros do rio dos Poços. A Tabela 3 apresenta a identificação das principais fontes poluidoras, obtidas a partir de análises físico-químicas e hidrobiológicas e investigações de campo realizadas pela FEEMA e CEDAE (ALVES, 2002).

Além dos esgotos domésticos e industriais, o rio Guandu recebe também efluentes de práticas agropecuárias. Na região do Canal de São Francisco localizam-se algumas áreas com atividades agrícolas. A oleicultura e a fruticultura são as principais atividades agrícolas da região, predominando basicamente a cultura de banana e coco. A utilização de defensivos agrícolas e carrapaticidas é intensa, podendo trazer graves conseqüências, tendo em vista que muitos desses compostos são resistentes e acumulativos na cadeia biológica (SEMADS, 2001b).

A extração de areia, prática comum na região, ocasiona mudanças físico-químicas na água do rio, prejudicando seriamente sua captação. Essa atividade é a causa de grandes danos ambientais, cuja reparação é muito difícil. A descaracterização das margens propicia o seu repovoamento por um tipo de vegetação que, além de não fixá-las, se desprende trazendo problemas operacionais para a captação na ETA-Guandu (SEMADS, 2001b).

**Tabela 3.** Identificação das principais fontes poluidoras na Bacia Hidrográfica do rio Guandu

<b>Fonte</b>	<b>Ação poluidora</b>	<b>Localização</b>
Areais	Extração ilegal de areia	Ao longo do rio Guandu
Lixo municipal	Depósito clandestino de lixo	Às margens do rio Guandu, município de Japeri
Região urbana (municípios de Queimados e Nova Iguaçu)	Efluentes sanitários e resíduos sólidos urbanos	Rios Queimados, dos Poços e Ipiranga.
Pólo Industrial do município de Queimados	Efluentes e resíduos sólidos industriais.	Rios Queimados e dos Poços
Indústrias (município de Nova Iguaçu)	Efluentes industriais.	Rio Ipiranga

Fonte: ALVES (2002).

## 2.4 Geoprocessamento e análise ambiental

### 2.4.1 Sensoriamento remoto e SIG

A busca por novas tecnologias para estudos e monitoramento ambientais tem se tornado cada vez mais freqüente. O sensoriamento remoto é um bom exemplo disso. Com o avanço da ciência, seu uso tem aumentado significativamente nos últimos anos. Técnicas modernas de obtenção de imagens, associadas aos novos sistemas de informações geográficas (SIG), facilitam a obtenção de uma grande quantidade de dados, muitas vezes impossíveis de serem obtidos sem a utilização das mesmas (FLORENZANO, 2002).

Sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre. As imagens de sensores remotos são cada vez mais utilizadas para elaboração de diferentes tipos de mapas temáticos, após passarem por um processo de interpretação (FLORENZANO, 2002).

A interpretação de uma imagem é baseada em elementos básicos, a partir dos quais se extraem informações de objetos, áreas ou fenômenos considerando a cor/tonalidade, textura,

tamanho, forma, sombra, altura padrão e localização. O trabalho de campo é praticamente indispensável ao estudo e mapeamento do meio ambiente por meio de imagens de sensores remotos. Por meio dele, o resultado da interpretação torna-se mais confiável (XAVIER-DA-SILVA, 2001; FLORENZANO, 2002).

Os SIG's têm sido muito utilizados em estudos de monitoramento ambiental (*e.g.* BRITO & PRUDENTE, 2005; MYEONG *et al.*, 2006), permitindo, por exemplo, sobrepor informações de uma carta topográfica com as obtidas de uma imagem de satélite e gerar novas informações (CENTENO, 2003; MOREIRA, 2003). De uma forma mais ampla, esses sistemas consistem num ambiente de armazenamento, tratamento e análise de dados, aplicação de modelos e processamento de séries temporais, onde é possível visualizar cenários passados, atuais e simular cenários futuros (CALDAS, 2006).

Segundo CALDAS (2006), o geoprocessamento constitui hoje uma ferramenta primordial para as etapas de levantamento e processamento de informações relacionadas a questões ambientais. Pode ser definido como um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados georreferenciados existentes e originados do sensoriamento remoto, da cartografia digital ou de qualquer outra fonte, executa classificações e outras transformações dirigidas à elucidação da organização do espaço geográfico (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

#### **2.4.2 Aerofotos digitais não-convencionais**

Apesar dos avanços tecnológicos para obtenção de imagens de alta resolução, o acesso a essas geotecnologias, muitas vezes, apresenta um custo elevado. Logo, alternativas para aquisição de imagens de qualidade e com baixo custo são bastante requisitadas (*e.g.* CUNHA *et al.*, 2006). Atualmente, algumas imagens podem ser adquiridas gratuitamente, como as dos satélites LANDSAT e CBERS-2, por exemplo. Porém, dependendo da sua aplicação, essas imagens podem não ser eficientes devido a sua baixa resolução espacial.

Vários estudos voltados para levantamento de recursos naturais e fatores ambientais, como solo, relevo e drenagem, têm utilizado aerofotos (*e.g.* DEMATTÊ *et al.*, 1993; BORGES *et al.* 1993). Segundo FRANCELINO (2005), atualmente existem diferentes sistemas de aquisição de aerofotos, com variações dentro dos dois métodos existentes: analógico e digital. Nas câmeras digitais, os filmes são substituídos pelo dispositivo de acoplamento de carga (CCD), que são circuitos integrados de silício, usados como transdutores de imagem. Um dispositivo transdutor é aquele capaz de transformar uma forma de energia em outra, no caso energia luminosa em energia elétrica.

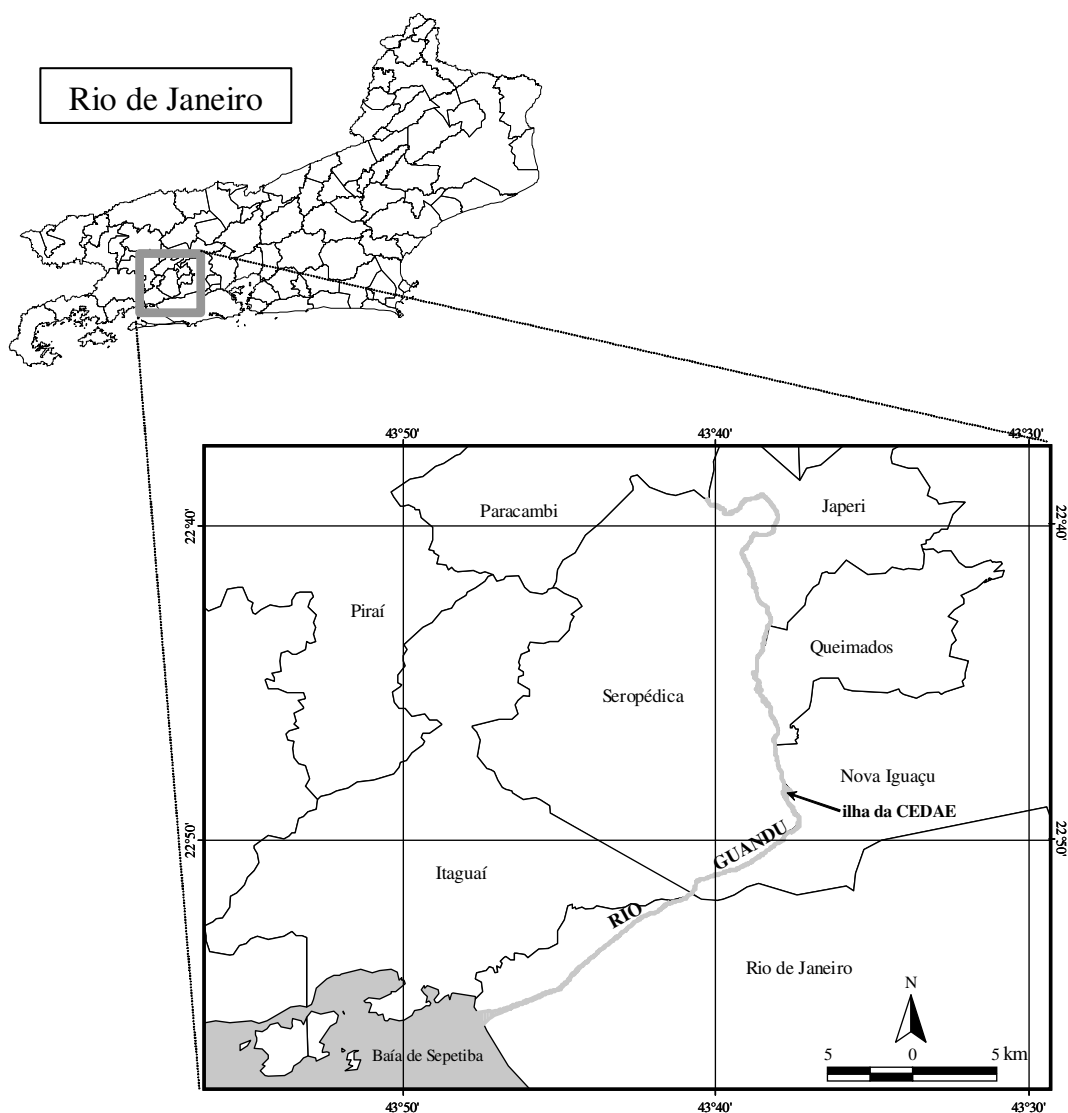
Atualmente, tanto o método analógico quanto o digital podem ser aplicados de forma convencional e não-convencional. As aerofotos não-convencionais, também conhecidas como de “pequeno formato”, são uma ótima ferramenta para o levantamento de informações detalhadas, de grande importância no planejamento do uso dos recursos naturais. Elas são assim denominadas porque: a) não são obtidas com câmaras métricas, tendo em vista serem extremamente dispendiosas e inviabilizam, pelo seu custo, o acesso de pequenas instituições ou empresas; b) são ampliadas, e c) não têm marcas fiduciais (DISPERATI, 1991).

As aerofotos convencionais são de extrema utilidade na fotogrametria e fotointerpretação, porém este tipo de aerolevanteamento é de elevado custo, inibindo com frequência o seu uso (DISPERATI, 1998). Por outro lado, as aerofotos não-convencionais são de baixo custo e, portanto, mais acessíveis aos interessados em estudos mais detalhados de pequenas áreas. São fotografias coloridas e permitem uma visão tridimensional que facilitam a interpretação e o mapeamento necessário ao planejamento territorial, tanto no meio rural quanto no meio urbano. Segundo CUNHA *et al.* (2006) a utilização de aerofotos não-convencionais na forma de mosaico digital facilita e agiliza o processamento dos dados.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

Compreendeu a Área de Preservação Permanente (APP) do rio Guandu, estabelecida pela legislação (BRASIL, 1965), que abrange 100 metros de extensão a partir das margens do rio. O rio Guandu (Figura 7) possui 48 km de extensão, e sua largura varia entre 50 a 90 m, sendo que na área próxima a ilha da CEDAE apresenta uma largura aproximada de 30 m.



**Figura 7.** Localização geográfica do rio Guandu no Estado do Rio de Janeiro.

Nesse estudo, a área do leito do rio Guandu foi estratificada em quatro ambientes distintos: Ambiente 1 – leito encaixado; Ambiente 2 – várzeas fluviais; Ambiente 3 – planície aluvionar; Ambiente 4 – flúvio-marinho, próximo à foz. Os critérios para delimitação desses quatro ambientes são descritos mais adiante.



### 3.1.1 Clima

Predomina na região o clima Aw de Köppen, que designa um clima tropical úmido de savana, tipo de vegetação que não ocorre na região. O regime pluviométrico é assinalado pela existência de um período chuvoso de dezembro a março (verão), e estiagem de junho a agosto (inverno). A precipitação média anual é igual a 1270 mm, de acordo com dados dos últimos dez anos (1997 a 2006) da estação meteorológica da PESAGRO, localizada no município de Seropédica, RJ.

De acordo com dados da Base Aérea de Santa Cruz, a evaporação, medida em tanque classe A, apresenta valores mais elevados de dezembro a março e menos elevados entre maio e julho, sendo de 700 mm a evaporação média anual. A umidade média relativa do ar atinge valor máximo (88%) no período de maior pluviosidade (dezembro-março) e valor mínimo (65%) entre maio e setembro. A umidade relativa média anual observada é de 80% (SEMADS, 2001b).

Segundo SEMADS (2001b), em virtude do relevo e da proximidade com o oceano, o vento apresenta, como primeira predominância, os quadrantes sul (S) e oeste-sudoeste (OSO) e como segunda predominância os quadrantes norte-nordeste (NNE) e leste-nordeste (ENE). Quanto à velocidade do vento, no período 1981/89, o percentual de calmas (19,4%), é consideravelmente inferior ao de ventos com velocidade na faixa de 1,5 a 5,0 m/s (67,7%).

A insolação total anual, isto é, o número de horas de brilho do sol, é aproximadamente de 2.280 horas, com valores mais elevados registrados no trimestre junho-agosto. Os valores mais baixos são encontrados no período setembro-dezembro. A média anual de nebulosidade é de 6/8 e os períodos de maior e menor nebulosidade são setembro-dezembro e maio-agosto, respectivamente. A temperatura média anual varia de 20 a 27°C, sendo que a média das mínimas está entre 15 e 23°C e a média das máximas entre 26 e 32°C (SEMADS, 2001b).

A pressão atmosférica apresenta uma média anual da ordem de 1.015 hPa (hectopascal). Os maiores valores de pressão são registrados nos meses de junho a agosto, enquanto que os mais baixos ocorrem entre dezembro e março (SEMADS, 2001b).

### 3.1.2 Geologia, relevo e solos

A região de estudo está inserida no contexto da Baía de Sepetiba. Suas formas de relevo foram elaboradas principalmente durante o Terciário, sobre o controle morfo-estrutural pré-existente. Possivelmente, somente no final do Terciário definiu-se a escarpa falhada da Serra do Mar e a depressão tectônica da Baixada de Sepetiba, da qual faz parte a Bacia do rio Guandu (RADAMBRASIL, 1983). O cenário atual é constituído, então, por cordões marginais convexos (bancos marginais), resultantes da migração dos canais fluviais, contendo intercalações de sedimentos finos; bancos arenosos, relacionados a canais anastomosados (BERBERT, 2003).

O rio Guandu percorre numa extensa planície flúvio-marinha até desembocar na Baía de Sepetiba. A altitude no início do curso d'água é de 30 m, e segue descendo rumo à Baía, chegando a uma altitude de 11 m na área da ilha da CEDAE, localizada próxima à ETA Guandu. Os terrenos na APP do rio Guandu são praticamente planos, ou seja, com declividade desprezível, de acordo com o mapa de declividade (GOES, 2005).

O substrato da Bacia é constituído, em sua maioria, por rochas pré-cambrianas representadas por uma associação de gnaisses-granitóides, migmatitos e gnaisses, sobre os quais ocorrem sedimentos inconsolidados, resultantes de sedimentação fluvial, representados por formações arenosas, areno-argilosas, argilosas, siltosas e ocorrências esporádicas de níveis de cascalhos (RADAMBRASIL, 1983; BERBERT, 2003).

Quanto à geomorfologia, podemos encontrar na área cordões arenosos atuais, planície flúvio-marinha deltaica, planície flúvio-lacustre deltaica, planície aluvionar de cobertura, terraços e várzeas fluviais, terraço colúvio-aluvionar, colinas aplainadas (GOES, 2005). Em relação aos solos, as margens do rio Guandu são constituídas por várias classes, dentre as quais: Gleissolo Háptico e Tiomórfico, Cambissolo, Planossolo, Neossolo Quartzarênico e Flúvico, Organossolo e Argissolo Vermelho-Amarelo (SEMADS, 2001b; EMBRAPA, 2001).

Os solos do tipo Gleissolo Háptico são os mais comuns na região, pouco espessos (0,20 a 0,35 m), formados a partir da deposição de sedimentos argilosos em relevo plano em condições de excesso de umidade. Apresenta uma seqüência de horizonte A com acúmulo de matéria orgânica, podendo ser proeminente ou húmico, sobre C de cor cinzenta a cinzenta-esverdeada-escura. São solos mal drenados e sujeitos a grande oscilação do lençol freático durante o ano, chegando facilmente ao encharcamento. São formados por sedimentos argilo-siltosos ou argilosos que, quando próximo à foz, recebe influência constante das marés, o que favorece a acumulação de sais e de compostos de enxofre e, conseqüentemente, a formação de Gleissolo Tiomórfico. Os Neossolos Flúvicos apresentam horizonte A sobre camadas geralmente estratificadas e possuem drenagem baixa a moderada (SEMADS, 2001b).

### 3.1.3 Vegetação

A Bacia Hidrográfica do rio Guandu, situada no domínio da Mata Atlântica, era coberta, principalmente, por Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO & GÓES-FILHO, 1982). Devido ao desmatamento intenso na região para a expansão agropecuária e urbana, quase nada restou dessas formações. Os poucos remanescentes florestais encontrados estão localizados em Unidades de Conservação, como o Parque Nacional Serra da Bocaina e a Reserva Biológica do Tinguá. Além dessas formações, ocorrem na região restingas e mangues, que se encontram muito degradados por ações antrópicas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Cobertura vegetal por município da MRA-2

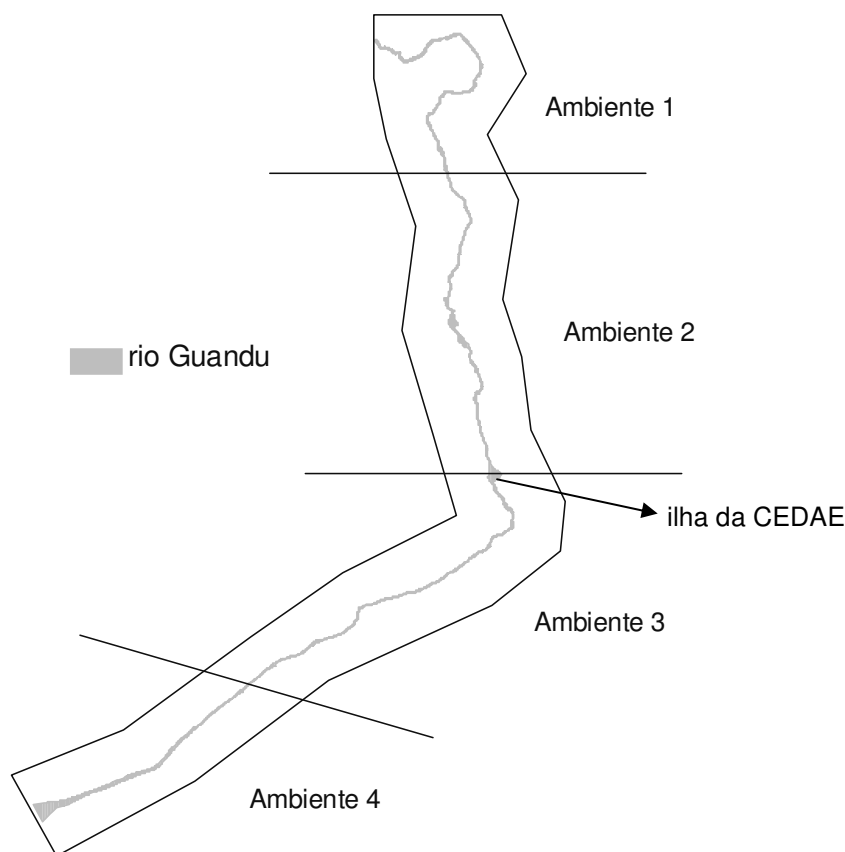
Município	Área na bacia (ha)	Floresta		Restinga		Mangue degradado		Mangue	
		ha	% <sup>1</sup>	ha	%	ha	%	ha	%
Eng. Paulo de Frontin	5.760	3.136	54,45						
Itaguaí	29.230	11.389	38,96	839	2,87	340	1,16	240	0,82
Japeri	8.290	1.045	12,60						
Mangaratiba <sup>2</sup>	36.070	15.224	80,60	2.207	6,12	48	0,13	100	0,28
Miguel Pereira <sup>3</sup>	25.240	14.697	60,32						
Nova Iguaçu	24.580	13.536	55,07						
Paracambi	17.930	7.301	40,72						
Piraí	11.690	4.325	37,00						
Queimados	7.800	794	10,18						
Rio Claro	31.870	19.834	62,23						
Rio de Janeiro	45.970	14.614	31,79	879	1,91	81	0,18	2.352	5,12
Seropédica	25.360	3.115	12,28						
<b>Total</b>	<b>269.790</b>	<b>109.011</b>		<b>3.925</b>		<b>469</b>		<b>2.692</b>	

Nota: (1) – Porcentagem da área municipal na bacia. (2) – A pequena área de Angra dos Reis, a oeste do Rio de Janeiro, foi computada como pertencente ao município de Mangaratiba. (3) Inclui a pequena área de Vassouras. Fonte: SEMADS (1998).

