



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

RAFAEL BALBI REIS

**MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES
(APP) COMO SUBSÍDIO À ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE
CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO - ESTUDO DE CASO NA APA DO
RIO SÃO JOÃO/MICO-LEÃO-DOURADO (RJ)**

**RIO DE JANEIRO
SETEMBRO DE 2008**

RAFAEL BALBI REIS

**MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APP) COMO
SUBSÍDIO À ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO E
RECUPERAÇÃO - ESTUDO DE CASO NA APA DO RIO SÃO JOÃO/MICO-LEÃO-
DOURADO (RJ)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO,
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE
EM CIÊNCIAS.

ORIENTADORES:
CARLA B. MADUREIRA CRUZ (PROFA. DRA., UFRJ)
RAUL SANCHES VICENS (PROF. DR., UFF)

RIO DE JANEIRO
2008

RAFAEL BALBI REIS

**Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APP)
como subsídio à elaboração de estratégias de conservação e
recuperação - estudo de caso na APA do Rio São João/Mico-
Leão-Dourado (RJ)**

DISSERTAÇÃO DE Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Rio de Janeiro, de de 2008.

Aprovado por:

Carla Bernadete Cruz (Profa., Dra., UFRJ)

Raul Sanches Vicens (Prof., Dr., UFF)

Cristiane Nunes Francisco (Profa., Dra., UFF)

Manoel do Couto Fernandes (Prof., Dr., UFRJ)

Rio de Janeiro
Setembro de 2008

Ficha catalográfica:

Reis, Rafael Balbi

Mapeamento das áreas de preservação permanentes (APP) como subsídio à elaboração de estratégias de Conservação e recuperação – estudo de caso na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado./ Rafael Balbi Reis--Rio de Janeiro: UFRJ / Geografia, 2008. XIV, 120f

Orientadores: Carla Bernadete Madureira Cruz e Raul Vicens Sanches

Dissertação (mestrado) – UFRJ, Geografia, PPGG, 2008

Referências bibliográficas: f. 95-103

1. Sensoriamento Remoto 2. Geoprocessamento 3. Uso e Cobertura da Terra.4.Fragmentação 5. Ecologia da Paisagem – Tese. I Cruz, Carla Bernadete Madureira. II. Vicens, Raul Sanches. III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Geografia, PPGG. IV. Título.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

À minha Família, meu pai Miguel Reis, minha mãe Maria da Conceição Balbi Reis e ao meu irmão Cristiano Balbi Reis, por estarem sempre do meu lado em todos os momentos, não chegaria nem perto disso senão fosse por vocês.

À equipe e grandes amigos do Grupo de Sensoriamento Remoto Espaço da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Luana, Paula, Gustavo, Rocky, Monika, Elisa, Daniel, André (Dedé), Thiago, Louyze, Rafão, Marcelo, Otto, Nilton, Stella e, em especial, ao “capitão” Vinicius Seabra e ao “aspira 06” Phillipe Valente, que sempre tiraram aquela dúvida e ajudaram na execução desta pesquisa.

Ao pessoal do IBAMA responsável pela APA do Rio São João, Christina Albuquerque e Rodrigo Bacelar, que deram apoio e logística nos trabalhos de campo.

Ao Programa de Pós Graduação da Geografia e ao CNPq, que financiaram minha pesquisa. Ao Professor Manoel do Couto Fernandes e a todo grupo Geocart, que apareceram com aqueles benditos arquivos do TPI.

Ao meu co-orientador, “chapa” Raul Vicens, cubano mais brasileiro que eu conheço, que contribuiu com todo o seu saber para o desenvolvimento desta pesquisa.

À minha namorada Paula Sousa de Oliveira Barbosa, que me aturou na pior fase do mestrado, perdendo finais de semana, me ajudando nas configurações, no texto, etc., sua companhia foi essencial para o término desse projeto.

E em especial para a minha amiga, conselheira e orientadora, Carla “Dudu” Madureira, que me deu um voto de confiança ainda em 2003 e acreditou que poderíamos chegar até aqui. Espero que esta parceria possa render ainda mais frutos, viagens e congressos. Sou muito grato por ter a oportunidade de trabalhar com essa pessoa maravilhosa.

*And in the end
The love you take
Is equal to
The love you make*

(E no final,
o amor que você
recebe é igual
ao amor que você dá)

The Beatles.

RESUMO

A fragmentação do Bioma Mata Atlântica não é nenhuma novidade, resultado de um intenso processo de degradação ao longo dos anos, iniciado desde a época do descobrimento e passando por diversos ciclos da economia que privilegiavam a retirada da cobertura vegetal original.

Atualmente, a criação de leis ambientais com intuito de proteger os remanescentes florestais vem aumentando. Dentre as leis podemos citar a Lei Federal nº 4771 e a resolução CONAMA nº 303 que falam a respeito da proteção das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e determinam que algumas partes da superfície terrestre devem ter sua área completamente cobertas por florestas.

Com o objetivo de contribuir com subsídios para conservação e recuperação dessas APPs, o presente trabalho, através do auxílio de ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR), mapeou e caracterizou as APPs da APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado no Bioma Mata Atlântica na escala 1:50.000.

O mapeamento utilizou técnicas de classificação orientada a objeto, que minimizou trabalhos referentes à edição do mapa final de caracterização do uso e cobertura atual da APA. As APPs foram extraídas de forma semi-automática e analisadas através de métricas da ecologia da paisagem.

O resultado final permitiu uma comparação entre o cenário atual do estado da fragmentação e um cenário hipotético, que considera as APPs totalmente florestadas, mostrando que havendo estratégias para conservação e recuperação dessas áreas de preservação, a conectividade e a biodiversidade dos fragmentos tendem a aumentar, garantindo uma maior troca genética de fauna e flora na APA.

ABSTRACT

The fragmentation of the Atlantic forest biome isn't new, resulted from an intense process of degradation over the years, initiated since the time of discovery and going through several economic cycles that collaborated for the lost of original vegetation cover. Nowadays, the creation of environmental laws in order to protect the forest remnants is increasing. Among the laws we can mention the 4771 Federal Law and the resolution CONAMA 303 that deal with the protection of Areas of Permanent Preservation (APP) and determine that some parts of land surface must have its area completely covered by forests.

Aiming to offer subsidies for conservation and restoration of APPs, with the support of Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing (SR) tools, this work mapped and characterized the APP in the APA Rio São João / Mico-Leão-Dourado Reserve, in Atlantic forest biome in 1:50.000 scale.

The mapping techniques used object-based image analysis, which minimized work on editing the final statement of landcover characterization of current EPA. The APPs were extracted in a semi-automatic process and analyzed through some indices of patch analyst of landscape ecology.