### 3.2 Estratificação do rio Guandu

Para descrever e delimitar os diferentes ambientes que ocorrem ao longo do rio Guandu foram utilizados observações de campo, dados da literatura, aerofotos digitais, mapa de uso da terra da APP na escala 1:3.000, mapas de geomorfologia e solos na escala 1:50.000 (GOES, 2001; GOES, 2005). O relevo também foi considerado um fator determinante para a delimitação dos ambientes, sendo a altitude ao longo do rio descrita através de um perfil topográfico obtido a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE). O MDE do rio Guandu foi obtido através de uma imagem SRTM da área, geoprocessada no ArcMap 9.0.

O limite entre os Ambientes 1 e 2 foi definido de acordo com a ocorrência de vegetação de várzea observada nas aerofotos, bem como a constatação visual da abrangência do leito do rio entre pequenas colinas (encaixado). Os Ambientes 2 e 3 foram separados pelas duas barragens presentes no rio, na altura da chamada “ilha da CEDAE”, onde o nível d’água é drasticamente reduzido após a passagem por essas barragens de captação, influenciando na ocorrência da vegetação de várzea. O Ambiente 4 foi delimitado de acordo com SEMADS (2001b), onde diz que a influência marinha se faz sentir até 8 km rio adentro (Figura 8).



**Figura 8.** Limites dos quatro ambientes existentes ao longo do rio Guandu, RJ.

Foram coletados dados de condutividade elétrica da água para verificar a influência superficial da cunha salina no Canal de São Francisco. Para isso, foi navegado o trecho final do Canal com um barco a motor, onde a cada 500 m foram coletadas e aferidas três amostras de água superficial do rio, utilizando-se um frasco de plástico e um condutivímetro digital (Figura 9).

Em cada aferição foram registradas as coordenadas do ponto de amostragem com o auxílio de um GPS de navegação modelo Garmin III Plus. A coleta foi realizada em 01/11/2006, entre 14 e 16h, com uma maré alta de aproximadamente 1,3 m de altura e vazão média de  $43 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Os dados do GPS foram processados com o uso dos programas GPS TrackMaker 13.0 (FERREIRA JUNIOR, 2005) e Arcview 3.2a.



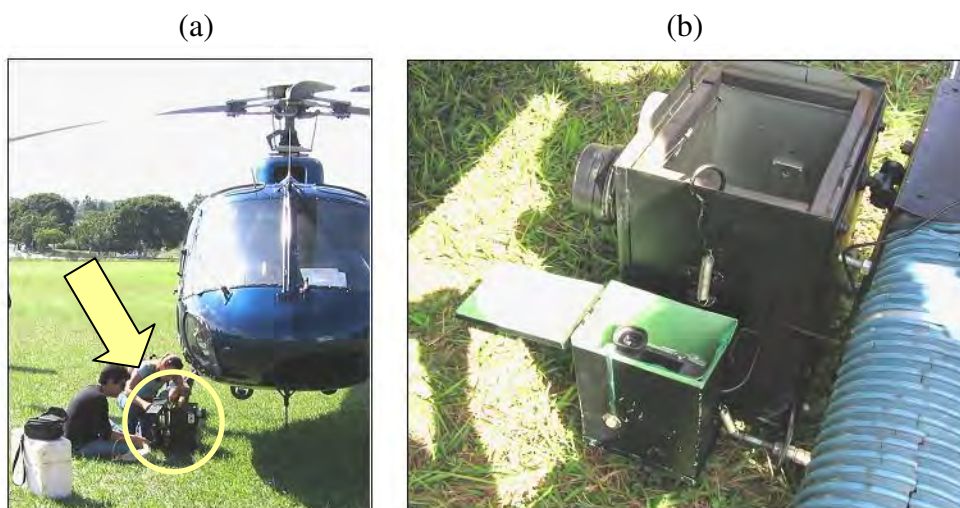
**Figura 9.** Metodologia utilizada para medir a condutividade superficial da água no trecho final do Canal de São Francisco.

### 3.3 Aerofotos e mapeamento do uso da terra

Para o mapeamento do uso da terra foram utilizadas 130 aerofotos digitais de pequeno formato, obtidas em 13 de junho de 2006 através de uma câmera modelo F-717 da Sony (5.0 megapixels), disparada automaticamente por um intervalômetro digital. A câmera foi acoplada a um helicóptero do tipo “Esquilo” - através de um equipamento desenvolvido para esse fim - que sobrevoou todo o percurso do rio Guandu (Figura 10).

Foi estabelecido previamente um plano de vôo de forma a obter a sobreposição de 60% entre as fotos. O helicóptero sobrevoou o rio numa altura de cerca de 1.000 m, gerando imagens com escala aproximada de 1:3.000. Cada fotografia cobriu uma área aproximada de 876 m X 650 m. No processamento das imagens foram utilizados diversos *softwares*. As fotografias foram agrupadas em mosaicos no PanaVue 2.10. Os mosaicos foram georreferenciados no ArcMap 9.0.

No ArcView 3.2a o rio foi vetorizado, no formato *shapefile*, a partir do qual criou-se um *buffer* de 100 metros de distância para cada lado do rio, compreendendo a Área de Preservação Permanente, estabelecida pela legislação vigente para rios com 50 a 200 metros de largura (Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771/1965), como é o caso do Guandu, cuja largura varia de 50 a 100 metros. O mapa de uso da terra foi gerado por meio de fotointerpretação e vetorização, também em formato *shapefile*, utilizando uma escala de 1:3.000 e considerando os limites da APP. As coordenadas geográficas do mapa foram transformadas em UTM e *Datum* SAD 69.



**Figura 10.** a) Acoplamento da câmera ao helicóptero e b) detalhe do equipamento.

Foram definidas nove classes de uso da terra na Área de Preservação Permanente do rio Guandu: agricultura, capoeira, mangue, mata, pastagem, restinga, solo exposto, urbano-industrial e várzea (Tabela 5). As áreas que compreenderam trechos de lagoas e rios afluentes não foram consideradas.

**Tabela 5.** Descrição dos usos da terra definidos para a APP do rio Guandu, RJ

Uso da terra	Descrição
Agricultura	Cultivos, principalmente de banana e coco.
Capoeira	Florestas em estágios iniciais de regeneração.
Mangue	Vegetação arbórea que sofre influência marinha e, portanto, se concentraram na foz do rio, próximas ao oceano.
Mata	Florestas em estágio médio a avançado de regeneração.
Pastagem	Áreas cobertas por gramíneas.
Restinga	Terrenos arenosos próximos à foz, mais secos que o mangue, com espécies arbóreas e arbustivas.
Solo exposto	Áreas sem nenhum tipo de cobertura vegetal.
Urbano-industrial	Casas, avenidas e instalações industriais.
Várzea	Vegetação de porte herbáceo, com espécies higrófilas e alta densidade de cobertura do solo.

A relação área/perímetro dos fragmentos florestais foi calculada através da dimensão fractal  $D$ . As paisagens com manchas mais simples e regulares terão  $D \sim 1$ , e as de forma mais complexa terão  $D \sim 2$  (YAMAJI, 2001; CUNHA *et al.*, 2005). A equação da dimensão fractal  $D$  é dada a seguir:

$$D = \frac{\log S}{\log P}$$

Onde:

S = área do fragmento

P = perímetro do fragmento

### 3.4 Mapeamento do grau de degradação ambiental

Foi gerado um mapa com o grau de degradação da APP em cada ambiente do rio Guandu, com base nos dados de uso da terra, proximidade da área urbana e da área com vegetação nativa em estágio médio a avançado de regeneração. Para cada categoria foram atribuídos pesos entre 0 e 1 de acordo com o nível de contribuição para a degradação ambiental, sendo 0 para o menor nível e 1 para áreas com nível máximo de contribuição (Tabela 6). Esse procedimento foi realizado no ArcMap 9.0 e ArcView 3.2a.

**Tabela 6.** Pesos atribuídos para cada classe dos temas relacionados ao uso da terra, de acordo com o nível de degradação ambiental

Tema	Classe	Peso
Uso da terra	Mata	0
	Mangue	0
	Restinga	0
	Capoeira	0,25
	Agricultura	0,50
	Pastagens	0,50
	Várzea	0,75
	Solo exposto	0,75
Proximidade da vegetação nativa (mata, mangue e/ou restinga)	Urbano-industrial	1
	0 a 50 metros	0
	50 a 100 metros	0,25
	100 a 200 metros	0,50
	200 a 350 metros	0,75
Proximidade da área urbano-industrial	Maior que 350 metros	1
	0 a 50 metros	1
	50 a 100 metros	0,75
	100 a 150 metros	0,50
	150 a 200 metros	0,25
Maior que 200 metros	0	

O mapa de uso da terra foi convertido para o formato *grid*, onde foram adicionados à sua tabela os pesos para cada classe de uso (Tabela 6). A área de várzea recebeu peso 0,75, pois nessa área ocorriam matas paludosas, mas, com a intervenção antrópica, elas desapareceram e o ambiente favoreceu o desenvolvimento de um tipo de vegetação frágil, de porte herbáceo, que não suporta os processos erosivos à margem do rio (SEMADS, 2001b).

O mapa de proximidade da área com vegetação nativa em estágio médio a avançado de regeneração considerou que essa área consiste numa fonte natural de propágulos, fazendo com que as áreas mais próximas sejam mais regeneráveis do que as mais distantes dessa vegetação. Esse mapa foi gerado no ArcMap 9.0, a partir de um *grid* das áreas cobertas por mata, mangue e restinga, utilizando-se a ferramenta Distância Euclidiana. No ArcView 3.2a, foram atribuídos os pesos de acordo com a distância da mata (Tabela 6). As distâncias foram estabelecidas segundo RANTA *et al.* (1998) e PIRES *et al.* (2004), onde diz que a maioria das espécies dispersoras consegue se locomover até 350 m em áreas abertas adjacentes à floresta.

O mesmo procedimento foi realizado para obtenção do mapa de proximidade da área urbano-industrial, considerando que as áreas adjacentes à mesma sejam mais impactadas do que as mais afastadas. Zonas num raio superior a 200 metros de distância das áreas urbano-industriais estariam sendo menos afetadas pelos impactos de natureza antrópica.

Esses três temas gerados foram submetidos a mapa de álgebra que realizou a soma dos pesos individuais. Para isso, foi utilizada a ferramenta *Map Calculator* do ArcView 3.2a. Essa soma gerou um índice que serviu de base para o mapa do grau de degradação da APP nos ambientes do rio Guandu. De acordo com cada valor do índice (que é soma dos pesos de cada classe dos temas), foi estabelecida uma classificação do grau de degradação das áreas (Tabela 7). Posteriormente, foi realizada uma reclassificação para o cálculo da porcentagem das áreas de acordo com as classes do grau de degradação.

**Tabela 7.** Classificação do grau de degradação das áreas de acordo com o índice gerado pela soma dos pesos nos três temas relacionados ao uso da terra

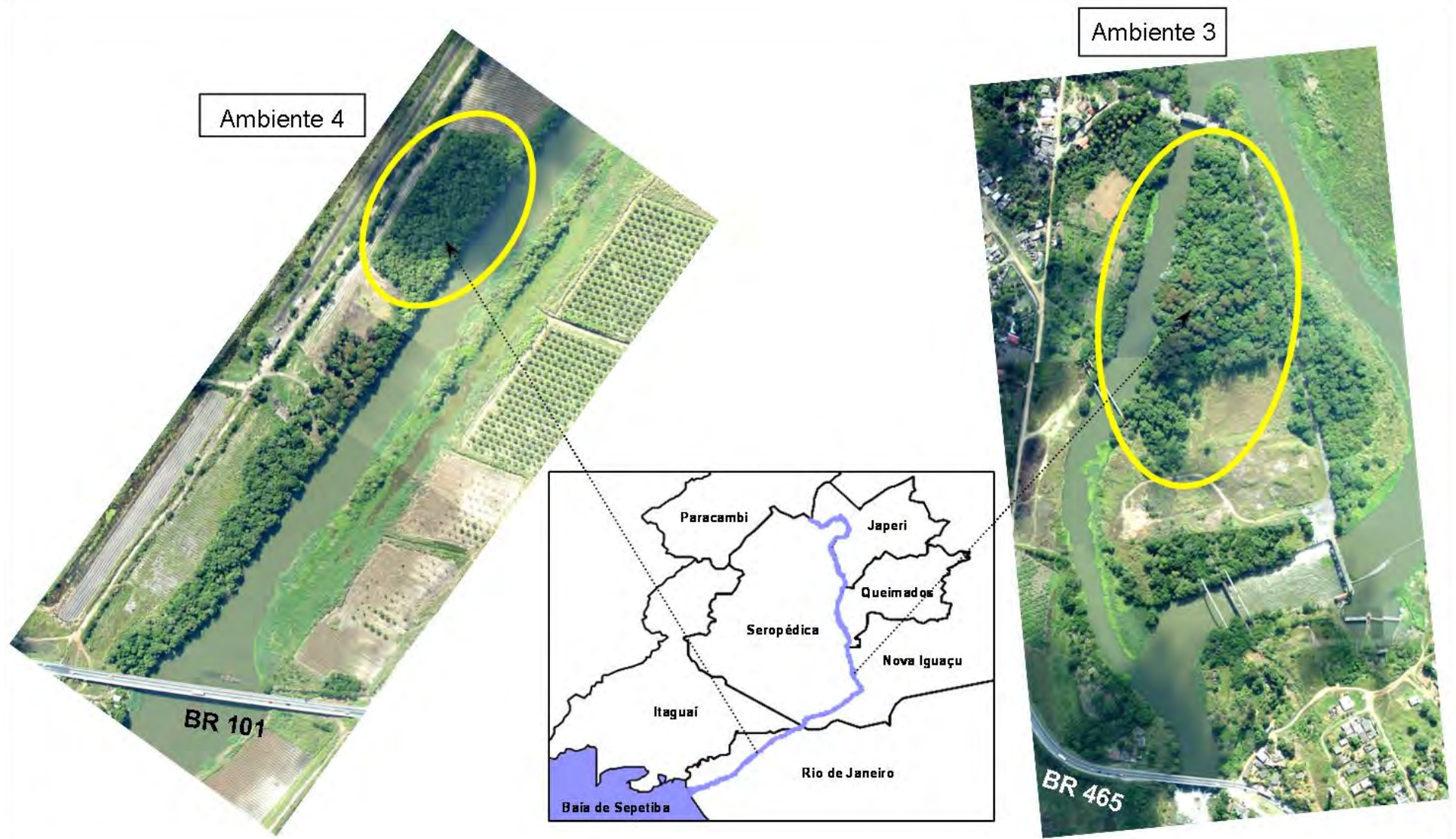
<b>Índice (soma dos pesos)</b>	<b>Grau de degradação</b>
0 a 0,75	Baixo
0,75 a 1,50	Moderado
1,50 a 2,25	Alto
2,25 a 3	Muito alto

### 3.5 Levantamento florístico e fitossociológico

Foram escolhidos dois fragmentos florestais no rio Guandu, para realização dos levantamentos florísticos e fitossociológicos: um fragmento na área flúvio-marinha (Ambiente 4), com 3,58 ha; e outro na planície aluvionar (Ambiente 3), com 3,85 ha (Figura 11). Esses fragmentos foram escolhidos por estarem mais preservados em comparação aos demais. Nos demais ambientes (1 e 2) foram feitas coletas e registros de observações de campo para determinar a composição florística. Nesses ambientes não foi realizado levantamento fitossociológico devido ao tamanho muito reduzido dos fragmentos. O levantamento foi realizado em agosto e outubro de 2006, respectivamente, no Ambiente 4 e 3.

Em cada um dos fragmentos escolhidos foram demarcadas parcelas de 10 X 10 m, ao longo de um transecto perpendicular à margem do rio. O transecto mediu 100 e 70 m de distância a partir da margem do rio, respectivamente, no Ambiente 3 e 4. Para cada espécime vegetal encontrado nas parcelas foi medida a CAP (circunferência do fuste a 1,3 m de altura, ou à altura do peito), estimada a altura (m) e coletada uma amostra de material botânico para posterior identificação. A CAP foi mensurada utilizando-se uma fita métrica.

Foram consideradas apenas as plantas que apresentaram CAP maior ou igual a 15,7 cm, ou seja, com DAP (diâmetro à altura do peito) maior que 5 cm. Foi construída uma curva do coletor para verificar o número cumulativo de espécies encontrado nas parcelas. As amostras dos espécimes coletados se encontram depositadas no herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da UFRRJ (RBR).



**Figura 11.** Localização das áreas onde foi realizado o levantamento florístico e fitossociológico da mata ciliar do rio Guandu.



Para cada família e espécie vegetal foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: DAP, área basal, frequência, dominância, densidade e os índices de valor de cobertura e de importância (Tabela 8).

**Tabela 8.** Parâmetros fitossociológicos calculados e suas respectivas equações

Parâmetro	Equação
Diâmetro à altura do peito (DAP)	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$
Área basal (AB)	$AB = \pi \left( \frac{DAP}{2} \right)^2$
Frequência absoluta (FA)	$FA = \frac{p}{P}$
Frequência relativa (FR)	$FR = \frac{FA}{\sum FA}$
Densidade absoluta (DA)	$DA = \frac{n}{S}$
Densidade relativa (DR)	$DR = \frac{DA}{\sum DA}$
Dominância relativa (DoR)	$DoA = \frac{AB}{S}$
Dominância Absoluta (DoA)	$DoR = \frac{DoA}{\sum DoA}$
Índice de valor de cobertura (IVC)	$IVC = DR + DoR$
Índice valor de importância (IVI)	$IVI = FR + DR + DoR$

Nota:  $p$  = número de parcelas em que a espécie ocorre;  $P$  = número total de parcelas;  $n$  = número de indivíduos de uma espécie;  $S$  = área amostrada.

Foi traçado um perfil da vegetação arbórea para cada fragmento, de acordo com a distância da margem do rio, através dos dados de DAP, altura das árvores e número de indivíduos. Com os resultados desse perfil, foi estabelecida uma distância para o efeito de borda de 20 metros.

Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) no programa PC-ORD 3.12 (MCCUNE & MEFFORD, 1997), através de uma tabela de presença/ausência, para verificar quais espécies são mais comumente encontradas na margem do rio, na borda ou no interior do fragmento, considerando-se a distância estabelecida para o efeito de borda (20 m).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mata ciliar na Área de Preservação Permanente do rio Guandu se encontra bastante reduzida, onde os remanescentes representaram somente 11,6% do total de 934,4 ha da APP do rio Guandu, sendo que apenas 7,4% equivalem a florestas em estágio médio a avançado de sucessão (mata), e o restante (4,2%) corresponde a florestas em estágios iniciais de regeneração (capoeira [Tabela 9]). Esse resultado não difere dos encontrados por outros autores para vegetações ribeirinhas (e.g. AZEVEDO, 1998; FERREIRA & DIAS, 2004; GASPARINO *et al.*, 2006).