Finally, a comparison between the current scenery of the fragmentation pattern and a hypothetical scenery, considering the APPs completely forested, showing that biodiversity and the connectivity of the fragments may increase if strategies for conservation and rehabilitation of these areas will be implemented, ensuring greater genetic exchange of fauna and flora in APA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Localização da Área de estudo.	7
Figura 3.2. Mapa de Relevo Sombreado da Bacia do Rio São João.	13
Figura 4.1 Representação da informação espectral do pixel.	20
Figura 4.2. Diferentes níveis de Segmentação (Parâmetros de Área e Similaridade Diferentes).	23
Figura 5.1. Imagem CBERS antes e depois do tratamento com Hypercube.	41
Figura 5.2. Imagem CBERS segmentada no software eCognition.	43
Figura 5.3. Hierarquia de classes construída em 3 níveis no eCognition®.	44
Figura 5.4. Fotos do trabalho de campo. Equipe reunida discutindo dúvidas sobre a classificação.	46
Figura 5.5. Fluxograma de atividades da primeira etapa da pesquisa.	48
Figura 5.6. Mapeamento de uso e cobertura da terra na APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado.	49
Figura 5.7. Divisão municipal dentro da APA do Rio São João/Mico-Leão- Dourado.	51
Figura 5.8. Foto no canalial dentro da propriedade da usina Agrisa.	53
Figura 5.9. Sobrevôo da APA feito pelos técnicos do IBAMA mostrando a presença da vegetação nos morros.	55
Figura 6.1. Foto do Rio Aldeia Velha com as margens ocupadas pela pastagem.	64
Figura 6.2. Áreas de Preservação Permanentes ao Longo dos cursos d'água dentro da APA do Rio São João/Mico-Leão Dourado.	65
Figura 6.3. Mapa de APP das nascentes.	66
Figura 6.4. Mapa de APP de Lagoas e Lagos.	68
Figura 6.5. Fluxograma de Atividades para APPs 1, 2 e 3.	69
Figura 6.6. Elementos da paisagem: morros, montanhas e bases de acordo com a Resolução CONAMA n. 302/2002.	70
Figura 6.7. Foto ilustrando um dos muitos morros encontrados na área de estudo.	71
Figura 6.8. Esquema ilustrativo do índice de posição topográfico.	71
Figura 6.9. Mapa com os morros e montanhas.	73
Figura 6.10. 1/3 Superior dos morros e montanhas na APA do Rio São João/Mico Leão Dourado.	74
Figura 6.11. Mapa de APP de topos de Morro e linhas de cumeadas.	75
Figura 6.12. Fluxograma de Atividades para APP4.	76
Figura 6.13. Mapa das APP com declividade acima de 45°.	77
Figura 6.14. Fluxograma de Atividades para APP-5.	78
Figura 6.15. Mapa de todas as APPs da APA do Rio São/Mico Leão Dourado.	79
Figura 7.1. Mapa da distribuição dos fragmentos por intervalo de área no cenário atual.	88
Figura 7.2. Mapa da distribuição dos fragmentos por intervalo de área no cenário hipotético.	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1. Distribuição dos Municípios abrangentes dentro da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.	8
Gráfico 5.1. Distribuição das Classes de uso cobertura dentro APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (km ² e %).	49
Gráfico 5.2. Distribuição da classe floresta por Municípios abrangentes dentro da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.	56
Gráfico 5.3. Distribuição da classe pastagem por Municípios abrangentes dentro da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.	57
Gráfico 5.4. Distribuição da classe agricultura por Municípios abrangentes dentro da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.	58
Gráfico 6.1. Distribuição dos usos nas APPs.	80
Gráfico 6.2. Distribuição das APPs na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.	81
Gráfico 7.1. Distribuição da frequência de fragmentos florestais na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado, para os dois cenários propostos.	86
Gráfico 7.2. Contribuição de floresta por intervalo de área na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado, para os dois cenários propostos.	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1. Estado atual da APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.	47
Tabela 5.2. Quantificação de uso e cobertura para os municípios que abrange a baixada da APA.	52
Tabela 5.3. Quantificação de uso e cobertura para os municípios interioranos da APA.	54
Tabela 6.1. Estado atual da APP no entorno de rios (APP-1) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.	63
Tabela 6.2. Estado atual da APP no entorno de nascentes (APP-2) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.	66
Tabela 6.3. Estado atual da APP no entorno de lagos, lagoas e reservatório (APP-3) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.	67
Tabela 6.4. Estado atual da APP nos topos de morros e nas linhas de cumeadas (APP-4) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.	75
Tabela 6.5. Estado atual da APP nas áreas de declividade superior a 45 ° (APP-5) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.	77
Tabela 6.6. Distribuição das APPs por Uso dentro da APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.	80
Tabela 7.1. Métricas da paisagem para os dois cenários.	87
Tabela 7.2. Forma ou Índice de Circularidade.	88

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3 ÁREA DE ESTUDO	6
3.1 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA	6
3.2 ASPECTOS HISTÓRICOS	8
3.3 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	11
3.3.1 Clima	13
3.3.2 Vegetação	14
3.3.3 A Região hoje	15
4 REFERÊNCIAS CONCEITUAIS	16
4.1 MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA	16
4.1.1 Escala de mapeamento	18
4.1.2 Legenda de Mapeamento	19
4.2 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS	20
4.2.1 Tipos de classificadores	21
4.3 CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO	22
4.4 DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APP)	24
4.4.1 Funções Ambientais de Áreas de Preservação Permanentes	26
4.4.2 Técnicas (desafios) para mapeamento	29

4.5 MÉTRICAS DA PAISAGEM	31
4.5.1 Ecologia da Paisagem	31
4.5.2 Fragmentação de Remanescente	34
4.5.3 Elementos para análise de fragmentação da paisagem	36
5. CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO DA APA DO SÃO JOÃO	39
5.1 INTRODUÇÃO	39
5.2 MATERIAIS E MÉTODOS	40
5.3 ANÁLISE DE RESULTADOS	46
5.3.1 Municípios da Baixada	52
5.3.2 Municípios interioranos	54
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
6 MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APPS) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO RIO SÃO JOÃO/MICO LEÃO DOURADO	60
6.1 INTRODUÇÃO	60
6.2 METODOLOGIA (DETERMINAÇÃO DE CADA TIPO DE APP)	61
6.2.1 Delimitação das APPs ao redor dos Cursos d'água (APP-1)	62
6.2.2 Delimitação das APPs nas nascentes da APA (APP-2)	65
6.2.3 Delimitação das APPs ao redor das Lagoas, Lagos e reservatórios (APP-3)	66
6.2.4 Delimitação das APPs em topos de Morro e linha de cumeada (APP-4)	69
6.2.5 Delimitação das APPs nas áreas de Declividade superior a 45 ° (APP-5)	76
6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
7 FRAGMENTAÇÃO E CONECTIVIDADE DA PAISAGEM NATURAL NA APA DO RIO SÃO JOÃO	82