Quanto ao uso antrópico, as classes totalizaram 67,5% da APP, sendo a pastagem o uso mais expressivo, cobrindo 38,3% da área. Em outros estudos de levantamento do uso de solo em bacias hidrográficas, a pastagem também foi a classe de uso mais representativa (e.g. CUNHA *et al.*, 2006; NASCIMENTO *et al.*, 2006). Nos estudos de ENDRES *et al.* (2006), o tipo de ocupação do solo influenciou na manifestação dos processos erosivos, sendo estes de maior intensidade em áreas mais antropizadas.

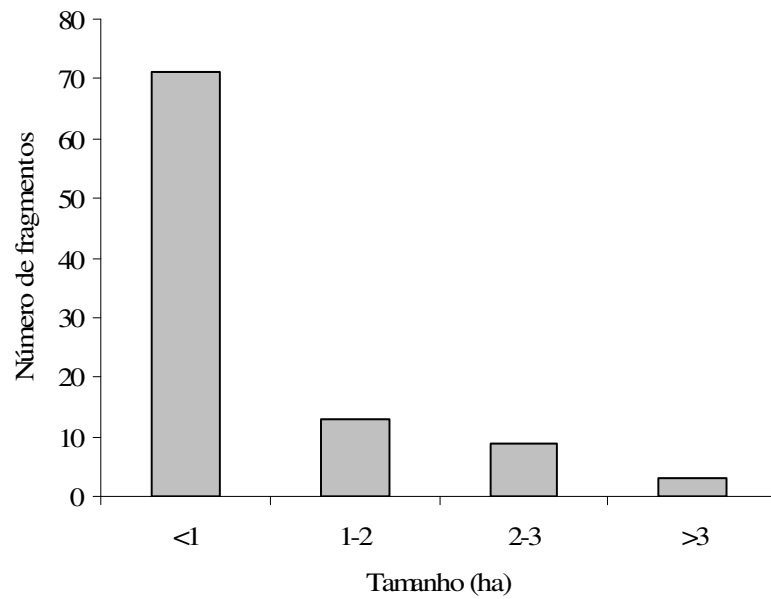
**Tabela 9.** Uso da terra na Área de Preservação Permanente do rio Guandu, RJ

Uso da terra	Área		Perímetro	
	(ha)	(%)	(m)	(%)
Pastagem	357,69	38,3	131755	33,5
Agricultura	165,61	17,7	55390	14,1
Urbano-industrial	107,95	11,5	37092	9,4
Várzea	102,98	11,0	45548	11,6
Solo exposto	69,96	7,5	36004	9,2
Mata	69,08	7,4	48629	12,4
Capoeira	39,42	4,2	26016	6,6
Mangue	10,93	1,2	3975	1,0
Restinga	4,96	0,5	3044	0,8
Total	934,40	100	393045	100

Nota: As lagoas e trechos de rios afluentes, apesar de não mencionados na tabela por não se tratar de uso da terra, foram somados no total da APP e corresponderam a 5,83 ha, ou seja, 0,6% da área.

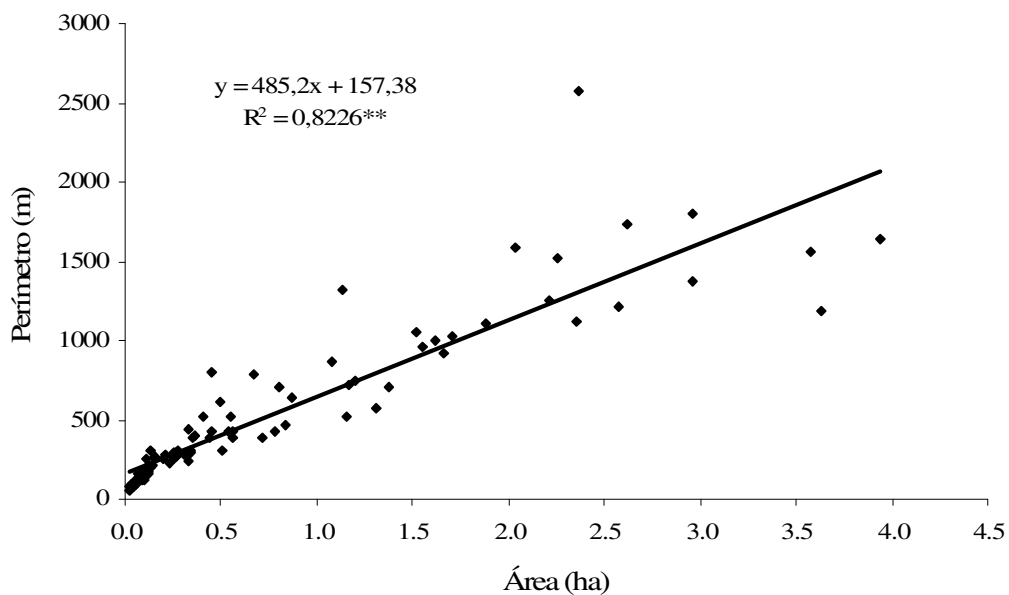
A mata se encontra distribuída em 96 fragmentos, sendo a grande maioria deles com área menor que 1 ha (Figura 12). O tamanho dos fragmentos variou de 0,02 a 3,94 ha, e o tamanho médio geral dos fragmentos foi igual a 0,72 ha, com desvio padrão de  $\pm 0,93$  ha. O pequeno tamanho dos fragmentos, associado à vizinhança desses com classes de uso de solo resultantes de ações antrópicas, podem indicar que os mesmos vêm sofrendo vários tipos de distúrbios (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

Essa fragmentação excessiva de ecossistemas originais gera efeitos negativos nas populações que neles vivem, muitas vezes de difícil reparação (THOMAZINI & THOMAZINI, 2000). Os ecossistemas fragmentados se reduzem a um mosaico de “ilhas” de variadas formas e tamanhos, cada vez menores e mais isoladas (FERNANDEZ, 2004). Pequenos fragmentos e fragmentos com baixa relação área/perímetro recebem forte influência dos efeitos da borda, sendo mais vulneráveis a distúrbios ecológicos (MARINI-FILHO & MARTINS, 2000).



**Figura 12.** Tamanho dos fragmentos da mata ciliar do rio Guandu.

A Figura 13 representa as áreas em relação aos perímetros dos fragmentos florestais. A dimensão fractal ( $D$ ) encontrada nessa relação variou de 1,3 a 1,5, indicando que os fragmentos remanescentes apresentam no geral forma simples, ou seja, com bordas menos sinuosas ( $D \sim 1$ ), o que explica a tendência linear do gráfico (CUNHA *et al.*, 2005). Segundo YAMAJI (2001), a dimensão fractal fornece índices que diminuem o grau de subjetividade na avaliação e entendimento da fragmentação da paisagem.



**Figura 13.** Relação entre área e perímetro dos fragmentos da mata ciliar do rio Guandu.

O histórico de ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do rio Guandu, primeiramente para o uso agrícola e posteriormente para implantação de indústrias diversas, expansão urbana e extração de areia, foi o principal responsável por essa redução drástica da vegetação natural. Na região onde se situa a Bacia Hidrográfica do rio Guandu predominava originalmente a Mata Atlântica, mas com a grande destruição da vegetação nativa, o ambiente foi severamente modificado, havendo hoje o predomínio de pastagens e áreas degradadas (SEMADS, 2001b).

O índice de degradação calculado demonstrou que apenas 26% da APP do rio Guandu apresenta um grau baixo de degradação, sendo a situação de grande parte da área considerada como de degradação moderada (41%), e o restante (33%) com uma degradação variando de alta a muito alta (Tabela 10). A predominância das classes de uso antrópico influenciou no resultado desse índice. Além disso, 43% da APP se encontra até 200 m de distância da área urbana, e 30% acima de 350 m de distância da área coberta por vegetação nativa em estágio médio a avançado de regeneração, o que explica os resultados obtidos pelo índice de degradação.

**Tabela 10.** Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com vegetação nativa

Tema	Classe	Área (%)
Grau de degradação	baixo	26
	moderado	41
	alto	22
	muito alto	11
Proximidade da área urbano-industrial	até 50 m	18
	50 a 100 m	8
	100 a 150 m	10
	150 a 200 m	8
	acima de 200 m	57
Proximidade da vegetação nativa (mata, mangue e restinga)	até 50 m	24
	50 a 100 m	13
	100 a 200 m	21
	200 a 350 m	12
	acima de 350 m	30

Apesar de a maioria das espécies conseguirem alcançar até 350 m em áreas abertas adjacentes às florestas nativas (PIRES *et al.*, 2004), RANTA *et al.* (1998) afirmam que alguns insetos e aves não atravessam distâncias acima de 100 m em áreas abertas. De acordo com a Tabela 10, 63% da APP do rio Guandu consistem em áreas que distam mais de 100 m das matas, o que pode dificultar a dispersão de propágulos e, conseqüentemente, a regeneração dessas áreas.

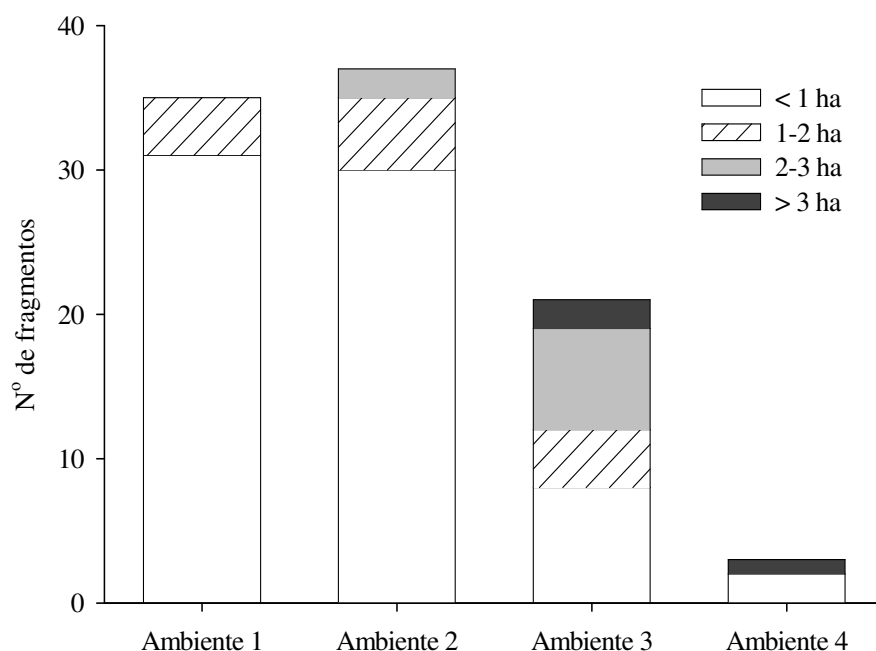
ABDULLAH & NAKAGOSHI (2007) determinaram que a fragmentação das florestas está correlacionada positivamente com os usos antrópicos da terra, como agricultura, pastagens e áreas urbanas. Segundo os autores, a utilização de um único índice em diferentes paisagens naturais pode ser um caminho para identificar as áreas florestais naturais mais ameaçadas. Concluíram ainda que, para um melhor planejamento e manejo do uso da terra, é vital a compreensão da relação entre os diferentes usos antrópicos da terra e o grau de degradação da floresta medido por um único índice.

É preciso ressaltar que existe a possibilidade de outros fatores físicos influenciarem na degradação ambiental, como tipo de solo, relevo e clima, e que os critérios aqui utilizados enfatizaram apenas os fatores relacionados aos diferentes tipos de cobertura do solo.

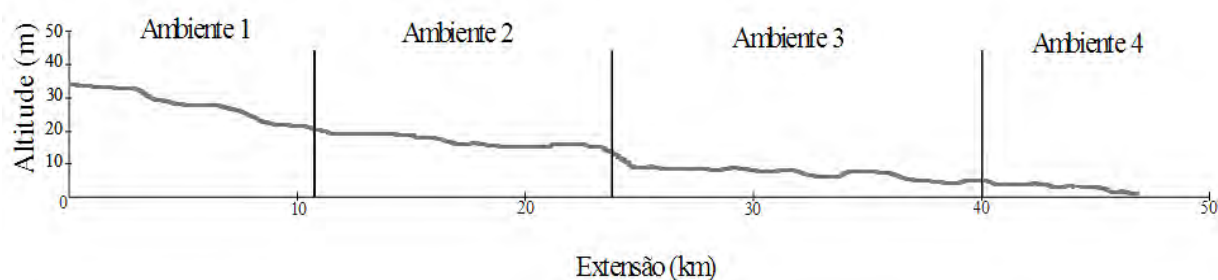
Os resultados sugerem que somente a criação de leis e decretos não garante a preservação de matas ciliares. LINDNER & SILVEIRA (2003) contrastando a legislação de áreas ripárias com programas para proteção dessas áreas nos governos estaduais do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, concluíram que, mesmo com diversas articulações, os programas implantados nos Estados não foram suficientes para proteger esse tipo de ecossistema. Salientaram que, sem estudos sobre a dinâmica que ocorre nas áreas ripárias, não se pode concluir se as distâncias expressas numericamente na legislação vigente para faixas marginais são compatíveis com os princípios de preservação.

Essa mesma teoria foi reforçada com os resultados obtidos por RODEWALD & BAKERMANS (2006). Segundo esses autores, além de estabelecer uma largura mínima da faixa marginal com o objetivo de conservar uma floresta ribeirinha, deveriam ser levados em consideração a comunidade vegetal - pois a extensão do efeito de borda varia de acordo com a espécie arbórea - e o uso da terra ao redor da floresta - pois até mesmo florestas ribeirinhas largas são vulneráveis à influência de usos da terra circunvizinhos.

O rio Guandu apresenta diferentes ambientes ao longo de seu curso, cada qual influenciado pelas modificações que ocorrem na paisagem e na vegetação, influenciadas pelas suas características ambientais peculiares. A predominância dos tipos de ocupação do solo (Figura 14). A ocorrência desses ambientes ao longo do rio foi influenciada principalmente pela variação do relevo (Figura 15).



**Figura 14.** Fragmentos de mata ciliar nos quatro ambientes do rio Guandu, separados em classes de tamanho.



**Figura 15.** Perfil topográfico do rio Guandu, RJ, com os limites de abrangência dos seus quatro ambientes.

A região de confluência do rio Santana com o Ribeirão das Lages, que ocorre numa altitude pouco acima de 30 m, onde se inicia o rio Guandu, apresenta uma paisagem bem distinta das que se observam nas áreas de baixada em que o rio percorre. Nessa área, devido a um afunilamento natural da calha, o rio corre bem encaixado entre pequenas colinas. Já nas áreas de baixada, próximas às margens, há presença marcante de áreas alagadas e, em seguida, de solos aluvionares - áreas propícias à extração de areia. No trecho à jusante, a vegetação ciliar sofre influência marinha devido à penetração da cunha salina no Canal de São Francisco, cuja extensão varia devido à influência da vazão do rio e da altura da maré. Com isso, ocorre quatro tipos de ambientes ao longo do rio Guandu (Tabela 11): um ambiente onde o leito do rio encontra-se encaixado (Ambiente 1); uma área extensa de planície com vegetação típica de várzea (Ambiente 2); planícies aluvionares (Ambiente 3); e um ambiente flúvio-marinho, próximo à foz do rio (Ambiente 4).

**Tabela 11.** Principais características de cada ambiente do rio Guandu, RJ

Amb.	Geo.	Altitude (m)	APP (ha)	Extensão (km)	Principais Solos	Uso da terra predominante	Frag.
1	Leito encaixado	20 – 30	216	11	Argissolo, Gleissolo e Cambissolo	Pastagem	35
2	Várzea fluvial	11 – 20	260	13,5	Planossolo e Gleissolo	Várzea	37
3	Planície aluvionar	5 – 12	272	16	Neossolo	Agricultura	21
4	Flúvio-marinho	0 – 10	187	8	Gleissolo	Pastagem	3

Nota: Amb.= ambiente; Geo.= geomorfologia; APP= área de preservação permanente; Frag.= número de fragmentos florestais.

As variações ambientais do rio Guandu podem afetar as comunidades vegetais, o que pode ser observado pela ocorrência de algumas espécies em apenas um dos quatro ambientes. As 29 espécies arbóreas encontradas nesse estudo são apresentadas na Tabela 12.

**Tabela 12.** Famílias e espécies arbóreas encontradas na mata ciliar do rio Guandu, RJ, ambiente em que ocorrem e grupo ecológico

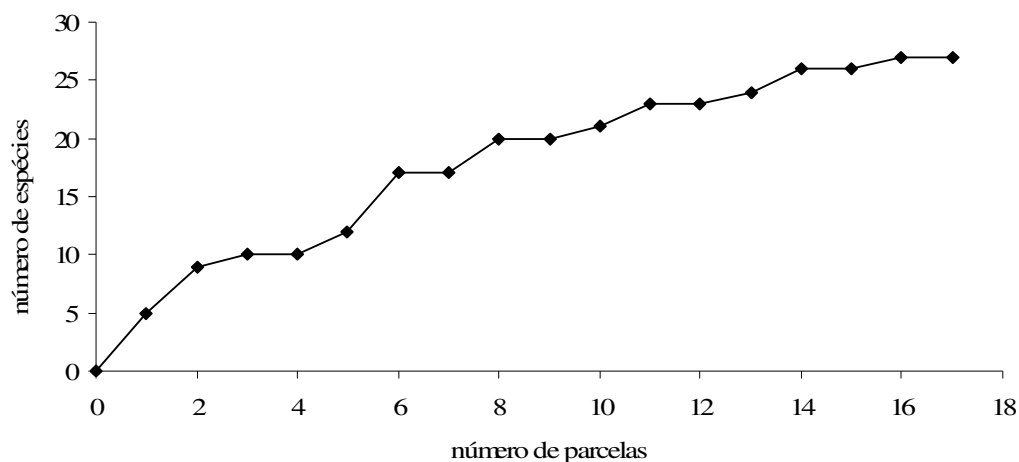
Família / Espécie	Nome vulgar	Ambiente	Grupo Ecológico
ANACARDIACEAE			
<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	1, 2 e 3	E
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira	3	P
APOCYNACEAE			
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	leiteiro	4	S
BOMBACACEAE			
Bombacaceae sp1	barriguda	3	S
CAESALPINACEAE			
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	3 e 4	Si
CECROPIACEAE			
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	embaúba branca	1, 2, 3 e 4	P
COMBRETACEAE			
<i>Terminalia</i> sp	amendoeira	4	P
EUPHORBIACEAE			
<i>Croton</i> sp		1, 2 e 4	P
LAURACEAE			
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	canela-ferrugem	4	St
<i>Nectandra</i> sp		3	S
FLACOURTIACEAE			
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatonga	4	St
<i>Xylosma</i> sp	espinho-de-judeu	3	St
Flacourtiaceae sp1		3	S
Flacourtiaceae sp2		4	S
MELIACEAE			
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	carrapeta	2, 3 e 4	Si
MIMOSACEAE			
<i>Inga edulis</i> Mart.	ingá	2, 3 e 4	Si
MORACEAE			
<i>Ficus clusiifolia</i> (Miq.) Schott ex Spreng.	figueira	3	Si
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	jaqueira	1, 2 e 3	E
MYRTACEAE			
<i>Eucalyptus</i> sp	eucalipto	4	E
<i>Eugenia</i> sp		3	St

**Tabela 12.** Continuação

Família / Espécie	Nome vulgar	Ambiente	Grupo Ecológico
<i>Myrcia</i> sp	cambuí	4	P
<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	1, 2 e 3	P
Myrtaceae sp1	jambo-do-mato	4	S
PIPERACEAE			
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	pipeira	3	St
RUTACEAE			
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-porca	4	Si
SOLANACEAE			
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	joá-manso	1, 2, 3 e 4	P
SYMPLOCACEAE			
<i>Symplocos</i> sp		3	Si
ULMACEAE			
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	grandiuva	1, 2, 3 e 4	P
VOCHYSIACEAE			
<i>Vochysia</i> sp		4	St

Nota: P = pioneira, S = secundária, Si = secundária inicial, St = secundária tardia, E = exótica.

As espécies exóticas, como *Mangifera indica* L. (mangueira), *Eucalyptus* sp (eucalipto) e *Artocarpus heterophyllus* Lam. (jaqueira), também foram listadas por serem muito comuns na área. A curva do coletor (Figura 16) mostra que após a amostragem da vegetação em 14 parcelas, onde a curva começa a se estabilizar, não há aumento considerável da riqueza em espécies.

**Figura 16.** Curva do coletor para as espécies arbóreas amostradas no rio Guandu, RJ.



A seguir, são descritos os quatro ambientes do rio Guandu quanto às características físicas e da vegetação, uso da terra e grau de degradação.

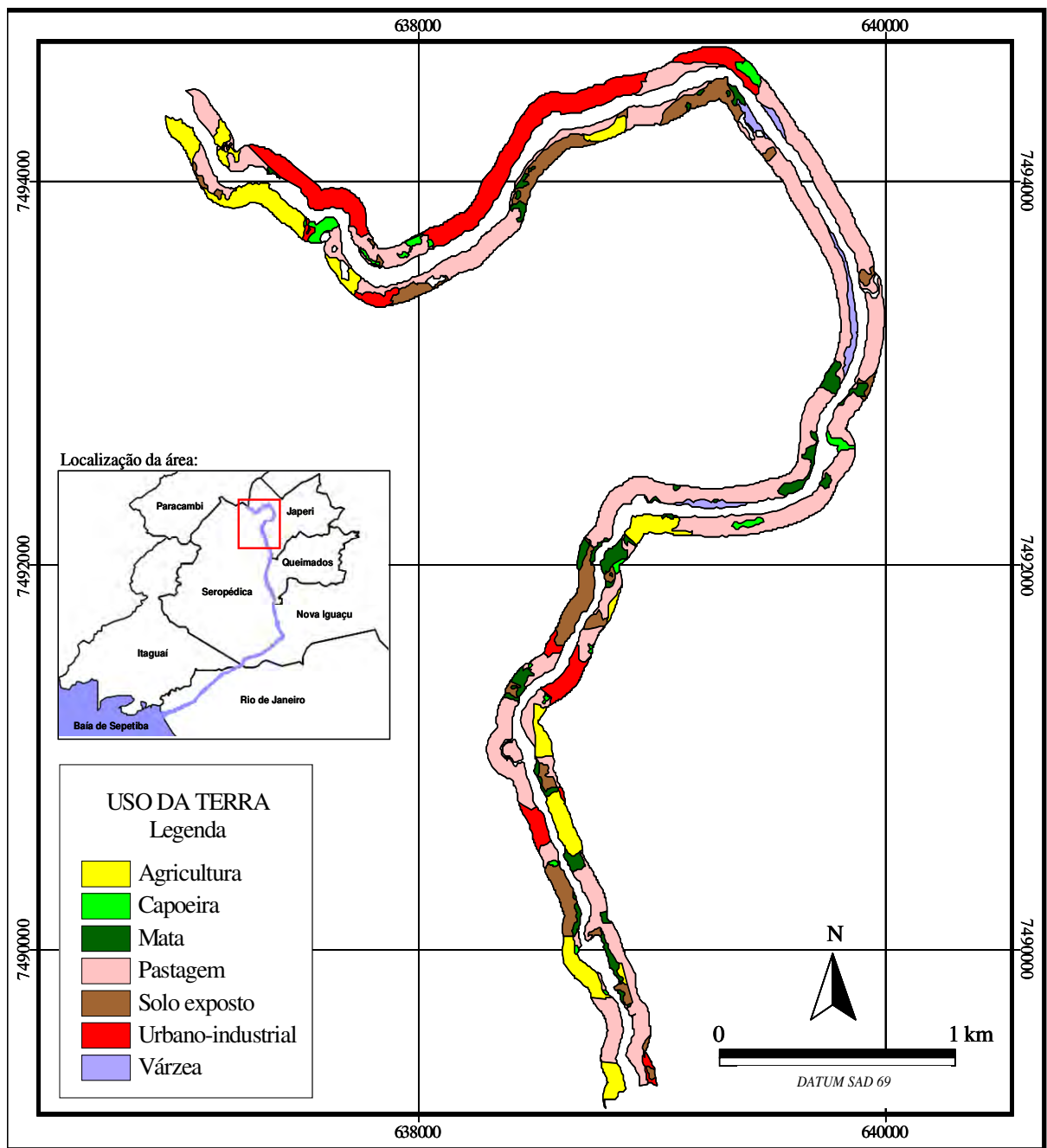
#### **4.1 Ambiente 1 – Leito encaixado**

No Ambiente 1 (Figura 17) o rio corre encaixado e possui uma calha bem definida. A altitude aumenta conforme vai se afastando da margem do rio, formando vales estruturais. Esse ambiente está situado a uma altitude que varia de 20 a 30m, sendo que em alguns locais há presença de colinas que chegam a 100m. A área de preservação permanente nesse ambiente possui 216 ha e 11 km de extensão. Geomorfologicamente, predominam colinas estruturais, isoladas e com topos aplainados, além da presença de borda dissecada de planalto, encosta de talus, alguns terraços colúvio-aluvionares e várzea fluvial (GOES, 2005). Quanto aos solos, há presença de Gleissolo Háptico, Gleissolo Húmico, Cambissolo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Planossolo (GOES, 2005), além de Latossolo, Neossolo Flúvico e Litólico (GOES, 2001).



**Figura 17.** Ambiente 1 (leito encaixado) do rio Guandu, RJ.

A classe de uso da terra que se destaca é a pastagem, que equivale a 50% da APP nesse ambiente, seguida de área urbano-industrial (16%), agricultura (12%), solo exposto (10,5%), floresta em estágio médio a avançado de sucessão (5,6%), floresta em estágio inicial de sucessão e várzea, ambas com cerca de 2% (Figura 18 e Tabela 13).



**Figura 18.** Uso da terra no Ambiente 1 (leito encaixado) da APP do rio Guandu, RJ.

**Tabela 13.** Uso da terra na Área de Preservação Permanente do Ambiente 1 (leito encaixado) do rio Guandu, RJ

Uso da terra	Área		Perímetro	
	(ha)	(%)	(m)	(%)
Pastagem	108,23	50,2	40227	42,9
Urbano-industrial	34,71	16,1	11010	11,7
Agricultura	25,97	12,0	9910	10,6
Solo exposto	22,76	10,6	11401	12,2
Mata	12,16	5,6	10737	11,4
Capoeira	5,52	2,6	4858	5,2
Várzea	4,69	2,2	3816	4,1
Total	215,78	100	93823	100

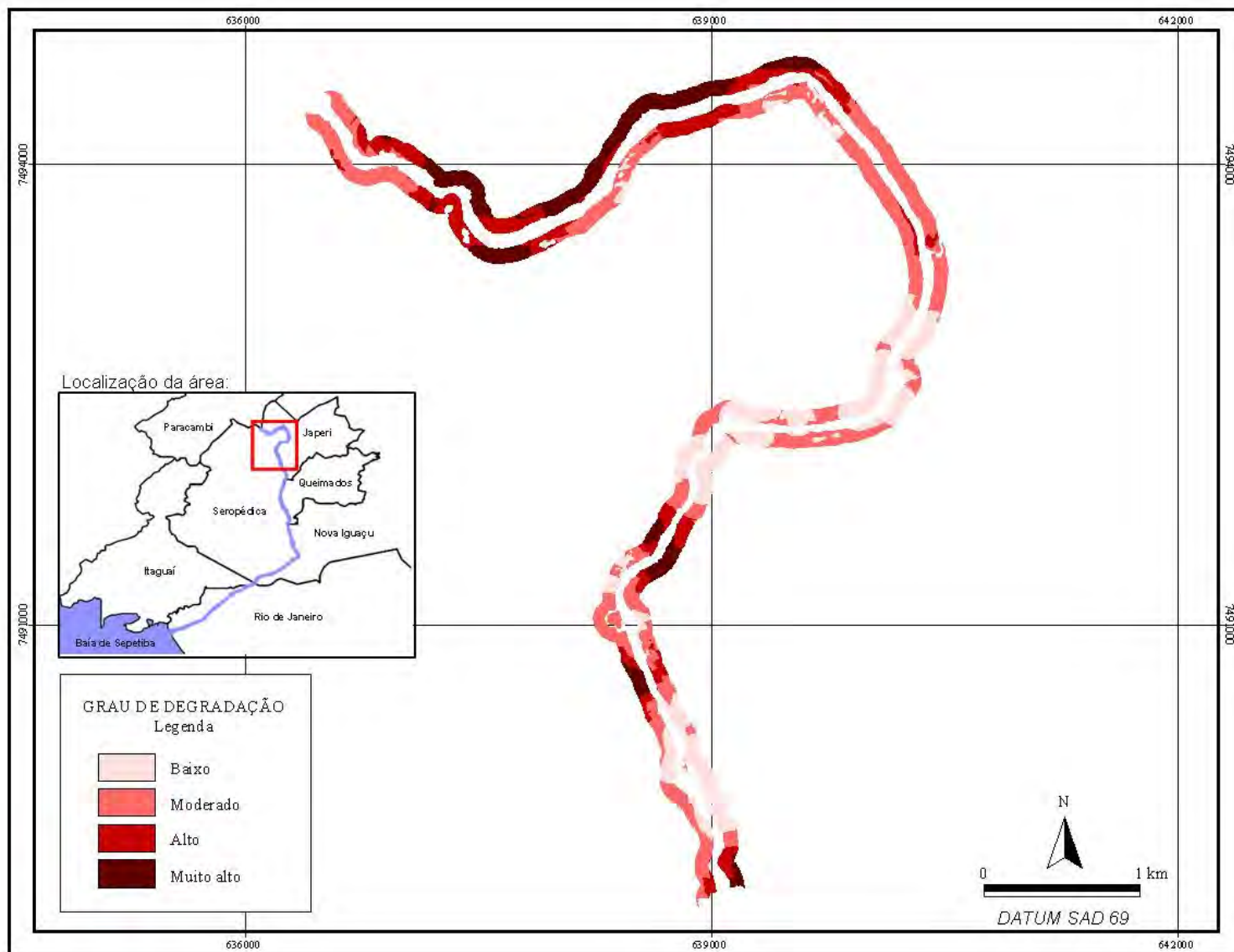
A expressiva ocorrência de pastagens e cultivos no Ambiente 1 pode ser explicada pelo grande número de propriedades rurais nessa região. Além disso, solos como Latossolo e Argissolo, que ocorrem na área, favorecem essas atividades (FIORIO *et al.*, 1999). A classe de uso urbano-industrial também teve peso relevante, principalmente devido ao fato desse ambiente abranger parte da área urbana dos municípios de Queimados e Japeri, além de algumas fábricas situadas próximas à margem do rio Guandu.

A mata ciliar, apesar de apresentar um elevado número de fragmentos (35) em comparação com o demais ambientes, a grande maioria dos mesmos (31) possui área menor que 1 ha, sendo que apenas quatro apresentam área entre 1 e 2 ha. O tamanho reduzido faz com que o efeito de borda abranja praticamente toda a área do fragmento, podendo, muitas vezes, causar impacto na comunidade vegetal, como aumento na mortalidade de árvores (NASCIMENTO & LAURANCE, 2006).

Podemos observar o grau de degradação que se encontra a APP no ambiente 1 do rio Guandu na Tabela 14 e Figura 19. De acordo com os dados da tabela, 35% da APP se encontram em estado de alto a muito alto de degradação ambiental. Por se tratar de um ambiente onde a calha do rio encontra-se encaixada entre colinas, ou seja, onde há uma maior declividade próxima às margens do rio, esses resultados podem indicar a grande suscetibilidade desse ambiente a processos erosivos.

**Tabela 14.** Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com mata, no Ambiente 1 da APP do rio Guandu, RJ

Tema	Classe	Área (%)
Grau de degradação	Baixo	25
	Moderado	40
	Alto	18
	Muito alto	17
Proximidade da área urbano-industrial	Até 50 m	23
	50 a 100 m	8
	100 a 150 m	11
	150 a 200 m	8
	Acima de 200 m	50
Proximidade da mata	Até 50 m	22
	50 a 100 m	15
	100 a 200 m	26
	200 a 350 m	17
	Acima de 350 m	21



**Figura 19.** Grau de degradação da APP no Ambiente 1 (leito encaixado) do rio Guandu, RJ.

A grande proximidade dos centros urbanos, como Japeri e Paracambi, fez com que 50% da área estejam situadas até 200 m de distância desses centros. Apesar de 79% da APP não apresentarem barreiras relacionadas à distância às fontes de propágulo, apenas 37% da área encontraram-se até 100 m dessas fontes, podendo a distância representar uma barreira para um grupo importante de espécies dispersoras no restante da área (RANTA *et al.*, 1998).

As espécies arbóreas mais comuns na mata ciliar desse ambiente são *Cecropia hololeuca* Miq. (embaúba), *Croton* sp, *Trema micrantha* (L.) Blume (grandiuva), *Solanum Argenteum* Dunal (joá-manso), *Psidium grajava* (goiabeira), além das exóticas *Mangifera indica* L. (mangueira) e *Artocarpus heterophyllus* Lam. (jaqueira). A presença de espécies pioneiras e de espécies exóticas invasoras, como a jaqueira, pode indicar que esses remanescentes vêm sofrendo muitas perturbações (RODRIGUES, 1999). Segundo PRIMACK & RODRIGUES (2001), as espécies exóticas invasoras são agressivas, pois competem com as nativas por recursos, causando uma grande redução, e até mesmo a extinção, de algumas espécies locais. Os ecossistemas ripários são ambientes em tênue equilíbrio, e a introdução de espécies exóticas pode causar um efeito drástico na vegetação ribeirinha (ANDERSON *et al.*, 2006).

#### 4.2 Ambiente 2 – Várzea fluvial

A área de preservação permanente no Ambiente 2 (várzea fluvial [Figura 20]) possui cerca de 260 ha e 13,5 km de extensão, e está situada a uma altitude que varia de 11 a 20 m. Geomorfologicamente, ocorrem nesse ambiente colina aplainada, planície aluvionar e várzea fluvial, com predomínio dessa última (GOES, 2005). Quanto aos solos, há presença de Cambissolo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Planossolo, com maior destaque para solos hidromórficos, como Gleissolo (GOES, 2005).



**Figura 20.** Ambiente 2 (várzea fluvial) do rio Guandu, RJ.

Nesse ambiente, a várzea ocupou 37% do solo da APP do rio Guandu, seguida da pastagem, com 31,30% (Tabela 15 e Figura 21). A presença marcante de Gleissolo, juntamente com outras variáveis, determina uma paisagem com áreas alagáveis, que por sua vez favorece o desenvolvimento de uma vegetação bem característica, com plantas herbáceas higrófilas, resistentes às inundações. Nessa vegetação, há presença de grande quantidade de *Typha* sp (taboa), *Costus spicatus* (Jacq.) Sw. (canavieira-do-brejo), *Panicum* sp (capim-de-planta) e *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (gigoga).

A pequena representatividade das classes de uso urbano-industrial e agricultura demonstram a baixa potencialidade dessas áreas para esses fins, devido principalmente ao fato das mesmas estar sujeitas ao alagamento.

**Tabela 15.** Uso da terra na Área de Preservação Permanente do Ambiente 2 (várzea fluvial) do rio Guandu, RJ

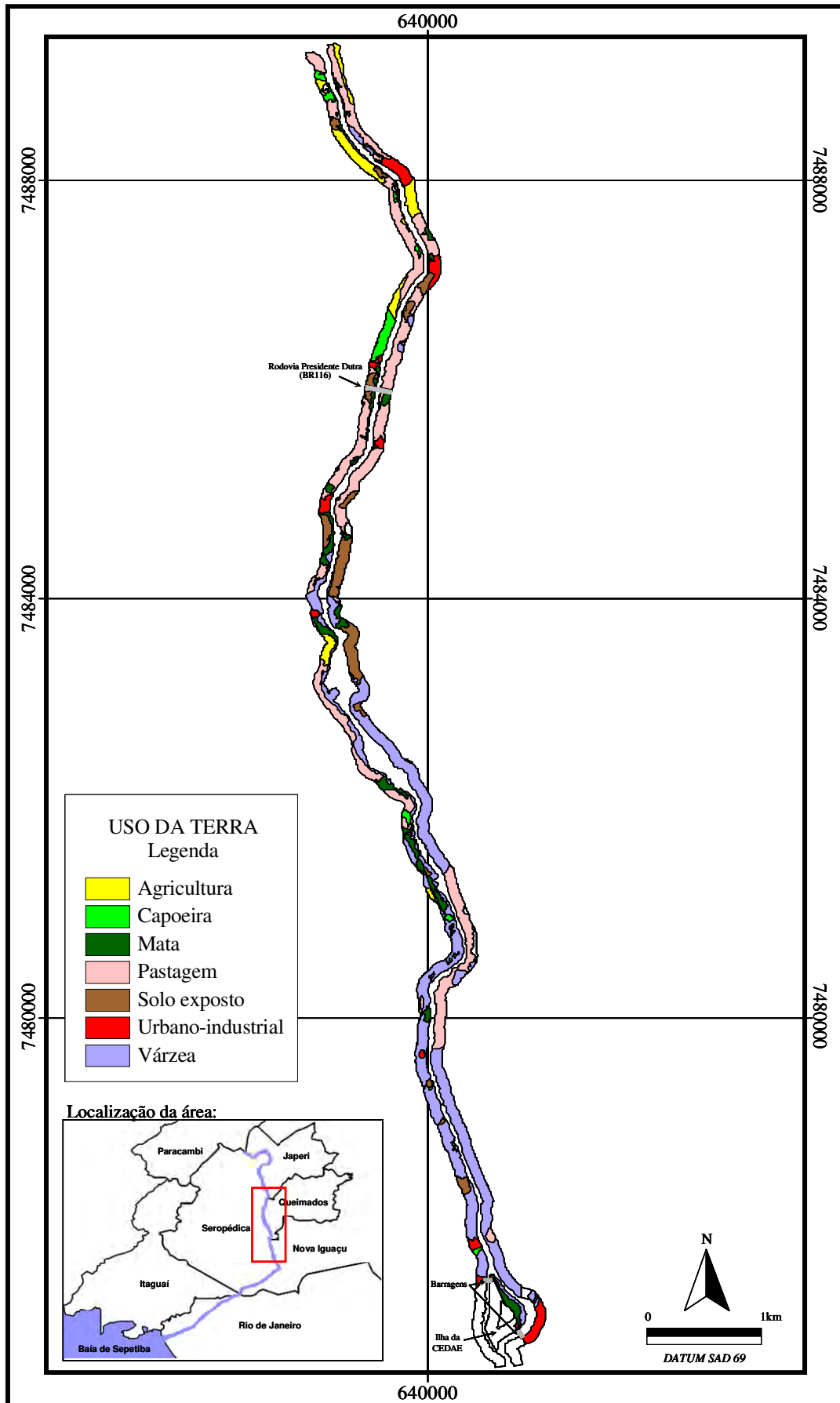
Uso da terra	Área		Perímetro	
	(ha)	(%)	(m)	(%)
Várzea	96,11	37,0	39885	33,7
Pastagem	81,21	31,3	32040	27,1
Solo exposto	21,91	8,4	9950	8,4
Mata	18,85	7,3	14841	12,6
Agricultura	15,32	5,9	6840	5,8
Urbano-industrial	14,48	5,6	7020	5,9
Capoeira	8,11	3,1	4766	4,0
Total	259,44	100	118197	100

Outro fator determinante nesse ambiente é a presença de duas barragens da CEDAE, uma em cada lado da chamada “ilha da CEDAE”, elevando o nível d’água a montante das barragens, contribuindo para o alagamento das terras adjacentes, o que delimita a transição do Ambiente 2 para o Ambiente 3. À montante das barragens ocorre a formação da Lagoa do Guandu, região de confluência dos rios dos Poços e Ipiranga, que despejam grande quantidade de poluentes na água do rio Guandu.