7.1	INTRODUÇÃO	82
7.2	MATÉRIAS E MÉTODOS	83
7.3	RESULTADOS	84
7.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
8	CONCLUSÕES	91
9	REFERÊNCIAS	95
	ANEXOS	104

1. INTRODUÇÃO

A ameaça ao bioma Mata Atlântica não é nenhuma novidade, seu histórico de destruição parte desde o início da ocupação no território brasileiro, há cerca de 500 anos, sendo considerada como a quinta área mais ameaçada do mundo, entretanto continua sendo rica em espécies endêmicas (IBAMA, 2006). A exploração da Mata Atlântica vem ocorrendo desde a chegada dos portugueses ao Brasil, cujo interesse inicial era a exploração do pau-brasil. O processo de desmatamento prosseguiu durante os ciclos da cana-de-açúcar, do ouro, da produção de carvão vegetal, da extração de madeira, da plantação de cafezais e pastagens, da produção de papel e celulose, do estabelecimento de assentamentos de colonos, da construção de rodovias e barragens e de um amplo e intensivo processo de urbanização no litoral, com o surgimento das maiores capitais do país, como São Paulo, Rio de Janeiro e de diversas cidades menores e povoados.

A Mata Atlântica é um bioma de extensão continental, com cerca de 1.105 mil km² distribuídos por 15 Estados brasileiros. No bioma ainda estão localizados mananciais hídricos essenciais para abastecimento de água para mais de 120 milhões de brasileiros (70% da população). Por ser um bioma extremamente rico em fauna e flora, exerce funções ambientais, ecológicas e sociais, como por exemplo, a manutenção da biodiversidade, a regulação do fluxo hídrico e de sedimentos nas bacias, a diminuição na intensidade dos processos erosivos nas encostas e o controle climático.

O bioma encontra-se, nos dias de hoje, altamente fragmentado, com os seus remanescentes florestais localizados principalmente em áreas de difícil acesso, onde geralmente o relevo é mais acidentado. De acordo com o levantamento realizado pelo PROBIO/MMA (2006) existem hoje cerca de 20% de remanescentes florestais deste

bioma espalhados pelo território nacional. A preservação desses remanescentes vem garantindo a contenção de encostas, propiciando oportunidades para desfrute de exuberantes paisagens e desenvolvimento de atividades voltadas ao ecoturismo, além de servir de abrigo para várias populações tradicionais, incluindo nações indígenas.

O desmatamento sobre esses remanescentes acaba afetando diretamente a manutenção dos recursos hídricos, bem como o equilíbrio ambiental sobre as áreas drenadas pelas bacias hidrográficas, afetando a qualidade de vida das pessoas que residem nessas bacias.

A legislação atual prevê para a conservação dos remanescentes florestais dentre outros, as Unidades de Conservação (UC) que podem ser de proteção integral ou de uso sustentável, e as Áreas Preservação Permanentes (APPs), estabelecidas mais pela necessidade da manutenção de algumas funções ambientais. As APPs incluem, dentre outros, os topos de morro, as nascentes dos rios e matas ciliares, responsáveis pela manutenção dos recursos hídricos, as áreas com declividade superior a 45° e as formações pioneiras (mangues e restingas).

O presente trabalho trata do levantamento sobre o estado atual das áreas de preservação permanentes (APP) dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio São João/Mico-Leão-Dourado analisando os seus relacionamentos com os principais usos conflitantes, através de metodologia embasada em produtos de Sensoriamento Remoto (SR). Com o desenvolvimento de sofisticados equipamentos e a sua incorporação ao conjunto de funções dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tem sido possível o processamento rápido e eficiente dos dados necessários para caracterização das variáveis morfométricas do terreno, essenciais para análise das intervenções antrópicas nessas áreas de APP.

A dificuldade em visualizar e determinar espacialmente as APP motivou o presente trabalho na aplicação de uma metodologia de extração automática dessas áreas. Por não estarem muito bem delimitadas essas áreas de preservação permanentes acabam sendo ocupadas pelo homem de forma desordenada e inadequada. Esta ocupação na maioria das vezes é feita pela falta de conhecimento da legislação vigente, ou ainda pela falta de conhecimento do que representa uma APP, parte desse processo de degradação ainda advém de uma visão equivocada que prega a incompatibilidade entre o desenvolvimento e a conservação ambiental.

A funcionalidade e eficácia desse mapeamento, integrada às informações geradas pelas imagens de satélite, podem produzir diagnósticos e fornecer subsídios capazes de identificar e mensurar a ocorrência de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente, fortalecendo as ações ambientais de monitoramento e como suporte para os instrumentos jurídicos de controle e fiscalização desses ambientes (NASCIMENTO *et. al.*, 2005). A evolução das geotecnologias, o processo de aplicação da legislação ambiental e a fiscalização sobre os remanescentes se tornaram mais eficientes e viáveis nos dias de hoje.

A criação de Unidades de Conservação é inquestionavelmente a estratégia mais importante para a conservação da biodiversidade, seja para a manutenção da diversidade dos ecossistemas, das espécies, dos genes e até mesmo da diversidade cultural humana, destacando-se nesse caso. Merecem toda a atenção e cuidados, pois são os últimos redutos onde se pretende isentar os processos evolutivos da Terra das perturbações humanas, onde estão guardadas as belezas cênica, além de constituírem a poupança do capital natural para as presentes e futuras gerações (FARIA, 1995). Como afirmam Ham & Enriquez (apud FARIA, 1998), as unidades de conservação são uma das poucas

criações da sociedade moderna designadas para o benefício da humanidade como um todo.