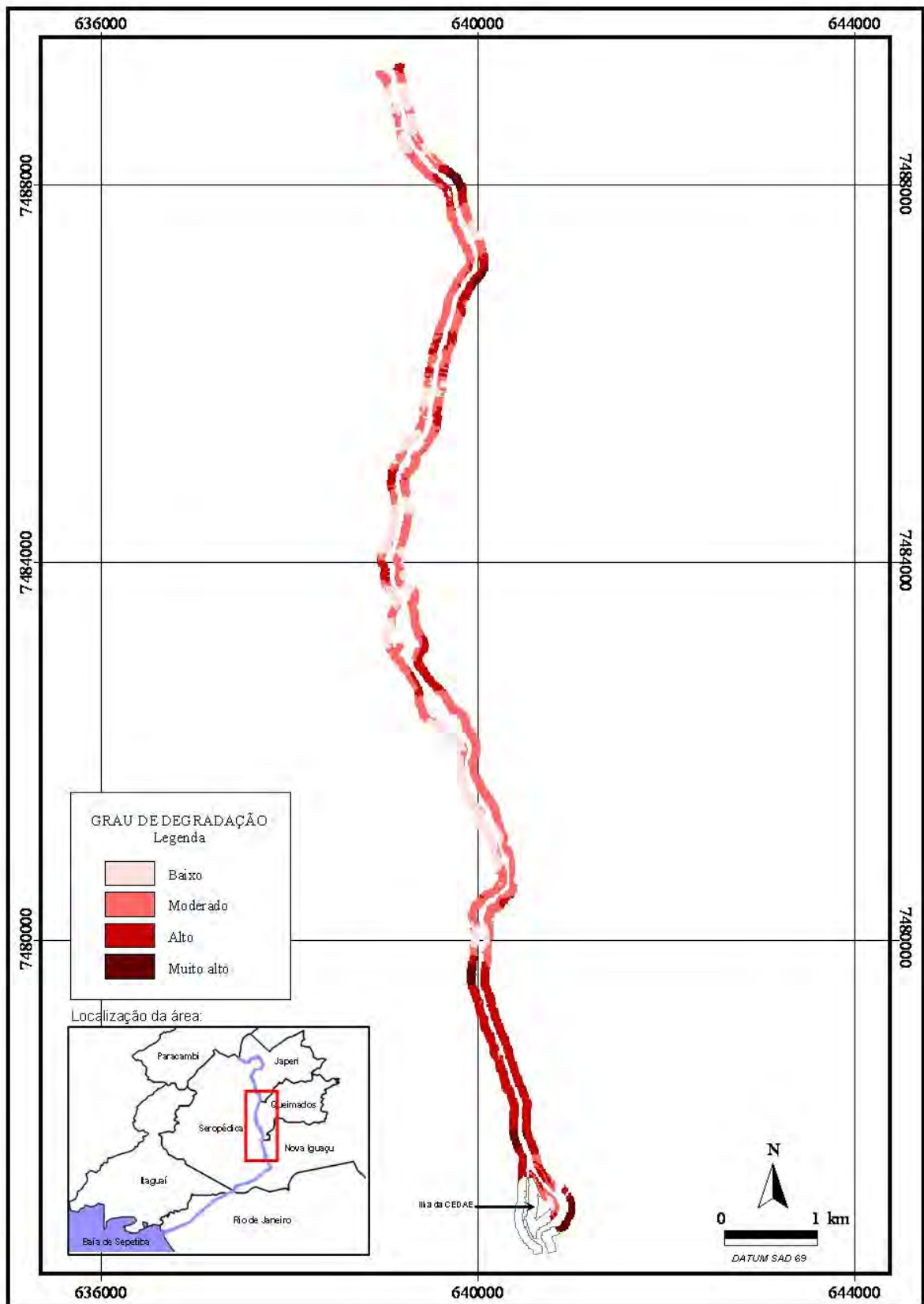
Apesar de possuir mais fragmentos de mata ciliar do que os demais ambientes (37), apenas 7 apresentam uma área superior a 1 ha, sendo a área do maior fragmento igual a 2,2ha. Além das espécies de plantas herbáceas já citadas, foram encontrados nesse ambiente as mesmas espécies arbóreas que ocorrem no Ambiente 1 e mais duas: *Inga edulis* Mart. (ingá) e *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (carrapeta). Essas duas últimas são espécies secundárias e foram encontradas nos fragmentos maiores e com capoeiras adjacentes.

Segundo SEMADS (2001b), a retirada da mata ciliar nativa e a construção das barragens para captação de água no rio Guandu propiciaram o rápido desenvolvimento das espécies herbáceas higrófilas e invasoras. Essas espécies não conseguem conter os processos erosivos que ocorrem no solo das margens do rio, gerando uma grande deposição de sedimentos na calha, o que dificulta o tratamento da água.

A presença marcante das várzeas fluviais foi responsável pela maior porcentagem de áreas com grau de degradação moderado a alto (Figura 22 e Tabela 16). Além disso, 63% da área encontram-se situada acima de 200 m de distância da classe urbano-industrial, o que justifica o fato de apenas 5% da área ter sido considerada com uma grau muito alto de degradação ambiental. Apesar de esse ambiente apresentar o maior número de fragmentos, 21% da APP nesse ambiente ainda se encontram muito distantes das fontes de propágulos.



**Figura 21.** Uso da terra no Ambiente 2 (várzea fluvial) da APP do rio Guandu, RJ.



**Figura 22.** Grau de degradação da APP no Ambiente 2 (várzea fluvial) do rio Guandu, RJ.



**Tabela 16.** Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com mata, no Ambiente 2 da APP do rio Guandu, RJ

<b>Tema</b>	<b>Classe</b>	<b>Área (%)</b>
Grau de degradação	baixo	23
	moderado	44
	alto	28
	muito alto	5
Proximidade da área urbano-industrial	até 50 m	12
	50 a 100 m	8
	100 a 150 m	9
	150 a 200 m	8
	acima de 200 m	63
Proximidade da mata	até 50 m	26
	50 a 100 m	15
	100 a 200 m	24
	200 a 350 m	15
	acima de 350 m	21

### 4.3 Ambiente 3 – Planície aluvionar

Na planície aluvionar (Ambiente 3 [Figura 23]), a Área de Preservação Permanente possui cerca de 272 ha e 16 km de extensão, e está situada a uma altitude que varia de 5 a 12 m. É o ambiente de maior extensão do rio Guandu.



**Figura 23.** Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ.

Quanto à geomorfologia, apresenta praticamente planície aluvionar em toda a APP, ocorrendo pequenas manchas de várzea fluvial em alguns locais (GOES, 2005). A formação do tipo planície aluvionar é muito utilizada para exploração de areia, podendo se observar essas atividades de forma intensa em áreas próximas ao curso do rio (Figura 24). No Ambiente 3, há presença de Gleissolo, Argissolo e Planossolo (GOES, 2005), com maior destaque para Solos Aluviais (Neossolos Quartzarênicos e Flúvicos).



**Figura 24.** Lagoas formadas pela extração de areia no município de Seropédica, RJ, próxima ao leito do rio Guandu.

A agricultura formou a classe de uso da terra mais abundante, e representaram 32,4% da sua área do Ambiente 3, seguido da pastagem, com 31,5% (Figura 25 e Tabela 17). Essa região é composta por diversas propriedades rurais que produzem, principalmente, grande quantidade de coco e banana, o que pode explicar os resultados obtidos. Além disso, o Neossolo Flúvico - que geralmente apresenta acúmulo de matéria orgânica no horizonte A devido a sua má drenagem - e o clima quente da região favorecem essas práticas.

Na planície aluvionar as matas ciliares ocuparam 20% do solo, sendo esse ambiente o maior em área de matas do rio Guandu. Os quase 34 hectares de mata se encontram espalhados em 21 fragmentos, sendo que apenas 2 destes apresentam uma área acima de 3 ha.

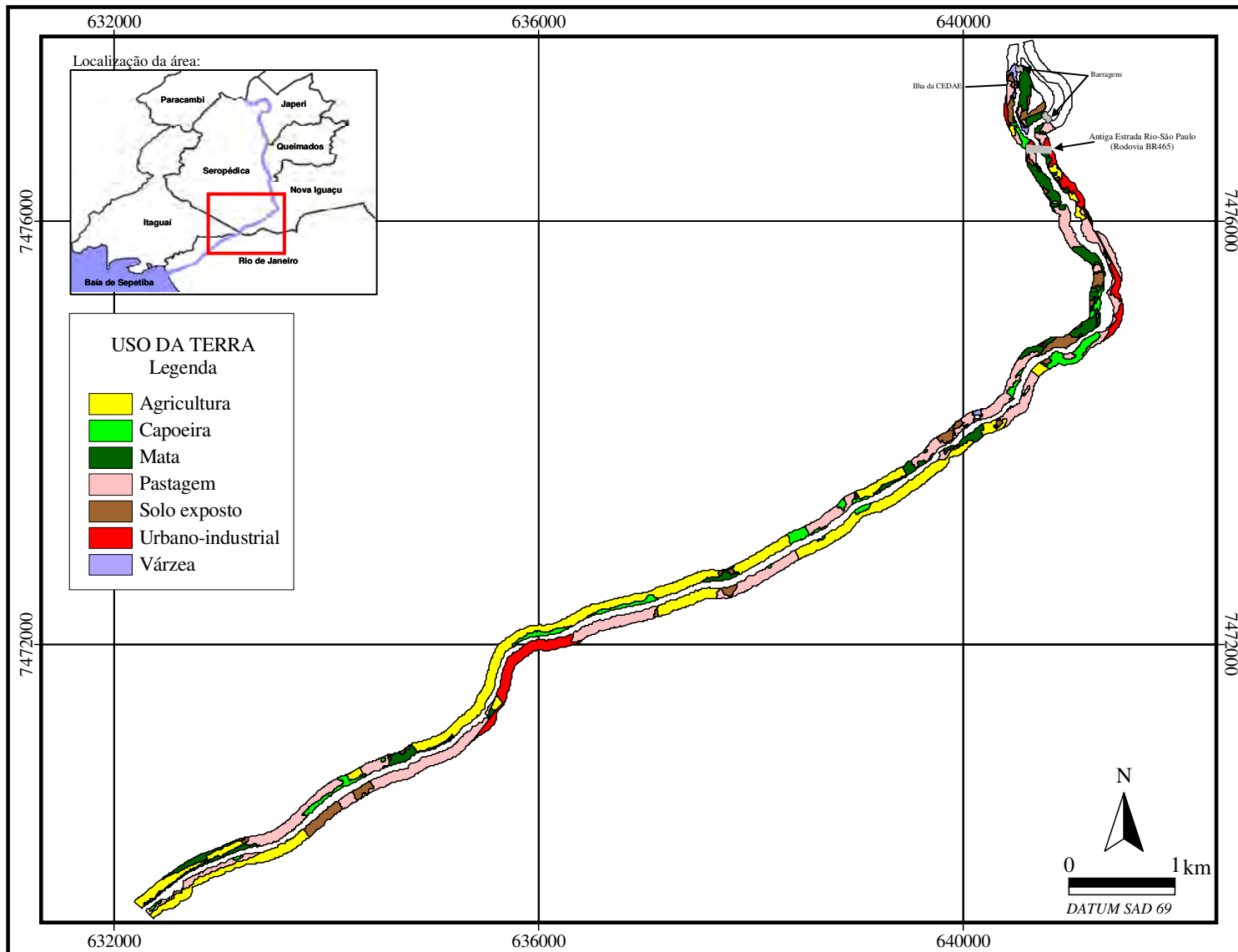


Figura 25. Uso da terra no Ambiente 3 (planície aluvionar) da APP do rio Guandu, RJ.

**Tabela 17.** Uso da terra na Área de Preservação Permanente do Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ

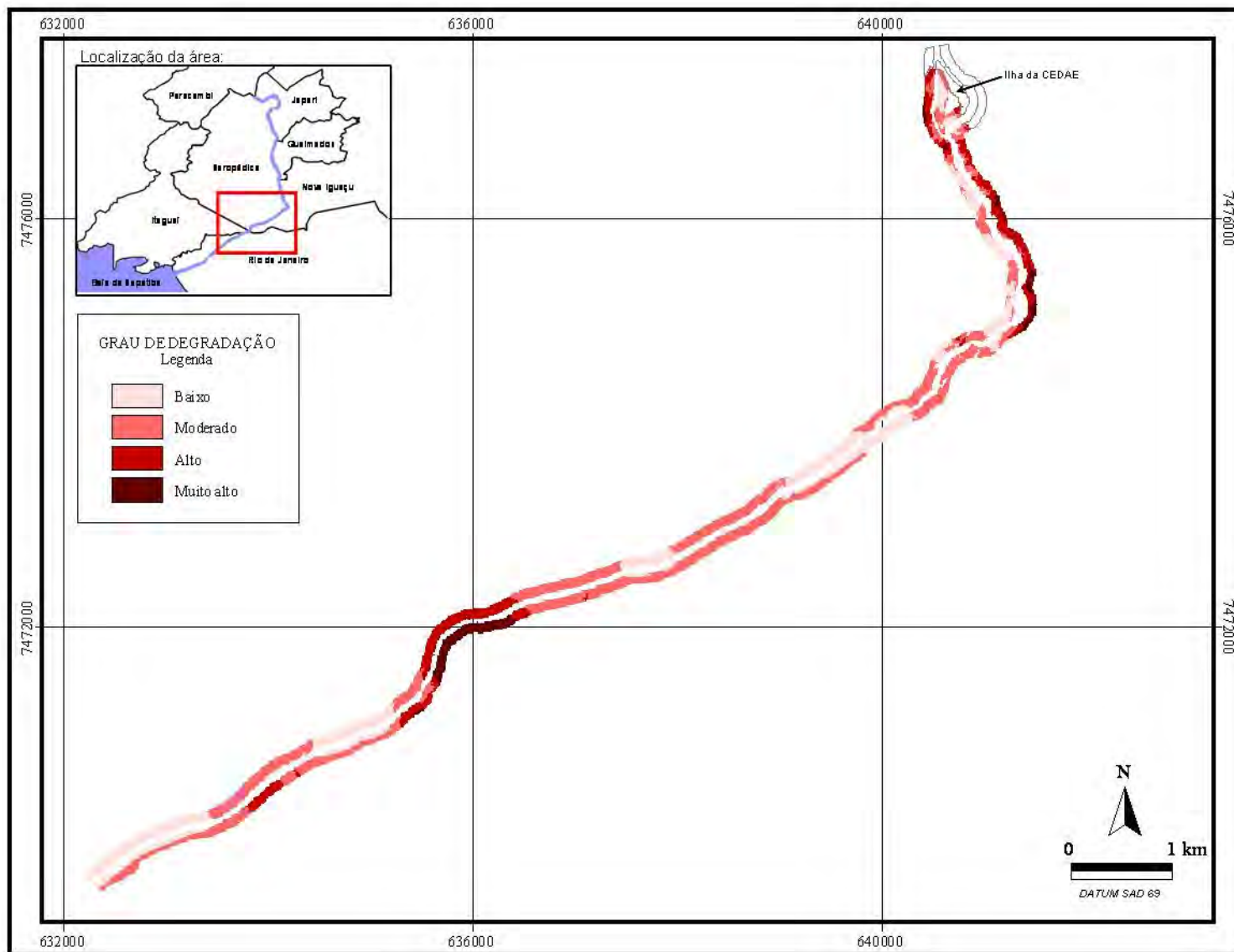
Uso da terra	Área		Perímetro	
	(ha)	(%)	(m)	(%)
Agricultura	88,23	32,4	26591	22,5
Pastagem	85,63	31,5	33938	28,7
Mata	33,92	12,5	20523	17,4
Urbano-industrial	21,57	7,9	9515	8,0
Capoeira	20,49	7,5	13577	11,5
Solo exposto	19,64	7,2	11370	9,6
Várzea	2,17	0,8	1847	1,6
Total	272,29	100	118235	100

O Ambiente 3 foi o que apresentou um melhor estado de conservação, com 79% de sua área considerada como de grau baixo a moderado de degradação ambiental (Tabela 18 e Figura 26). Isso se deve, principalmente, a maior quantidade de área coberta com mata encontrada nesse ambiente em comparação com os demais, e ao fato de 64% da sua área se encontrar a mais de 200 m de distância da área urbano-industrial.

Apesar disso, esse ambiente possui 21% de terras com grau alto e muito alto de degradação, e ainda 25% da área não conseguem ser atingidas pelas fontes de propágulos, o que não dispensa a preocupação com esse ambiente em relação à degradação. É preciso lembrar que esse ambiente é o de maior extensão no rio Guandu, e existem apenas 20% da área coberta com vegetação nativa, ou seja, cinco vezes menos do ideal previsto na legislação.

**Tabela 18.** Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com mata, no ambiente 3 da APP do rio Guandu, RJ

Tema	Classe	Área (%)
Grau de degradação	baixo	30
	moderado	49
	alto	15
	muito alto	6
Proximidade da área urbano-industrial	até 50 m	16
	50 a 100 m	7
	100 a 150 m	8
	150 a 200 m	5
	acima de 200 m	64
Proximidade da mata	até 50 m	27
	50 a 100 m	15
	100 a 200 m	23
	200 a 350 m	10
	acima de 350 m	25

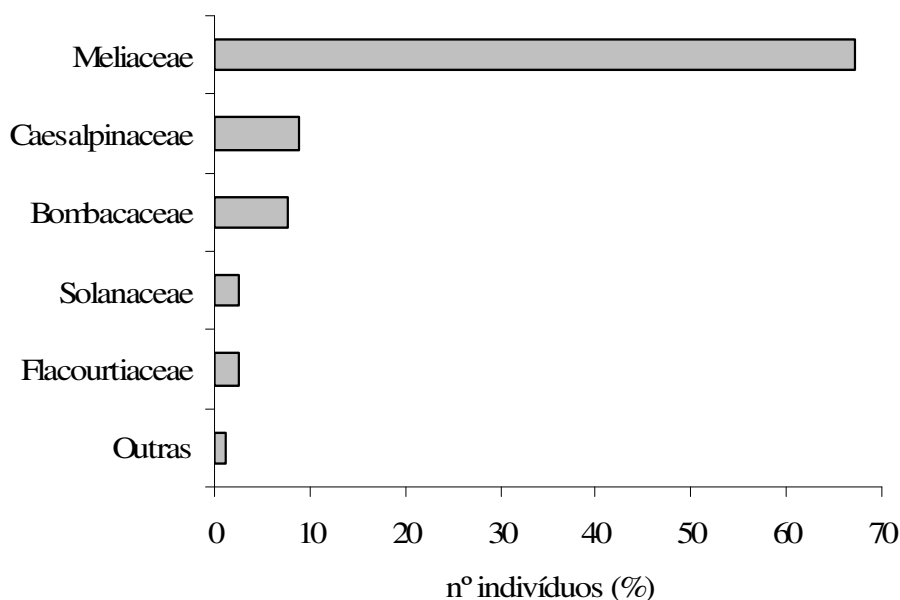


**Figura 26.** Grau de degradação da APP no Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ.

Foi realizado levantamento florístico e fitossociológico num fragmento de mata ciliar com 3,85 ha, considerado em bom estado de conservação, situado na ilha da CEDAE. Foram encontradas 14 famílias botânicas, sendo cada uma delas representada por apenas uma espécie (Figura 27 e Tabela 19). A espécie arbórea mais freqüente (29,4%) e de maior valor de importância (1,34) no Ambiente 3 foi a *Guarea guidonia* (carrapeta), da família Meliaceae, que ocorreu em todas amostragens. A carrapeta é uma árvore típica de mata ciliar, pois suporta inundações, e já foi encontrada em outros estudos sobre esse tipo de vegetação (e.g. BERTONI & MARTINS, 1987; OLIVEIRA-FILHO, 1989; IVANAUSKAS *et al.*, 1997; VEIGA *et al.*, 2003; RODRIGUES & NAVE, 2004). Essa espécie é classificada, segundo estágio sucessional, como secundária inicial. Segundo MARTINS (2001) as espécies desse grupo ecológico possuem um crescimento rápido e dispersão ampla, e a altura das árvores chega a 20 metros.

A espécie *Peltophorum dubium*, conhecida como canafístula, da família Caesalpinaceae, apresentou a segunda maior freqüência (17,6%) e valor de importância (0,62). Essa espécie também é classificada como secundária inicial e já foi encontrada em outros estudos de vegetação ribeirinha (DURIGAN & SILVEIRA, 1999; RODRIGUES & NAVE, 2004). É recomendada para projetos de recomposição de matas ciliares, pois suporta inundações (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990; SCHIETTINO & GONÇALVES, 2002). As demais espécies ocorrentes na área apresentaram um baixo valor de importância.

Grande parte das espécies encontradas no Ambiente 3 são características de Floresta Estacional Semidecidual (RODRIGUES, 1999). Segundo SÃO PAULO (2005), nos ambientes com predomínio desse tipo de vegetação ocorre um intenso período de chuvas no verão, seguido por um período de estiagem acentuada no inverno.



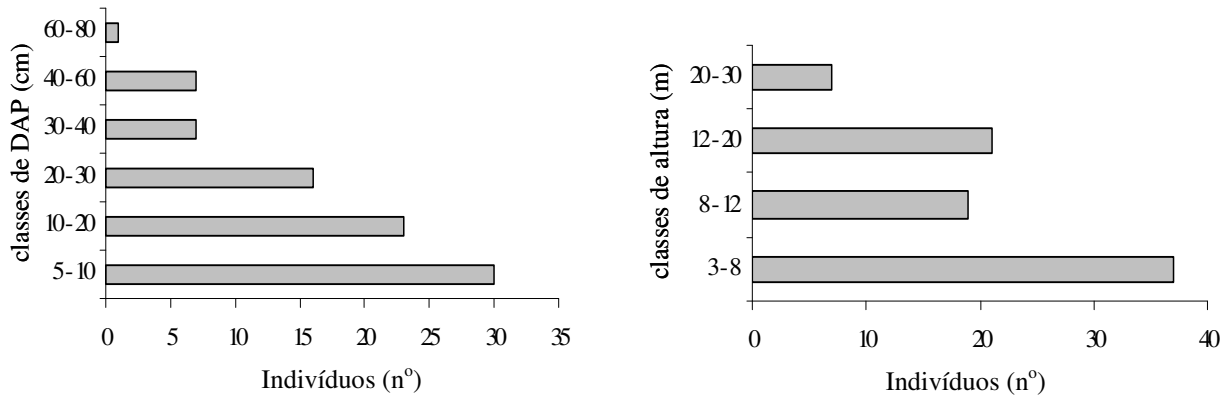
**Figura 27.** Representatividade das famílias de acordo com o número de indivíduos no Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ.

**Tabela 19.** Parâmetros fitossociológicos analisados na comunidade vegetal do Ambiente 3 (planície aluvionar) do rio Guandu, RJ

<b>Espécie</b>	<b>n</b>	<b>p</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Alt. (m)</b>	<b>AB (m<sup>2</sup>)</b>	<b>FA</b>	<b>DA</b>	<b>DoA</b>	<b>FR (%)</b>	<b>DR (%)</b>	<b>DoR (%)</b>	<b>IVC</b>	<b>IVI</b>
<i>Guarea guidonia</i>	53	10	17,5	10,2	1,281	1,0	530	12,81	29,4	61,9	43,0	1,04	1,34
<i>Peltophorum dubium</i>	7	6	44,0	16,6	1,066	0,6	70	10,66	17,6	8,3	35,8	0,44	0,62
Bombacaceae sp1	6	2	14,5	10,0	0,098	0,2	60	0,98	5,9	7,1	3,3	0,10	0,16
<i>Inga edulis</i>	1	1	57,3	12,0	0,258	0,1	10	2,58	2,9	1,2	8,7	0,10	0,13
Indeterminada 1	3	2	13,5	8,7	0,043	0,2	30	0,43	5,9	3,6	1,4	0,05	0,11
<i>Solanum argenteum</i>	2	2	9,0	6,0	0,013	0,2	20	0,13	5,9	2,4	0,4	0,03	0,09
Flacourtiaceae sp1	2	1	22,4	11,8	0,079	0,1	20	0,79	2,9	2,4	2,7	0,05	0,08
Indeteterminada 2	2	1	16,1	9,0	0,041	0,1	20	0,41	2,9	2,4	1,4	0,04	0,07
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1	1	22,4	6,0	0,040	0,1	10	0,40	2,9	1,2	1,3	0,03	0,05
<i>Trema micrantha</i>	1	1	22,0	13,5	0,038	0,1	10	0,38	2,9	1,2	1,3	0,02	0,05
Myrtaceae sp1	1	1	17,6	5,0	0,024	0,1	10	0,24	2,9	1,2	0,8	0,02	0,05
<i>Cecropia hololeuca</i>	1	1	7,5	8,0	0,004	0,1	10	0,04	2,9	1,2	0,1	0,01	0,04
<i>Ficus clusiifolia</i>	1	1	7,0	4,0	0,004	0,1	10	0,04	2,9	1,2	0,1	0,01	0,04
<i>Nectandra</i> sp	1	1	6,7	3,0	0,004	0,1	10	0,04	2,9	1,2	0,1	0,01	0,04
<i>Symplocos</i> sp	1	1	5,7	7,0	0,003	0,1	10	0,03	2,9	1,2	0,1	0,01	0,04
<i>Piper arboreum</i>	1	1	5,6	4,0	0,002	0,1	10	0,02	2,9	1,2	0,1	0,01	0,04

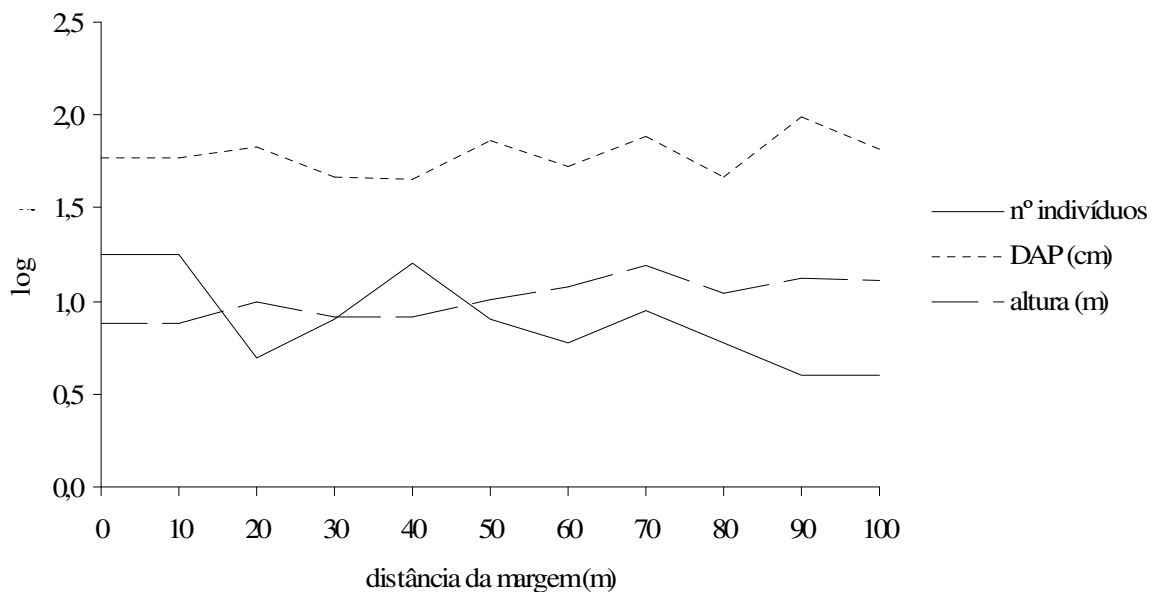
Nota: n = número de indivíduos; p = número de parcelas que a espécie ocorreu; DAP = diâmetro médio à altura do peito (1,3 m de altura); Alt. = altura média da espécie; AB = área basal; FA = frequência absoluta; DA = densidade absoluta; DoA = Dominância absoluta; FR = frequência relativa; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; IVC = índice de valor de cobertura; IVI = índice de valor de importância.

Nesse ambiente, grande parte das árvores apresentou uma altura entre 8 a 20 m, e DAP entre 10 a 30 cm, com alguns indivíduos chegando a 28 m e 80 cm de DAP (Figura 28), além da ocorrência de espécies do grupo ecológico das secundárias tardias, demonstrando que essa vegetação se trata de uma floresta secundária em estágio médio a avançado de sucessão (RICKLEFS, 2001; BARBOSA, 2004).



**Figura 28.** Indivíduos por classes de DAP e altura, no fragmento de mata ciliar do Ambiente 3 do rio Guandu, RJ.

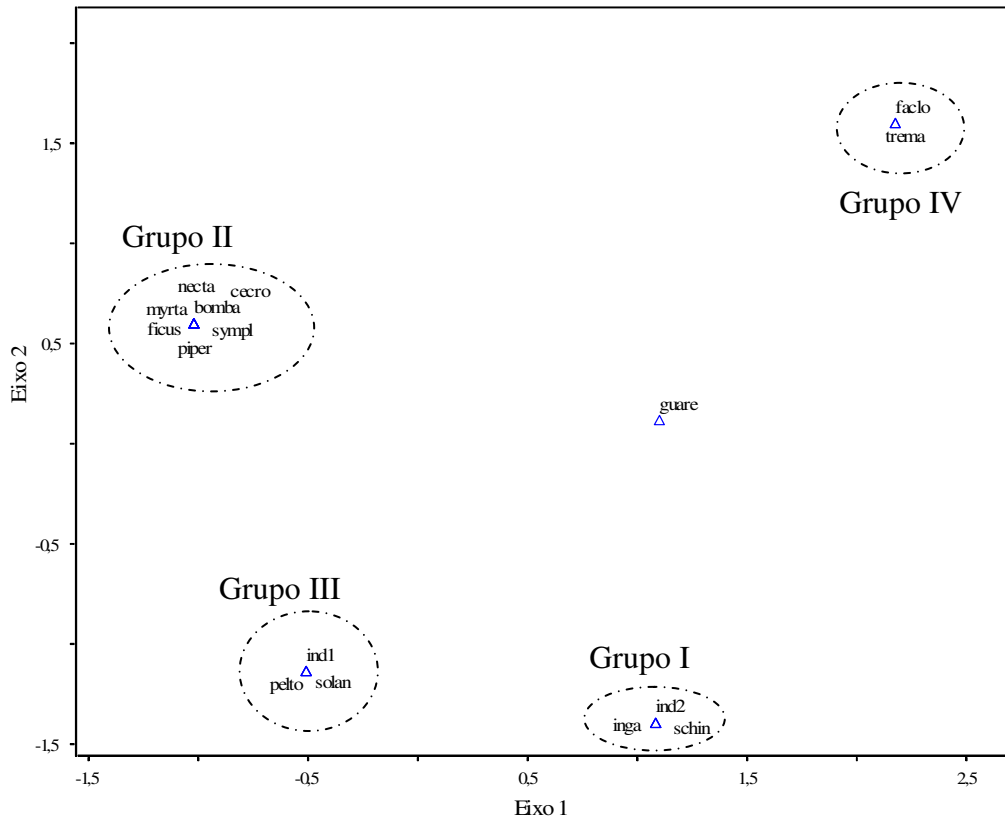
O perfil da vegetação, ao longo do transecto perpendicular à margem do rio Guandu, encontra-se representado na Figura 29. Nesse perfil, podemos constatar que ocorre um grande número de indivíduos situados até 20 m de distância do leito. Após isso, ocorre uma redução no número de indivíduos arbóreos, elevando-se no interior do fragmento, e depois reduzindo novamente até a borda do mesmo. Isso poderia indicar a presença de uma clareira na mata, mas esse padrão é bastante comum em florestas beiradeiras (FELFILI *et al.*, 2000).



**Figura 29.** Perfil da vegetação no Ambiente 3, de acordo com a distância da margem do rio e com os dados de número de indivíduos, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das plantas.



Com base nesse perfil, foi realizada a análise de agrupamento baseada nos componentes principais (PCA), estabelecendo-se uma distância de 20 m para a abrangência dos efeitos da margem e da borda no fragmento (Figura 30). O efeito da margem refere-se aos possíveis alagamentos e condições microclimáticas da beira-rio, que interferem na vegetação.



**Figura 30.** Representação gráfica dos resultados obtidos na análise de componentes principais (PCA) para os dados da comunidade vegetal amostrada no Ambiente 3 do rio Guandu, RJ. Bomba: Bombacaceae sp; cecro: *Cecropia hololeuca*; ficus: *Ficus clusiifolia*; flaco: Flacourtiaceae sp1; guare: *Guarea guidonia*; inga: *Inga edulis*; myrta: Myrtaceae sp; necta: *Nectandra* sp; pelto: *Peltophorum dubium*; piper: *Piper arboreum*; schin: *Schinus terebinthifolius*; solan: *Solanum argenteum*; symp1: *Symplocos* sp; trema: *Trema micrantha*; ind1 e ind2: indeterminadas 1 e 2.

Pela representação gráfica da PCA, podemos observar a ocorrência de quatro grupos distintos, de acordo com a distância da margem do rio, além da espécie *G. guidonia*, que ficou isolada por ocupar tanto a margem quanto o interior e a borda do fragmento. CAMPOS & LANDGRAF (2001) também encontraram essa espécie em diferentes distâncias da margem de um lago.

O Grupo I referiu-se às espécies que ocorreram exclusivamente na margem, ou seja, até vinte metros do leito do rio. Essas espécies foram *Inga edulis*, *Schinus terebinthifolius* e a morfoespécie 2. Espécies do gênero *Inga* são típicas de formações ribeirinhas, e já foram encontradas na margem de outros cursos d'água (GIBBS & LEITÃO-FILHO, 1978; SALVADOR, 1986; HOLANDA *et al.*, 2005). Nos estudos de BERTANI *et al.* (2001), onde também foi aplicada uma análise multivariada para se determinar as espécies que ocorriam mais à beira de um rio, também foram encontradas espécies desse gênero em solos aluviais. Isso pode ser explicado pelo fato das ingás serem árvores adaptadas ao encharcamento do solo, o que faz elas serem bastante recomendadas para recomposição de matas ciliares (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990).

No Grupo II estão as espécies que ocorreram apenas no interior do fragmento, como *Nectandra oppositifolia*, *Cecropia hololeuca*, *Ficus clusiifolia*, *Piper arboreum*, *Symplocos* sp, Myrtaceae sp1 e Bombacaceae sp1. *N. oppositifolia* e *P. arboreum*, que são espécies classificadas como secundárias tardias, o que explica a ocorrência das mesmas no interior do fragmento, onde as condições microclimáticas favorecem o seu desenvolvimento (MARTINS, 2001). O Grupo III agregou as espécies que ocupavam tanto a margem quanto o interior do fragmento, que foram *Peltophorum dubium*, *Solanum argenteum* e a morfoespécie 1.

As espécies *Trema micrantha* e Flacourtiaceae sp1 foram exclusivas da borda do fragmento, e ficaram no Grupo IV. Segundo RODRIGUES (1999) espécies pioneiras como *T. micrantha* são características de fragmentos florestais perturbados, o que pode explicar a ocorrência desta na borda do fragmento, onde essa situação é mais comum.

#### 4.4 Ambiente 4 – Flúvio-marinho

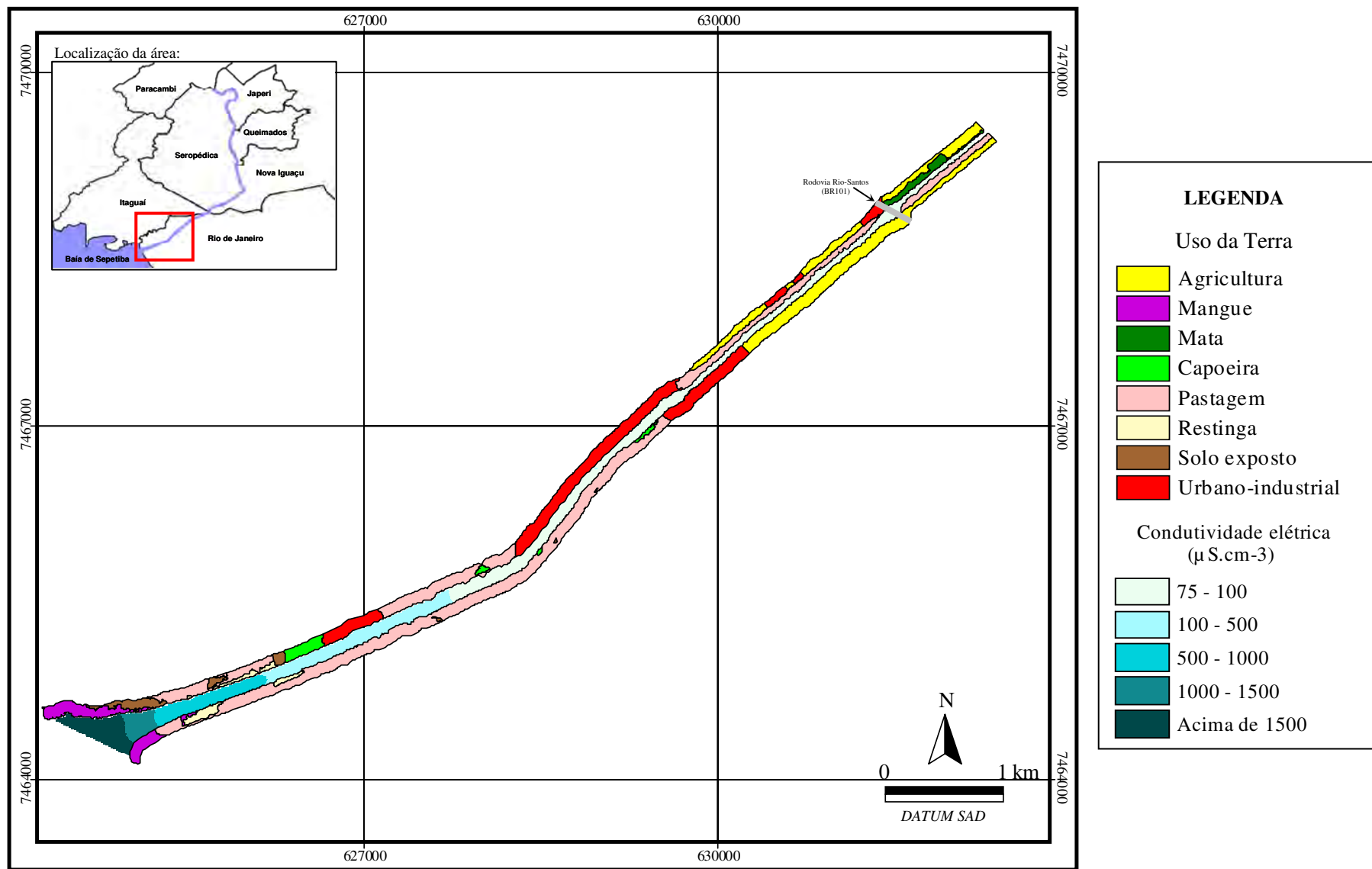
A área flúvio-marinha (Ambiente 4 [Figura 31]) é a de menor extensão do rio Guandu, possuindo 8 km até a foz na Baía de Sepetiba, sendo que a Área de Preservação Permanente nesse ambiente possui cerca de 187 ha, e está situada a uma altitude que varia de 0 a 10 m. Quanto ao aspecto geomorfológico, apresenta uma planície flúvio-marinha praticamente em toda a sua extensão, onde ocorrem, basicamente, Gleissolo (GOES, 2005).