Hoje, é consenso que a maioria dos impactos ambientais é consequência das mudanças promovidas pela ocupação desordenada, o que vêm sendo estudado, nas últimas décadas, por uma multiplicidade de cientistas de diversas disciplinas (TURNER *et. al.*, 1991).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Mapear e caracterizar as áreas de preservação permanente da APA do Rio São João/Mico-leão-Dourado sugerindo ações de conservação e recuperação de ecossistemas no Bioma Mata Atlântica na escala 1:50.000.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Gerar o mapeamento do uso e cobertura do solo na escala 1:50.000 a partir de imagem CBERS/CCD e Landsat TM, para o ano de 2006;
- caracterizar a APA e os municípios contidos dentro da APA quanto ao estado do uso e cobertura do solo atual;
- definir estratégias de mapeamento de áreas de preservação permanente de acordo com a aplicação da Lei federal N°. 4.771 e da Resolução CONAMA N° 303;
- analisar o estado de fragmentação da vegetação dentro da APA;
- analisar o estado de fragmentação da APA considerando 2 (dois) cenários: um primeiro, através da situação atual diagnosticada no mapeamento da cobertura vegetal, e um segundo, considerando uma situação hipotética, na qual a aplicação da legislação atual garantiria a preservação das APPs;
- contribuir para a proposição de estratégias viáveis para a conservação e recuperação de ecossistemas na APA.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA

A APA de São João/Mico-Leão-Dourado localizada, na Região Centro Leste do Estado do Rio de Janeiro, possui uma área total aproximada de 1507 Km², abrangendo as Reservas Biológicas de Poço das Antas e o Parque Ecológico Municipal Mico-Leão-Dourado (figura 3.1 – APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado). A APA foi criada em 27 de junho 2002 com o objetivo de:

- proteger e conservar mananciais;
- regular o uso dos recursos hídricos e o parcelamento do solo;
- servir como Zona Tampão para a REBIO Poço das Antas.

Desta maneira, garante o uso racional dos recursos naturais, os remanescentes da mata atlântica e protege o patrimônio cultural e ambiental da região.

A APA está inserida nos Municípios de Cachoeira de Macacu, Rio Bonito, Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras. Entretanto, a maior parte da área da APA fica concentrada nos municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu, correspondendo a 56% e 22%, respectivamente (gráfico 3.1).

Dentro dos limites da APA se encontra o rio São João, principal responsável pelo abastecimento público de água na Região dos Lagos, além de possuir um grande potencial turístico. Na bacia do Rio São João, na qual a APA encontra quase que totalmente inserida, são encontrados cinco ecossistemas associados à Mata Atlântica (restinga, meio lacustre, floresta densa, mata ciliar e mangue) apesar da floresta ombrófila densa ser o de maior expressão espacial (IBAMA, 2006).

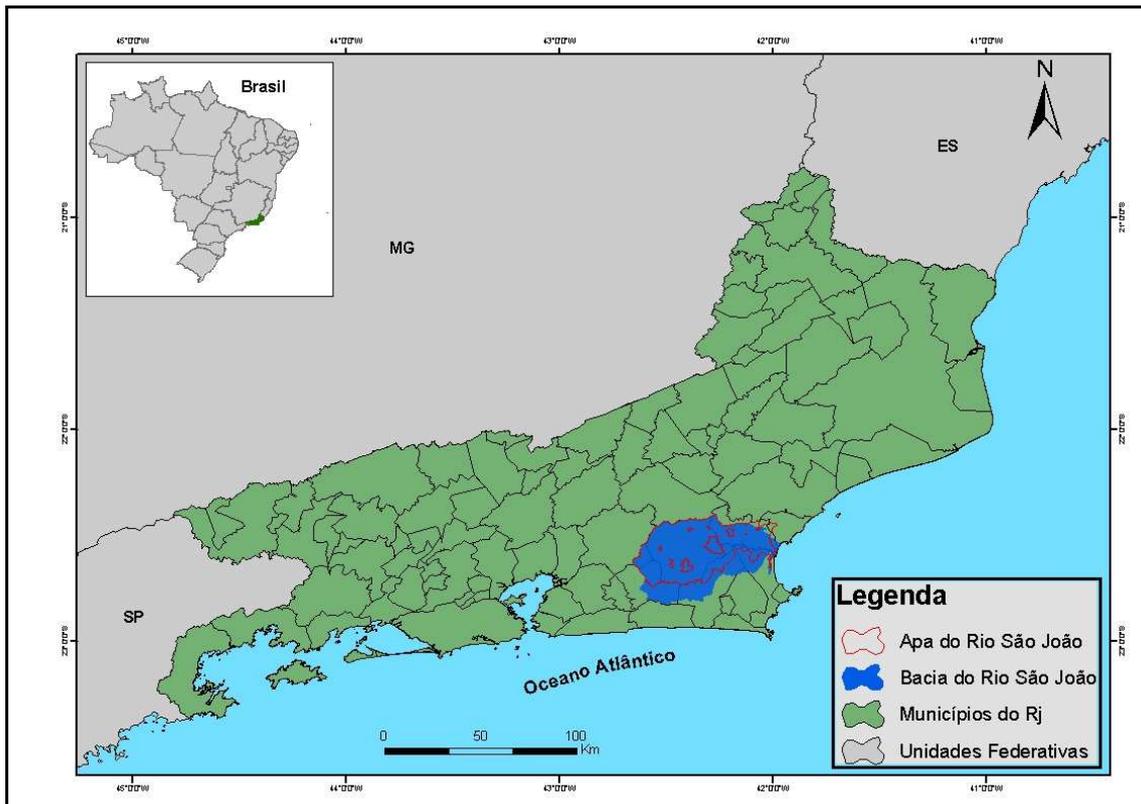


Figura 3.1. Localização da Área de estudo.

Fonte: Arquivo Pessoal

Outro fator relevante para o estudo mais detalhado da área é a proximidade com a área de exploração da Bacia de Campos. Com a crescente expansão e ocupação da região, principalmente de Macaé, a APA torna-se alvo de pressões de diferentes níveis no seu entorno e no interior, processo que vem acontecendo nos últimos 30 anos (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007d e 2007f).