Ao longo do Ambiente 4 ocorre a penetração da cunha salina no Canal de São Francisco, influenciando nas formações da paisagem, o que pode ser constatado pela presença de mangues e restingas na área. A cunha salina se introduz no canal sob a água doce do rio, devido a maior densidade da água do mar em comparação com a fluvial. Segundo ANA (2006) a extensão dessa cunha depende diretamente da altura da maré e da vazão do rio, esta última controlada pela LIGHT e CEDAE.



**Figura 31.** Ambiente 4 (flúvio-marinho) do rio Guandu, RJ

Na Figura 32 tem-se o mapa de uso da terra desse ambiente, com os resultados das medições de condutividade elétrica da água ao longo do trecho do rio, em amostras de água da superfície do rio. Segundo RIBEIRO *et al.* (2005), a condutividade acima de  $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$  indica uma grande quantidade de íons dissolvidos na água, que já pode ser considerada salobra.



**Figura 32.** Uso da terra e condutividade elétrica superficial da água ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) no Ambiente 4 (flúvio-marinho) da APP do rio Guandu, RJ.

O Ambiente 4 apresenta as classes de uso da terra mangue e restinga, que juntas representam 8,5% da APP (Tabela 20). O uso da terra predominante nesse ambiente foi a pastagem, com aproximadamente 83 ha, ocupando cerca de 44% da área. Também houve destaque da área urbano-industrial, ocupando quase 20% do total da área. Isso se explica pelo fato desse ambiente estar inserido no distrito industrial de Santa Cruz, no município do Rio de Janeiro. Nessa região há presença de grandes empresas como a GERDAU, a FCC (Fabrica Carioca de Catalizadores) e FURNAS (Usina Termoeletrica de Santa Cruz).

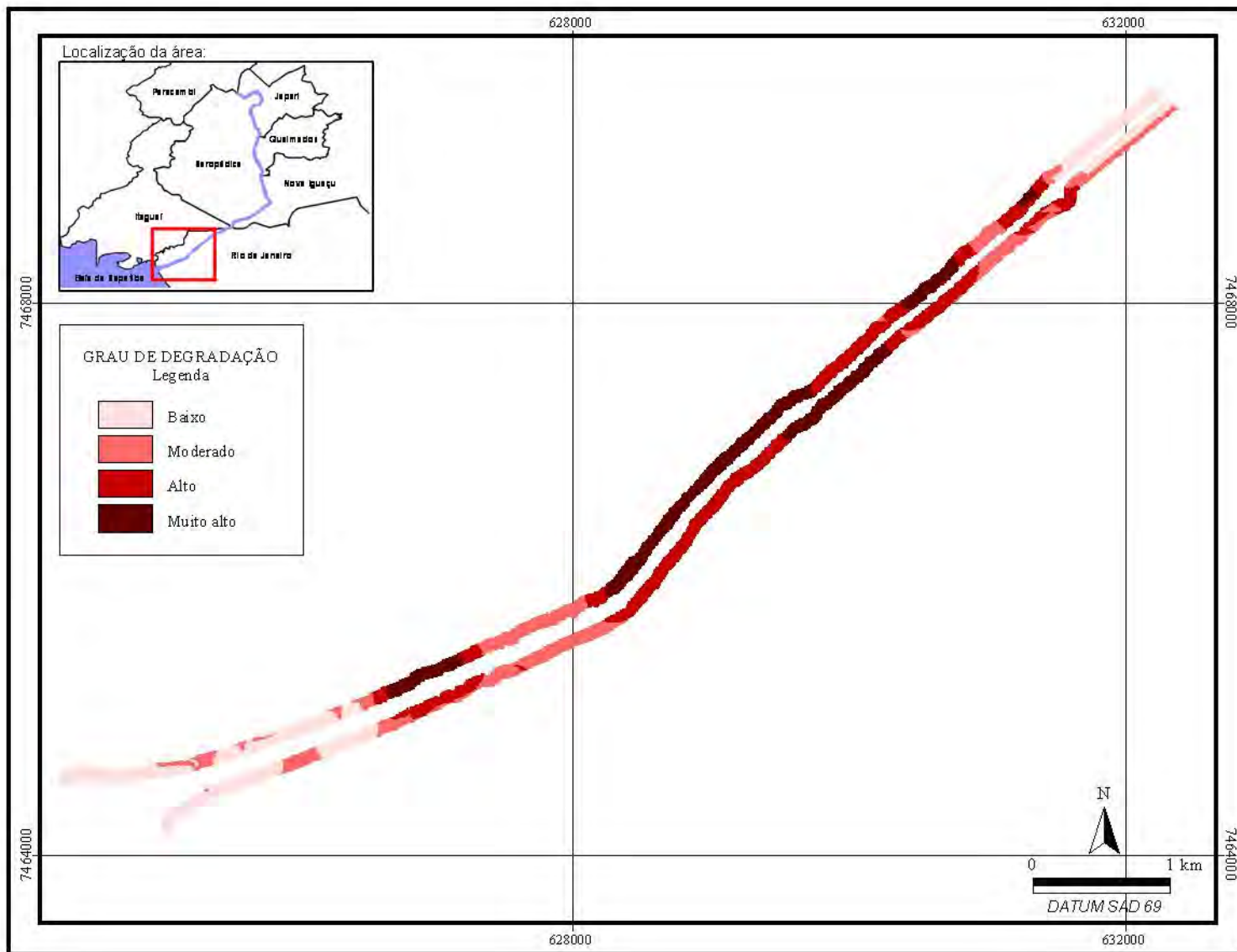
**Tabela 20.** Uso da terra na APP do Ambiente 4 do rio Guandu, RJ

Uso da terra	Área		Perímetro	
	(ha)	(%)	(m)	(%)
Pastagem	82,62	44,2	25550	40,7
Urbano-industrial	37,19	19,9	9547	15,2
Agricultura	36,08	19,3	12049	19,2
Mangue	10,93	5,8	3975	6,3
Solo exposto	5,66	3,0	3283	5,2
Capoeira	5,30	2,8	2816	4,5
Restinga	4,96	2,6	3044	4,8
Mata	4,15	2,2	2527	4,0
Total	186,90	100	62791	100

Esse ambiente demonstrou ser o mais impactado, apresentando 51% de sua área com grau alto a muito alto de degradação (Tabela 21 e Figura 33). A grande proximidade do pólo urbano-industrial de Santa Cruz foi um fator determinante nesse resultado. Além disso, a presença de apenas três fragmentos florestais com tamanhos muito reduzidos, e a intensa destruição das áreas originalmente cobertas por restingas e manguezais que ocorre ao longo de toda costa fluminense, fez com grande parte da APP nesse ambiente (61%) se encontre muito afastadas da vegetação nativa, prejudicando o processo de regeneração natural das áreas adjacentes.

**Tabela 21.** Área de acordo com o grau de degradação, proximidade da área urbano-industrial e da área com vegetação nativa, no Ambiente 4 da APP do rio Guandu, RJ

Tema	Classe	Área (%)
Grau de degradação	baixo	26
	moderado	23
	alto	28
	muito alto	23
Proximidade da área urbano-industrial	até 50 m	25
	50 a 100 m	7
	100 a 150 m	12
	150 a 200 m	11
	acima de 200 m	46
Proximidade da vegetação nativa (mata, mangue e restinga)	até 50 m	20
	50 a 100 m	8
	100 a 200 m	8
	200 a 350 m	4
	acima de 350 m	61

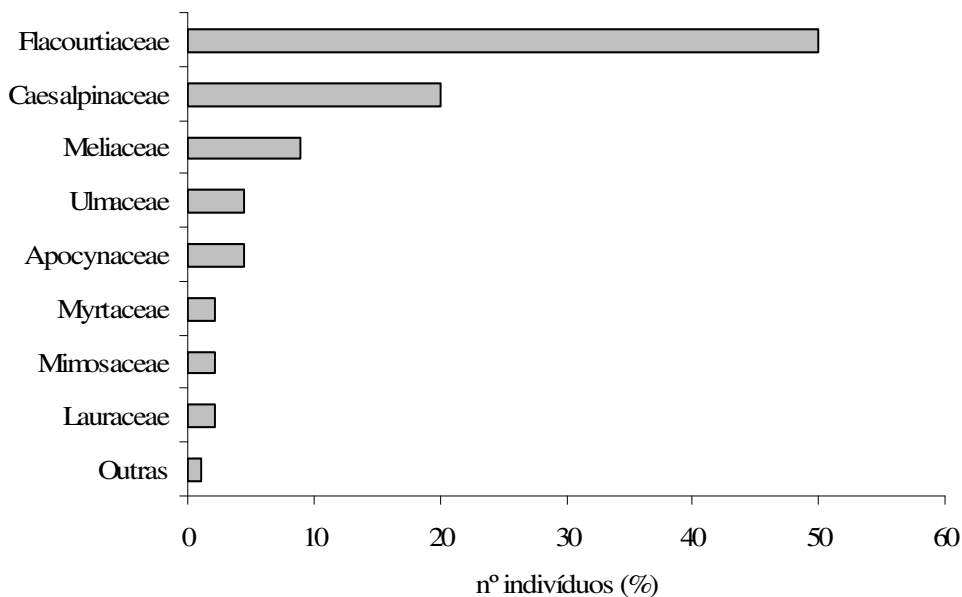


**Figura 33.** Grau de degradação da APP no Ambiente 4 (flúvio-marinho) do rio Guandu, RJ.

Segundo ALVES (2001) o manguezal é um dos ecossistemas associados à Mata Atlântica e aos recursos hídricos, e é tido como um dos indicadores ecológicos mais significativos da zona costeira, mas, apesar disso, vêm sofrendo grave pressão antrópica. A vegetação de mangue na foz do rio Guandu é composta basicamente por espécies como *Laguncularia racemosa* (mangue branco), *Avicennia* sp (mangue preto) e *Rhizophora mangle* (mangue vermelho). A área de manguezal da Baía de Sepetiba, responsável pela alta piscosidade, vem enfrentando problemas devido à poluição e assoreamento oriundos de atividades industriais na região, além do desmatamento para obtenção de madeira, utilizadas principalmente em construções de currais de pesca (ALVES, 2001).

Quanto à restinga, as árvores mais comuns na margem do rio Guandu foram *Terminalia* sp (amendoeira) e *Myrcia* sp (cambuí), espécies comuns em áreas de restinga. Esses gêneros também já ocorreram em outros levantamentos de matas ciliares (RODRIGUES & NAVE, 2004). Além das espécies nativas, foi encontrado nesse ambiente um plantio de *Eucalyptus* sp na margem do rio.

No fragmento florestal onde foi realizado o levantamento florístico e fitossociológico, foram encontradas 13 famílias botânicas, sendo que as mais representativas foram Flacourtiaceae e Myrtaceae com, respectivamente, 3 e 2 espécies. Cada um das demais famílias foram representadas apenas por uma espécie. A família Flacourtiaceae foi a que apresentou um maior número de indivíduos (50%), seguida de Caesalpinaceae com 20 % (Figura 34).



**Figura 34.** Representatividade das famílias de acordo com o número de indivíduos no Ambiente 4 do rio Guandu, RJ.

As espécies mais frequentes, ou seja, as que ocorreram em maior número de amostras no Ambiente 4 foram *G. guidonia*, *Tabernaemontana laeta* e *Xylosma* sp, mas as de maior valor de importância foram *P. dubium* e *Casearia decandra* (Tabela 22). O gênero *Casearia* é bastante comum em matas ciliares (CAMPOS & LANDGRAF, 2001; RODRIGUES & NAVE, 2004) e a espécie *C. decandra* é considerada uma espécie secundária tardia (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990).

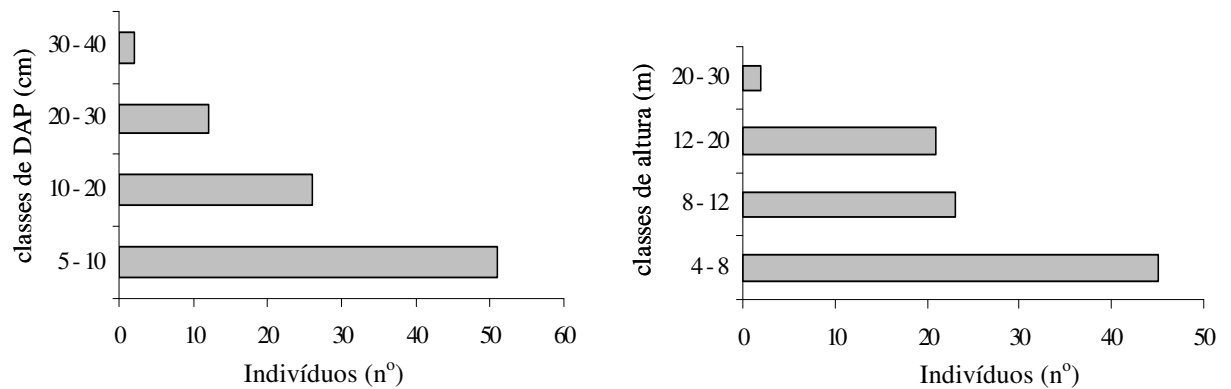
**Tabela 22.** Parâmetros fitossociológicos analisados na comunidade vegetal do Ambiente 4 (flúvio-marinho) do rio Guandu, RJ

Espécie	n	p	DAP (cm)	Alt. (m)	AB (m <sup>2</sup> )	FA	DA	DoA	FR (%)	DR (%)	DoR (%)	IVC	IVI
<i>Peltophorum dubium</i>	18	3	20,1	15,7	0,573	0,43	257,1	8,19	8,3	19,8	45,2	0,65	0,73
<i>Casearia decandra</i>	30	3	6,9	7,6	0,112	0,43	428,6	1,59	8,3	33,0	8,8	0,42	0,50
<i>Xylosma</i> sp	9	4	12,1	7,2	0,104	0,57	128,6	1,48	11,1	9,9	8,2	0,18	0,29
<i>Guarea guidonia</i>	8	5	7,5	6,7	0,035	0,71	114,3	0,50	13,9	8,8	2,8	0,12	0,25
<i>Tabernaemontana laeta</i>	4	4	11,6	8,3	0,042	0,57	57,1	0,60	11,1	4,4	3,3	0,08	0,19
<i>Trema micratha</i>	4	3	13,7	7,3	0,059	0,43	57,1	0,84	8,3	4,4	4,6	0,09	0,17
Flacourtiaceae sp2	6	3	7,4	5,5	0,026	0,43	85,7	0,37	8,3	6,6	2,0	0,09	0,17
Indeterminada 3	1	1	37,4	28,0	0,110	0,14	14,3	1,57	2,8	1,1	8,7	0,10	0,13
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	1	27,9	15,0	0,061	0,14	14,3	0,87	2,8	1,1	4,8	0,06	0,09
<i>Vochysia</i> sp	1	1	27,5	12,0	0,059	0,14	14,3	0,85	2,8	1,1	4,7	0,06	0,09
<i>Nectandra oppositifolia</i>	2	2	5,8	5,5	0,005	0,29	28,6	0,08	5,6	2,2	0,4	0,03	0,08
<i>Inga edulis</i>	2	1	10,3	7,2	0,017	0,14	28,6	0,24	2,8	2,2	1,3	0,04	0,06
<i>Cecropia hololeuca</i>	1	1	19,1	18,0	0,029	0,14	14,3	0,41	2,8	1,1	2,3	0,03	0,06
<i>Croton</i> sp	1	1	15,1	7,0	0,018	0,14	14,3	0,25	2,8	1,1	1,4	0,03	0,05
<i>Solanum argenteum</i>	1	1	10,6	14,0	0,009	0,14	14,3	0,13	2,8	1,1	0,7	0,02	0,05
<i>Eugenia</i> sp	1	1	9,3	6,0	0,007	0,14	14,3	0,10	2,8	1,1	0,5	0,02	0,04

Nota: n = número de indivíduos; p = número de parcelas que a espécie ocorreu; DAP = diâmetro médio à altura do peito (a 1,3 m de altura); Alt. = altura média da espécie; AB = área basal; FA = frequência absoluta; DA = densidade absoluta; DoA = Dominância absoluta; FR = frequência relativa; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; IVC = índice de valor de cobertura; IVI = índice de valor de importância.

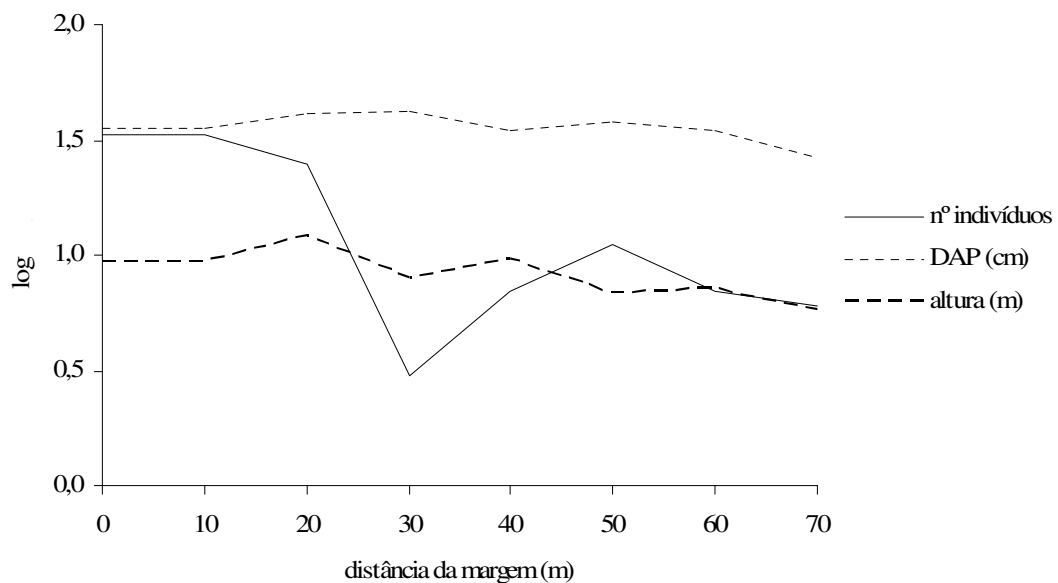
A vegetação no Ambiente 4 mostrou-se bem diferente do Ambiente 3 quanto à composição e predominância das espécies e representatividade das famílias. As espécies *T. laeta*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Nectandra oppositifolia* e *Vochysia* sp foram exclusivas desse ambiente, sendo essas duas últimas também classificadas como secundárias tardias (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990).

O fragmento de mata ciliar do Ambiente 4 apresentou indivíduos com mais de 20 m de altura e 30 cm de DAP (Figura 35). A presença de indivíduos maiores que 20 m e de espécies do grupo ecológico das secundárias tardias indicam que essa mata pode se tratar de um fragmento florestal em estágio médio a avançado de regeneração, conforme definições da literatura (MARTINS, 2001).