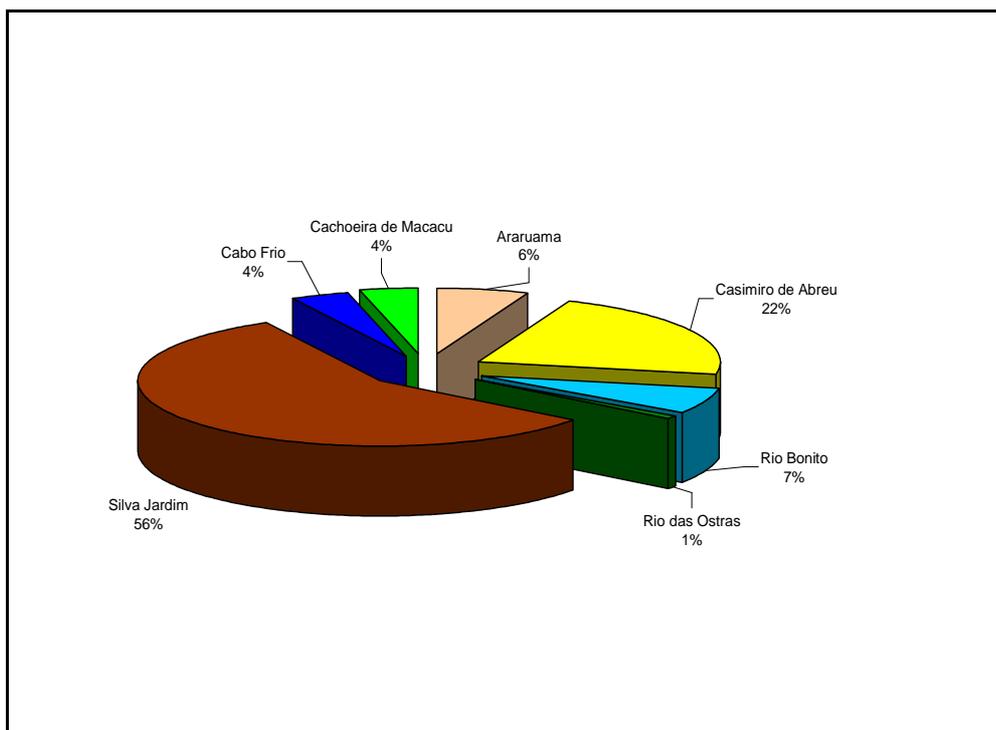


Gráfico 3.1. Distribuição dos Municípios abrangentes dentro da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Fonte: Arquivo Pessoal.

3.2 ASPECTOS HISTÓRICOS

A ocupação antrópica na região se deu em diferentes períodos ao longo do processo de colonização do Brasil. Em cada momento histórico são encontradas diferentes porções espaciais que ganham maior importância dentro do processo econômico, e na região onde hoje se encontra a APA da Bacia do São João não foi diferente. Segundo Corrêa (1997), o processo de formação de uma rede urbana tem como atributos necessários uma integração interna e externa que, em razão da desigualdade espaço-temporal dos processos sociais, vai se traduzir, segundo diversas redes urbanas, em tipos e intensidades distintos.

Na região em questão, os municípios que possuem porções costeiras (Cabo Frio, Casimiro, Rio das Ostras e Araruama) tiveram o seu processo de ocupação iniciado no período colonial. Esses municípios se destacaram pela captura e salga do pescado e do camarão, manufatura de telhas, tijolos e taboados e pela produção de sal. Por conta

dessas atividades a população acabou se concentrando nesta faixa litorânea (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007a, 2007b, 2007d, 2007e).

No caso dos municípios interioranos (Cachoeira de Macacu, Rio Bonito, Casimiro de Abreu e Silva Jardim) a ocupação se deu de acordo com a necessidade produtiva agrícola em meados dos séculos XVII e XVIII. Dentre as atividades econômicas da região pode-se destacar cultivos de mandioca, milho, cana-de-açúcar, arroz e feijão. Uma outra atividade agropecuária que teve uma grande participação da economia local foi o café, que passou a ocupar as melhores terras da região, tornando-se em pouco tempo uma de suas maiores fontes de riqueza (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007c, 2007d, 2007e e 2007g).

Como representam mais ou menos 79% da região, os municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu merecem um destaque sobre o seu histórico de ocupação, pois é através desse retrato que se pode compreender o estado atual dos remanescentes florestais e da paisagem.

O Município de Silva Jardim teve seu processo de formação e ocupação impulsionado pelas atividades da exploração de madeira e da lavoura (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007g). Durante seu crescimento os moradores foram ocupando locais as margens do Rio São João. Essa formação de povoados ocorreu por volta do século XVIII. A cidade desde o início teve como atividade econômica principal à agricultura, inicialmente de cana-de-açúcar e cereais e mais tarde, com a cultura de café, que foi significativa para o desenvolvimento do Município. Além da exportação de madeira, propriedades prósperas se ocupavam da lavoura, e para enriquecer o padrão dessa economia havia a existência de minérios variados cuja extração fornecia bons lucros. A Estrada de Ferro Leopoldina chegou em 1881 e trouxe mais movimento ao Município, deixando de ser apenas fluvial o meio de transporte

utilizado. Com a abolição da escravatura em 1888 e conseqüente falta de mão-de-obra deu-se um abandono dos campos com enorme queda da atividade da lavoura. A passagem da estrada de ferro trazia visitantes e comércio para a cidade e as casas atacadistas tinham um movimento significativo, já que a produção local era considerável e o comércio com a vizinhança, como Araruama, Campos, mantinha o bom movimento de mercadorias. Com a baixa dos preços do café nos anos 1930 a região em torno e a própria cidade entraram em crise (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007g).

Com o agravamento da situação econômica, muitos sítiantes perderam ou venderam suas terras, que passaram gradativamente para as mãos de grandes proprietários. Nos anos 50, a economia local ganha uma nova sobre vida com a construção das estradas de rodagem entre os distritos e municípios vizinhos. A construção da BR-101, que passa a 5km da sede da cidade de Silva Jardim, tornou-a acessível a visitantes e viajantes de muitas outras localidades. A partir de 1974, a bacia foi alvo de muitas de obras hidráulicas pelo extinto DNOS. O rio São João foi objeto de grandes obras de retificação. Nas áreas marginais foram construídas valas de drenagem e grandes canais, que secaram as planícies inundadas. Dentre as obras de maior vulto, destaca-se a construção da represa de Juturnaíba, que oferece muitas oportunidades turísticas (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007g).

Por sua vez, Casimiro de Abreu está situado na Zona da Baixada de Araruama, a estrutura econômica desse Município esteve baseada na agricultura. O isolamento físico associado à ausência de atividades agrícolas dinâmicas no município foi responsável pela pequena expansão do núcleo, que iniciou acentuado declínio a partir de 1888, com a libertação dos escravos. O desajustamento da economia do município ocasionado pela Lei Áurea deu motivo a repetidos deslocamentos de sua sede que foi fixada, em 1925,

na antiga vila de Inadaçu, que passaria a se chamar em seguida Casimiro de Abreu, nome atribuído a todo o município em 1938. Hoje, a economia do Município está relacionada à sazonalidade das altas temporadas (veranistas), suas atividades turísticas na foz do Rio São João e as atividades agropecuárias (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007d).

3.3 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

A APA da bacia do rio São João é quase toda coincidente com o limite da bacia hidrográfica do Rio São João, principal manancial de grande parte da população da região em que se encontra inserida. A bacia cobre cerca de 2.160km². Em sobreposição a área da APA encontra-se a Reserva Biológica de Poço das Antas, que abriga muitas espécies de animais ameaçados de extinção, além de ser o local onde se encontra a espécie bandeira Mico-Leão-Dourado, ameaçado de extinção, cuja proteção influencia em várias ações de conservação e recuperação da área.

O rio São João tem suas nascentes na serra do Sambê, no município de Cachoeira de Macacú, a uma altitude de cerca de 800 metros e percorre aproximadamente 120km até desaguar no oceano, na divisa dos distritos de Barra de São João (Casimiro de Abreu) e Tamoios (Cabo Frio). As maiores vazões do rio ocorrem de janeiro a março e as menores de agosto a setembro. Tem como principais afluentes, pela margem direita, os rios Gavião, do Ouro, Bacaxá, Capivari e Morto; os córregos Salto d'água e Cambucás, a vala do Consórcio e o rio Gargoá e, pela margem esquerda, os rios Águas Claras, Pirineus, Taquaruçu, da Bananeira, Maratuã, Aldeia Velha, da Lontra, Dourado e a vala dos Medeiros.

O relevo da bacia do rio São João é bastante diversificado, com serras, planaltos, colinas e grandes baixadas, de acordo com as seguintes proporções: serras (21%), planalto (13%), colinas (32%), baixadas (30%), restinga (4%) (CUNHA, 1995).

Ainda de acordo com Cunha (*op. cit.*), as serras escarpadas encontram-se principalmente na periferia norte e sudoeste da bacia, apresentando encostas íngremes e abruptas. As montanhas com elevações acima de 1000 metros surgem nas serras de Santana, São João, Taquaruçu, Pilões, Boa Vista e Pedra Branca, no Município de Silva Jardim. O ponto culminante da bacia é a pedra do Faraó no Município de Silva Jardim, com 1.719m. O segundo conjunto de montanhas aparece na periferia sudoeste da bacia, na divisa entre Rio Bonito e Saquarema e ao sul das Rodovias Via Lagos. As altitudes oscilam entre 100 e 600m, estando o pico situado na serra do Boqueirão, na altitude de 690m. Próximo ao litoral, surge isolado na baixada o Morro de São João, uma notável montanha que desponta com seus 781m de altitude. Trata-se de um antigo vulcão extinto com mais de 59 milhões de anos de idade, formato arredondado e superfície com cerca de 14km².

O planalto se desenvolve na região entre o rio São João e os rios Bacaxá e Capivari, apresentando altitudes mínimas de 100m, que aumentam até 908m na serra do Sambê. Aparecem ainda manchas isoladas de planalto na parte norte da bacia, com altitudes em torno de 60-70m. As colinas ocupam uma grande parte da bacia, distribuindo-se entre as serras e o planalto, no vale do rio São João a montante da represa de Juturnaíba. A maioria delas tem formato de meia laranja devido aos topos arredondados. A altitude máxima é da ordem de 100m. Em alguns locais a predominância é de colinas com 100-80m, passando para 80-60m e até 60-40m, quando próximas aos rios (CUNHA, *op. cit.*).

As baixadas foram construídas pelos rios, com o material obtido do desgaste das serras, do planalto e das colinas, e também pelo mar. No trecho inicial distribuem-se pelos vales dos rios São João, Capivari e Bacaxá desde as proximidades das nascentes até a represa de Juturnaíba. Abaixo da barragem, a baixada expande-se de forma notável, apresentando mais de 24km de comprimento e largura variável entre 16 e 8km.

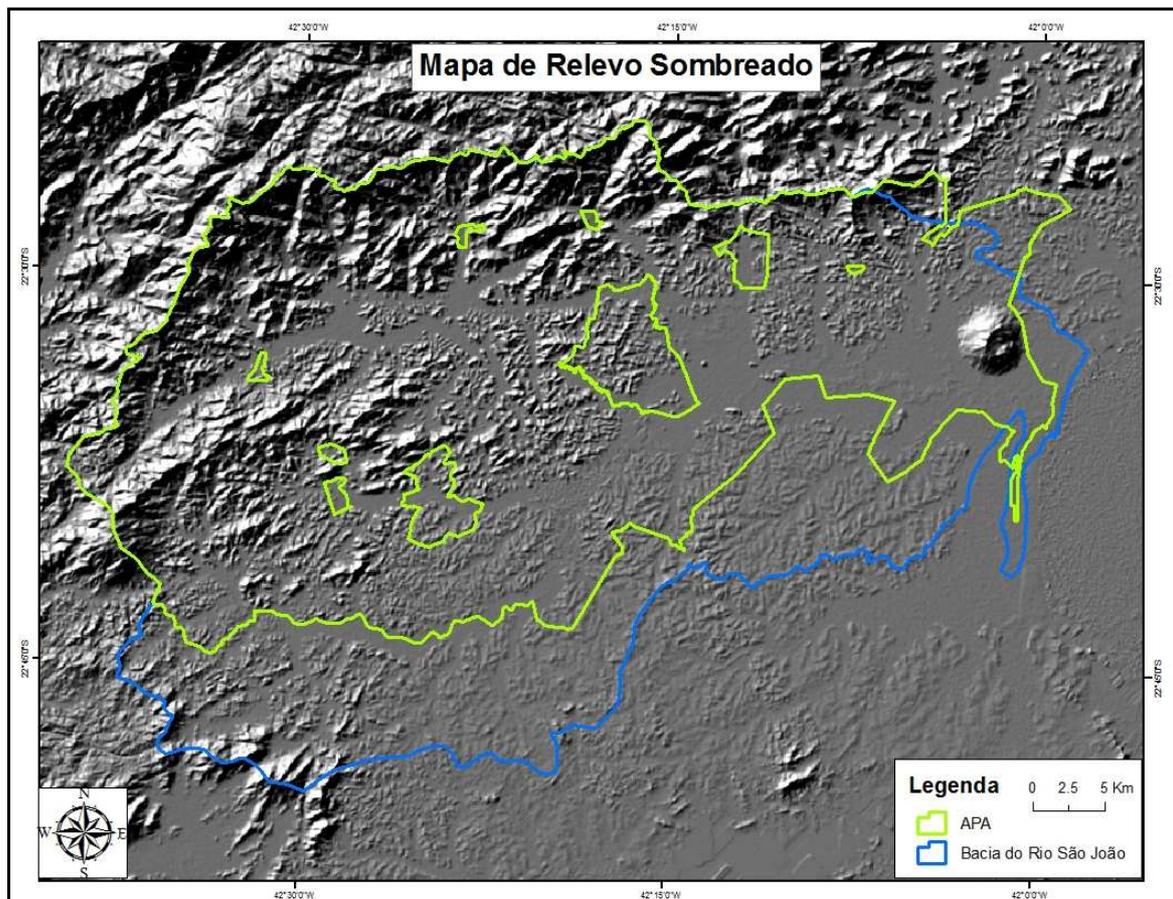


Figura 3.2. Mapa de Relevo Sombreado da Bacia do Rio São João.