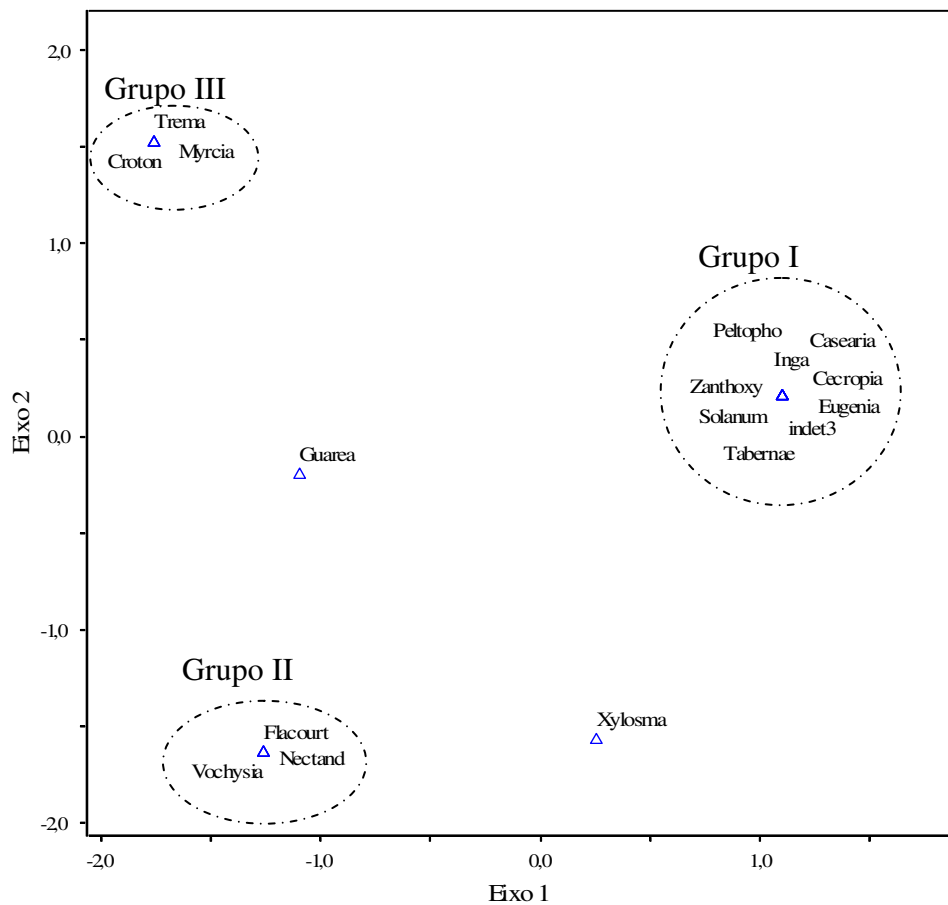
**Figura 35.** Indivíduos por classes de DAP e altura, no fragmento de mata ciliar do Ambiente 4 do rio Guandu, RJ.

O perfil da vegetação mostrou que há um grande número de indivíduos até 20 m da margem do rio, que oscila e depois decresce aos 20 m da borda do fragmento (Figura 36). Com base nesse perfil, também foi realizada uma PCA para determinar os grupos de espécies que ocorrem mais à margem, interior e borda (Figura 37).



**Figura 36.** Perfil da vegetação no Ambiente 4, de acordo com a distância da margem do rio e com dados logaritmizados de número de indivíduos, DAP e altura das plantas.





**Figura 37.** Representação gráfica dos resultados obtidos na análise de componentes principais (PCA) para os dados da comunidade vegetal amostrada no Ambiente 4 do rio Guandu, RJ.

A representação gráfica da PCA mostrou a ocorrência de três grupos, além das espécies *G. guidonia* e *Xylocarpus* sp que ocorreram em mais de um local. O grupo I indicou as espécies que ocorreram mais na margem do rio, e foram agrupadas *C. decandra*, *P. dubium*, *I. edulis*, *C. hololeuca*, *Z. rhoifolium*, *T. laeta*, *S. argenteum*, *Eugenia* sp e a indeterminada 3. Nos estudos de BERTANI *et al.* (2001), *C. decandra* também foi encontrada próxima à beira do rio.

No Grupo II, que englobou as espécies que habitam o interior da mata, encontramos as espécies *N. oppositifolia*, *Vochysia* sp e Flacourtiaceae sp2, o que era esperado, pois as duas primeiras são consideradas ecologicamente como secundárias tardias.

*T. micrantha*, *Myrcia* sp e *Croton* sp ficaram no Grupo III, ou seja, foram espécies que ocorreram apenas nas bordas da mata. Segundo RODRIGUES (1999) essas espécies indicam um ambiente perturbado, o que explica a ocorrência delas na borda do fragmento.

## 5 CONCLUSÕES

A Área de Preservação Permanente do rio Guandu é fortemente antropizada, apresentando 11,6 % de sua extensão coberta com diferentes formas florestais, 1,2 % de mangue e 0,5 % de restinga, totalizando apenas 13,3 % de ecossistemas que contribuem para a manutenção da qualidade ambiental.

Foi possível identificar quatro ambientes distintos ao longo do rio Guandu, com as seguintes características: Ambiente 1 - leito encaixado, Ambiente 2 - várzea fluvial, Ambiente 3 - planície aluvionar e Ambiente 4 - flúvio-marinho. Cada ambiente apresentou variações na paisagem e na vegetação, influenciada pela suas características ambientais peculiares.

A agricultura e a pastagem foram os usos da terra predominantes, cobrindo metade da APP. Os fragmentos florestais encontram-se muito reduzidos quanto ao tamanho de suas áreas, sofrendo grande influência do efeito de borda, o que pode comprometer a sustentabilidade desses remanescentes.

O Ambiente 4 apresentou um elevado grau de degradação, enquanto o Ambiente 3 se encontrou em melhor estado de conservação em comparação com os demais ambientes. A proximidade de um pólo-industrial e o maior tamanho dos fragmentos florestais foram, respectivamente, os fatores que mais influenciaram nesses resultados.

No estudo florístico e fitossociológico, análise de agrupamento revelou a ocorrência de diferentes grupos de espécies, com diferentes localizações dentro do fragmento: as espécies encontradas até 20 metros da beira do rio, que dependem da dinâmica fluvial da calha (oscilações de níveis d'água, umidade, etc.); as espécies encontradas no interior do fragmento, que dependem fundamentalmente das interações sinérgicas do ecossistema, não havendo presença marcante do fator umidade; e as espécies encontradas na borda do fragmento, que são influenciadas pelo usos do solo das áreas adjacentes.

Espécies arbóreas como *Guarea guidonia*, *Casearia decandra* e *Peltophorum dubium* foram as mais frequentes e são características de matas ciliares. Essas espécies são resistentes às inundações e, portanto, recomendáveis para futuros projetos de recomposição da mata ciliar do rio Guandu.

As aerofotos digitais de pequeno formato foram uma importante ferramenta para esse estudo. As fotografias apresentaram uma ótima resolução espacial e foram eficientes para detecção dos diferentes padrões na paisagem do rio Guandu.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do método tradicional de renaturalização de rios proposto por alguns autores, esse procedimento não parece aplicável para o rio Guandu, visto que às suas margens se encontram um grande número de residências e pólos industriais, o que causaria um grande impacto sócio-econômico na região, além de ser uma prática muito onerosa.

Para uma recuperação mais eficiente da mata ciliar do rio Guandu, seria recomendável um programa do Estado que observasse as particularidades dos diferentes ambientes existentes ao longo do rio, suas características e as necessidades de cada um deles.

No Ambiente 1, por exemplo, as espécies a serem plantadas devem ser resistentes a queimadas, devido ao tipo de manejo de pastagem predominante na região e ser esse o principal uso do solo nesse local. Devem ser também resistentes aos processos erosivos, em função da declividade do terreno. Já no Ambiente 2 faz-se necessária a construção de pequenos drenos para reduzir o encharcamento do solo, tornando-o viável para o plantio de árvores. Espécies como *Inga edulis* e *Peltophorum dubium* são recomendáveis por suportarem inundações e já ocorrerem naturalmente na área. No ambiente 4 as espécies plantadas próximas ao início da cunha salina devem ser tolerantes à força da maré e à salinidade.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, S.A. & NAKAGOSHI, N. Forest fragmentation and its correlation to human land use change in the state of Selangor, peninsular Malaysia. **Forest Ecology and Management**, v.241, p.39-48, 2007.

AB'SABER, A.N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2ª ed, 2004. 320p.

ALVES, A.G. Ações poluidoras na Bacia do Rio Guandu e suas conseqüências para ETA Guandu. In: Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu: problemas e soluções, Seropédica, **Anais...** (CD-ROM), 2002.

ALVES, J.R.P. **Manguezais: educar para proteger**. Rio de Janeiro: FEMAR/SEMADS, 2001, 96p.

ANA (Agência Nacional de Água). **Plano de recursos hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim**. Disponível em: [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br). Acesso: 21/03/2006.

ANDERSON, C.B.; GRIFFITH, C.R.; ROSEMOND, A.D.; ROZZI, R.; DOLLENZ, O. The effects of invasive North American beavers on riparian plants communities in Cape Horn, Chile. **Biological Conservation**, v.128, p.467-474, 2006.

ARCOVA, F.C.S. & CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n.56, p.125-134, 1999.

AZEVEDO, C.M.A. A decisão de preservar: o caso da mata ripária no médio rio Jaguari-Mirim. In: VEIGA, J.E. (org.). **Ciência Ambiental: primeiros mestrados**. São Paulo: Annablume/Fapesp, 1998. 352p.

BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2ª ed, 2004. 320p.

BERBERT, M.C. **A mineração de areia no Distrito Areeiro de Itaguaí-Seropédica/RJ: Geologia dos depósitos e caracterização das atividades de lavra e dos impactos ambientais**. 132p. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

BERTANI, D.F.; RODRIGUES, R.R.; BATISTA, J.L.F.; SHEPHERD, G.J. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.1, p.11-23, 2001.

BERTONI, J.E.A. & MARTINS, F.R. Composição florística de uma floresta ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. **Acta Botânica Brasilica**, v.1, n.1, p.17-26, 1987.

BINDER, W. **Rios e Córregos, Preservar - Conservar - Renaturalizar**: A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro: SEMADS, 1998, 41p.

BORGES, M.H.; PFEIFER, R.M.; DEMATTÊ, J.A.M. Evolução e mapeamento do uso da terra, através de imagens aerofotogramétricas e orbitais em Santa Bárbara D'Oeste (SP). **Scientia Agricola**, v.50, n.3, p.365-371, 1993.

BRASIL. **Lei nº 4.771** de 15/09/1965. Institui o Código Florestal.

BRASIL. **Lei nº 9.605** de 13/02/1998. Lei de Crimes Ambientais.

BRASIL. **Medida Provisória nº 2.166-67** de 25/08/2001. Dá nova redação ao artigo 1º do Código Florestal.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 303** de 13/05/2002. Brasília. Define áreas de preservação permanente.

BRITO, J.L.S. & PRUDENTE, T.D. Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do município de Uberlândia – MG, utilizando imagens CCD/CBERS-2. **Caminhos da Geografia**, v.13, n.15, p.144-153, 2005.

CALDAS, A.J.F. da S. **Geoprocessamento e análise ambiental para determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba – RJ**. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

CAMPOS, J.C. & LANDGRAF, P.R.C. Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. **Ciência Florestal**, v.11, n.2, p.143-151, 2001.

CAMPOS, J.D. & AZEVEDO, J.P.S. Subsídios para a cobrança pelo uso da água dos usuários na Bacia do Rio Guandu, beneficiários das transposições da Bacia do Rio Paraíba do Sul. In: Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu: problemas e soluções, Seropédica, **Anais...** (CD-ROM), 2002.

CENTENO, J.A.S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: UFPR, 2003. 210p.

CUNHA, A.M.; LANI, J.L.; AMARAL, E.F.; REZENDE, S.B.; RIBEIRO, L.S. Mosaico digital de aerofotos não-convencionais na avaliação de recursos naturais: estudo de caso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.182-187, 2006.

CUNHA, H. F.; SILVA, C.A. & VALE, M. S. Fragmentação de matas no município de Iporá – GO. In: Congresso de pesquisa, ensino e extensão da UFG – CONPEEX, Goiânia, **Anais...** (CD-ROM), 2005.

DEMATTÊ, J.A.M.; BORGES, M.H.; PFEIFER, R.M. Aerofotos convencionais e imagens orbitais TM/Landsat no mapeamento morfopedológico em Santa Bárbara D'Oeste (SP). **Scientia Agricola**, v.50, n.3, p.372-382, 1993.

DISPERATI, A.A. Fotografias aéreas de pequeno formato para recuperação de áreas degradadas. In: Dias, L. E., Mello, J. W. V. de. (ed.) **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV/SOBRAGE, p.87-94, 1998.

DISPERATI, A.A. **Obtenção e uso de fotografias aéreas de pequeno formato**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1991. 290p.

DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A. & PAULA, R.C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

DURIGAN, G. & NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de Matas Ciliares: orientações básicas**. São Paulo: IF/Série Registros, n.4, 1990. 14p.

DURIGAN, G. & SILVEIRA, E.R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, n.56, p.135-144, 1999.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro: mapa de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001.

ENDRES, P.A.; PISSARRA, T.C.T.; BORJES, M.J.; POLITANO, W. Quantificação das classes de erosão por tipo de uso do solo no município de Franca – SP. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.200-207, 2006.

FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente). **Relatório de Avaliação do Monitoramento Automático do Rio Guandu (1999)**. Disponível em: <http://feema.rj.gov.br>. Acesso: 08/06/2005.

FELFILI, J.M.; RIBEIRO, J.F.; FAGG, C.W. & MACHADO, J.W.B. **Recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, n.21, 2000. 45p.

FERNANDEZ, F.A.S. **O poema imperfeito**: crônicas de Biologia, conservação da natureza e seus heróis. Curitiba: UFPR, 2ª ed., 2004, 258p.

FERREIRA JUNIOR, O. **GPS Trackmaker 13.0**. Disponível em: [http://gpstm.com/eng/features\\_eng.htm](http://gpstm.com/eng/features_eng.htm). Acesso: 06/07/2005.

FERREIRA, D.A.C. & DIAS, H.C.T. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.28, n.4, p.617-623, 2004.

FIORIO, P.R.; DEMATTÊ, J.A.M.; MÉLEM-JUNIOR, N.J.; MAZZA, J.A. Potencialidade do uso da terra na microbacia hidrográfica do Córrego do Ceveiro na região de Piracicaba. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.1273-1280, 1999.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

FRANCELINO, M.R. **Vantagens, desvantagens e a qualidade do produto final na utilização de equipamentos fotográficos convencionais, digitais, de pequeno formato (35 mm) e médio formato (120 mm) na realização de fotografias aéreas não convencionais.** Disponível em: [http://br.geocities.com/marcio\\_francelino](http://br.geocities.com/marcio_francelino). Acesso: 10/12/2005.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Mapa dos remanescentes da Mata Atlântica.** Disponível em: [www.sosmatatlantica.org.br](http://www.sosmatatlantica.org.br). Acesso: 13/05/2006.

GASPARINO, D.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.1-9, 2006.

GIBBS, P.E. & LEITÃO-FILHO, H.F. Floristic composition of an area of gallery Forest near Mogi Guaçu, state of São Paulo, S.E. Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, n.1, p.151-156, 1978.

GOES, H. de A. **A Baixada de Sepetiba.** Rio de Janeiro: DNOS, 1942, 367 p.

GOES, M.H.B. Bacia do Rio Guandu: geomorfologia (mapa). In: **Um sistema de informação ambiental para a Bacia do Guandu – RJ**, UFRRJ, 2005 (CD-ROM).

GOES, M.H.B. **Mapa de solos: município de Itaguaí, município de Seropédica, Reserva Biológica do Tinguá e áreas adjacentes.** Seropédica: UFRRJ, 2001.

HOLANDA, F.S.R.; SANTOS, L.G.C.; SANTOS, A.P.B.C.; PEDROTTI, A.; RIBEIRO, G.T. Riparian vegetation affected by bank erosion in the lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.327-336, 2005.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cartas temáticas dos municípios brasileiros.** Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso: 04/07/2006.

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, v.20, n.2, p.139-153, 1997.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Edusp, Fapesp, 2ª ed, 2004. 320p.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. & MORAES, L.F.D. **Restauração da mata ciliar – manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias.** Rio de Janeiro: SEMADS, 2001, 104p.

LIMA, W.P. & ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Edusp, Fapesp, 2ª ed, 2004. 320p.

- LINDNER, E.A. & SILVEIRA, N.F.Q. A legislação ambiental e as áreas ripárias. In: I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias, Alfredo Wagner, **Anais...** (CD-ROM), 2003.
- MARINI-FILHO, O.J. & MARTINS, R.P. Teoria das metapopulações: novo princípio da Biologia da Conservação. **Ciência Hoje**, v.27, n.160, p. 22-29, 2000.
- MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 143p.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. **Multivariate Analysis of Ecological Data**. Gleneden Beach, Oregon, USA: MjM Softwares, version 3.12, 1997.
- MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa: UFV, 2ª ed., 2003, 307p.
- MYEONG, S.; NOWAK, D.J. & DUGGIN, M.J. A temporal analysis of urban forest carbon storage using remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, n.101, p.277-282, 2006.
- NASCIMENTO, H.E.M. & LAURANCE, W.F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazônica**, v.36, n.2, p.183-192, 2006.
- NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite IKONOS II. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.389-398, 2006.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição florística e estrutura comunitária da floresta de galeria do Córrego da Paciência, Cuiabá (MT). **Acta Botanica Brasilica**, v.3, n.1, p.91-112, 1989.
- OTTONI, A.B. & OTTONI-NETTO, T.B. O desenvolvimento sustentável da Bacia do Guandu. In: Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu: problemas e soluções, Seropédica, **Anais...** (CD-ROM), 2002.
- PIRES, J.S.R.; PIRES, A.M.Z.C.R. & SANTOS, J.E. Avaliação da integridade ecológica em bacias hidrográficas. In: SANTOS, J. E.; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J. S. R.; HENKE-OLIVEIRA, C & RODRIGUES-PIRES, A. M. Z. C. **Faces da Polisssemia da Paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos: RiMa, 2004, 409p.
- PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.
- RADAMBRASIL. **Mapas Geológico, Geomorfológico, de Vegetação, de Avaliação do Relevo, de Capacidade de Uso dos Recursos Naturais Renováveis, Exploratório de Solos, Levantamento de Recursos Naturais**. MME, Secretaria Geral, Rio de Janeiro, 1983.
- RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELA, J.; JOENSUU, E. & SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distributions of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.385-403, 1998.



RIBEIRO, G.M.; MAIA, C.E. & MEDEIROS, J.F. Estimativa a da relação entre e a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.15-22, 2005.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 503p.

RODEWALD, A.D. & BAKERMANS, M.H. What is the appropriate paradigm for riparian forest conservation? **Biological Conservation**, v.128, p.193-200, 2006.

RODRIGUES, R.R. A vegetação de Piracicaba e os municípios do entorno. **IPEF** (Circular Técnica), n. 189, p.1-17, 1999.

RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2ª ed, 2004. 320p.

SALVADOR, J.L.G. Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios. **IPEF**, n.33, p.73-78, 1986.

SÃO PAULO, Governo do Estado. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 200p.

SCHIETTINO, L.F. & GONÇALVES, F.C. **Florestas e reflorestamentos: informações básicas ao meio rural**. Vitória: UFES, 2002, 172p.

SELLES, I.M. et al. **Revitalização de rios – orientação técnica**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001, 78p.

SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses: Síntese Informativa por Macrorregião Ambiental**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001a, 73p.

SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001b, 79p.

SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Macropiano de Gestão e Saneamento Ambiental**. Rio de Janeiro: SEMADS, 1998, 79p.

SERBER, J.B. **Diagnóstico ambiental das atividades do Pólo Industrial de Queimados como subsídio ao Termo de Ajustamento de Conduta na gestão sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, RJ**. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SERLA (Superintendência Estadual de Rios e Lagoas: órgão gestor de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro). **Comitês de Bacias Hidrográficas**. Disponível em: [www.serla.rj.gov.br](http://www.serla.rj.gov.br). Acesso: 21/03/2006.

THOMAZINI, M.J. & THOMAZINI, A.P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000, 21p.

VEIGA, M.P.; MARTINS, S.S.; SILVA, I.C.; TORMENA, C.A. & SILVA, O.H. Avaliação dos aspectos florísticos de uma mata ciliar no Norte do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25, n.2, p.519-525, 2003.

VELOSO, H.P. & GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira**. Salvador: Boletim Técnico - Projeto RadamBrasil, Série Vegetação, n.1, 1982. 85p.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: edição do autor, 2001. 227 p.

YAMAJI, F. M. **Análise fractal de uma Floresta Ombrófila Mista através de imagens de satélite**. 120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.