Fonte: Arquivo Pessoal

3.3.1 Clima

O clima da região é tropical. A distribuição das chuvas na área exibe uma forte variação espacial e temporal. Isto ocorre devido à ação combinada das mudanças das massas de ar que atuam sobre a região ao longo do ano, com as diversificadas características ambientais das bacias e da zona costeira, em especial o relevo, associado ao fenômeno da ressurgência marítima que ocorre nas costas de Cabo Frio e Arraial do

Cabo. Durante o verão predomina a massa de ar Continental Equatorial, enquanto no resto do ano prevalece a massa de ar Tropical Atlântica. Frentes frias (Frentes Polares Atlânticas) frequentemente passam pela região, em especial durante a primavera.

A quantidade de chuva cresce de sudeste para noroeste, variando de menos de 1.000mm/ano até pouco menos de 2.500mm/ano. Ela é maior nas partes superiores da cadeia de montanhas da Serra do Mar e menor um pouco na meia-encosta e no sopé das montanhas (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO, 2007).

3.3.2 Vegetação

De acordo com o Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), a cobertura vegetal nativa atual compreende:

- manchas de florestas de variados tamanhos do bioma da Mata Atlântica, principalmente nas montanhas e serras de Silva Jardim, Rio Bonito, Casemiro de Abreu e Cachoeira de Macucu;
 - floresta Ombrófila Densa;
 - floresta Estacional Semidecidual;
 - florestas de Terras Baixas;
 - vegetação de restinga.
- manguezais na foz dos rios São João e das Ostras;
- brejos espalhados por toda a região.

Estima-se a existência de mais de seis centenas de espécies de árvores e arbustos nativos e mais de três mil espécies de outras plantas como palmeiras, cipós, trepadeiras, bromélias, cactus, orquídeas e uma infinidade de ervas, além de outro punhado de espécies de algas, líquens, musgos e samambaias (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO, 2007).

3.3.3 A Região hoje

A construção da Rodovia Amaral Peixoto, a expansão turística da Região dos Lagos e a instalação da Petrobrás foram de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento da região. Essa região apresenta ao Norte a condição de vulnerabilidade muito alta tendo em vista as atividades petrolíferas e as atividades vinculadas e os efeitos gerados por essa nova dinâmica; a parte voltada para Região Turística dos Lagos (região mais pressionada do Estado) sofre com a expansão do turismo veraneio (segunda moradia). Hoje nos municípios mais interioranos encontram-se áreas de sítios de lazer, bem como já se esboça a expansão de loteamentos nos limites com Itaboraí devido ao projeto de criação Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ).

4 REFERÊNCIAS CONCEITUAIS

4.1 MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA

Desde o início da civilização, a importância do conhecimento espacial despertou interesse. É preciso, portanto, conhecer dentro do espaço onde se localizam os fenômenos, como eles se distribuem e por que ocorrem daquela forma (ARGENTO, 1994).

Segundo o IBGE (2006), o conhecimento sobre o uso da terra ganha importância pela necessidade de garantir a sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a eles relacionadas e trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável. Segundo Vieira (2005), cobertura seria o aspecto do revestimento da superfície terrestre, relacionados com os meios bióticos, abióticos e antrópicos, podendo ser uma paisagem natural ou não. Enquanto uso é a atividade empreendida pelo homem, desenvolvida com propósito sócio-econômico, sobre alguma cobertura. Nesse sentido, o Sensoriamento Remoto (SR) passa a ser uma importante ferramenta na produção de mapas de uso e cobertura da terra. O avanço tecnológico, principalmente da tecnologia espacial, colocou as imagens orbitais como marco de uma nova era nos estudos de uso da terra. As imagens de satélite trouxeram uma nova metodologia de pesquisa, pois revelam a concepção teórica que orienta a apreensão espacial e temporal do Uso da Terra. De acordo com informações do IBGE (2006), o primeiro trabalho sistemático utilizando Sensoriamento Remoto como ferramenta de interpretação dos fenômenos espacializáveis de significado nacional foi o Levantamento Sistemático de Recursos Naturais, realizado primeiro pelo RADAM depois RADAMBRASIL, que utilizaram imagens de radar.

Segundo Campos (2005), as ações para a restauração, conservação e manejo de

florestas tropicais devem ser baseadas no dimensionamento do desflorestamento e das mudanças na cobertura do terreno e deve conter indicativos do tipo e intensidade de uso e padrões espaciais. Esse tipo de mapeamento fornece suporte à decisão e execução de medidas mitigadoras para o processo de degradação ambiental em estágio avançado, representam instrumento valioso para a construção de indicadores e para avaliação da capacidade e suporte ambiental.

A demanda de dados ambientais se dá a partir da necessidade de se examinar os efeitos da interferência do homem sobre os diversos ambientes naturais (IBGE, 2006). Silva (1995 apud IBGE, 2006) acredita que ao mostrar de forma sistemática as razões e os resultados da interferência do homem sobre a natureza, a Geografia é um poderoso veículo de conscientização quanto aos problemas de desequilíbrio ambiental, ocupação desordenada de novos territórios, desperdício de recursos e de poluição.

Segundo o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2006), entende-se por levantamento o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada através de mapas e/ou cartas. O Levantamento do Uso e da Cobertura da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre.

O mapeamento de uso e cobertura da terra é um levantamento que identifica de forma homogênea a tipologia de uso dentro de um determinado espaço, possibilitando a interpretação de elementos naturais e antrópicos na paisagem. Fornece informações para análises e avaliação de impactos ambientais, como os gerados por desmatamento, mudanças climáticas, além de impactos gerados pela urbanização. É de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo assim, como dito anteriormente, em uma importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão.

O que se espera desses Levantamentos da Cobertura e do Uso da Terra é que eles forneçam informações do território ao maior número possível de usuários, nas mais variadas escalas (regional, estadual e local) de maneira que possam ser comparadas entre si e periodicamente atualizadas (IBGE, 2006).

4.1.1 Escala de mapeamento

De acordo com Lacoste (2002), a “realidade” aparece diferente segundo a escala de representação e os níveis de análise. A mudança de escala transforma a problemática que se pode estabelecer e os raciocínios que se possa formar. Lacoste (*op. cit.*) conclui dizendo que a mudança da escala corresponde a uma mudança do nível de conceituação.

A concepção de um método para “levantamento de uso e cobertura da terra” visa atingir diferentes tipos de usuários e propósitos. E também prevê a informação em diferentes escalas a fim de ser utilizada em vários níveis de tomada de decisão.

O que se vê na bibliografia sobre a escala de mapeamento (IBGE, 2006) é que:

- escalas entre 1:750.000 a 1:2.500.000 – Mapeamentos exploratórios, úteis no preparo de programas nacionais de desenvolvimento, abrangendo extensas áreas.
- Escalas entre 1:50.000 a 1:750.000 – Mapeamentos de reconhecimento, variam de acordo com a intensidade dos trabalhos. Atendem a uma ampla faixa de objetivos como planejamento regional, estaduais, nacional e de bacias hidrográficas.
- Escalas maiores ou iguais a 1:50.000 – Mapeamentos em maiores escalas que atendem ao detalhamento de decisões localizadas e problemas específicos, se restringindo a pequenas áreas.

Outros autores como Argento (*op. cit.*) dividem a escala do seu mapeamento

geomorfológico em três categorias, onde cada mapeamento temático deve fornecer um grau de informação correspondente e compatível a uma legenda:

- macroescalas – acima de 1:100.000
- mesoescalas – entre 1:100.000 até 1:30.000
- microescalas – Acima de 1:25:000

A escolha da escala de mapeamento dependerá primeiramente dos objetivos do trabalho do usuário e do tamanho da área a ser mapeada. Cada um desses diferentes níveis de análise não corresponde somente à consideração de conjuntos espaciais, mas também à definição das características estruturais que permitem delimitar os contornos (LACOSTE, *op. cit.*).

4.1.2 Legenda de Mapeamento

Uma legenda de uso e cobertura da terra precisa estar adequada ao mapeamento da diversidade do território considerado e deve ser compatível com a escala, o tamanho da menor área a ser mapeada, a fonte básica de dados e as necessidades dos virtuais usuários (IBGE, 2006).

Argento (*op. cit.*) afirma que é importante que as informações (legendas) sejam manipuladas de tal maneira que possam ser utilizadas por vários usuários e que a busca dessas informações deve seguir os princípios básicos de coleta e análise de atributos, fundamentais para a definição de unidades dentro do mapeamento.

As discussões atuais sobre o papel deste mapeamento giram em torno do desenvolvimento de metodologias mais poderosas para classificação. Neste contexto, surgem novos classificadores, como a classificação orientada aos objetos, que busca simular a interpretação visual através de modelagem do conhecimento, ampliando a automatização e minimizando esforços de edição das classes de mapeamento.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

Classificação é o processo de extração de informação em imagens com o objetivo de reconhecer padrões e objetos homogêneos (INPE, 2006).

Os métodos de classificação são usados para mapear áreas da superfície terrestre que apresentam um mesmo significado em imagens digitais.

A informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, onde cada "*pixel*" tem as coordenadas espaciais x, y e a coordenada espectral L, que representa os níveis de cinza de uma determinada banda espectral, conforme o exemplo da figura 4.1. O conjunto de características espectrais de um "*pixel*" é denotado pelo termo "atributos espectrais".

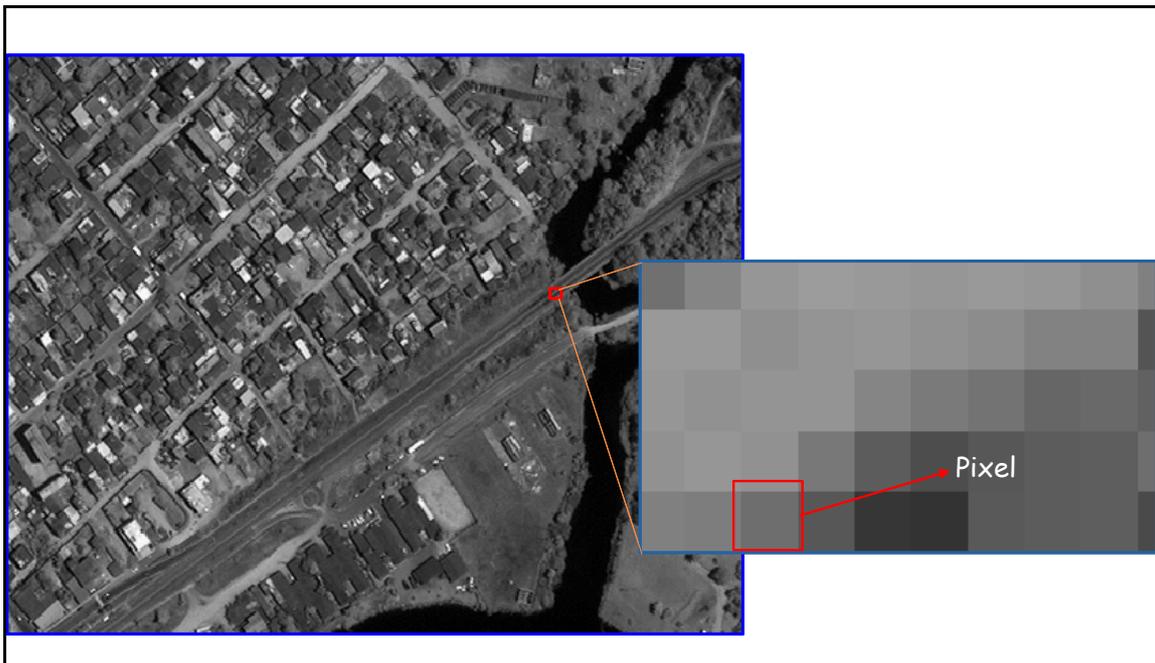


Figura 4.1 Representação da informação espectral do pixel.

Fonte: Arquivo pessoal.

Conforme o processo de classificação empregado, os classificadores podem ser divididos em "*pixel a pixel*", por regiões, orientado ao objeto, etc.

4.2.1 Tipos de classificadores

Diante desta dificuldade, em uma classificação, deve-se considerar a relação entre a resposta espectral dos alvos e a classe que deseja mapear. O processo de classificação digital transforma um grande número de níveis de cinza, em cada banda espectral, em um pequeno número de classes em uma única imagem (INPE, 2006).

- Classificadores "*pixel a pixel*" utilizam apenas a informação espectral, de forma isolada, não considerando a vizinhança do *pixel*. Estes classificadores podem ser ainda separados em métodos estatísticos (que utilizam regras da teoria de probabilidade) e determinísticos.
- Classificadores por regiões utilizam, além de informação espectral de cada "pixel", a informação espacial que envolve a relação entre os "*pixels*" e seus vizinhos. Estes classificadores procuram simular o comportamento de um foto-intérprete, ao reconhecer áreas homogêneas de imagens (através de técnicas de segmentação), baseados nas propriedades espectrais e espaciais de imagens.
- O processo de classificação orientada a objeto utiliza os polígonos gerados na segmentação como objetos de imagem. As características espectrais de forma e relações de vizinhança são as informações utilizadas na descrição destes objetos. A partir destes descritores os objetos podem ser agrupados em categorias com significado ou em classes temáticas (DEFINIENS, 2004).

Segundo Cruz et al (2007a), a classificação orientada a objeto busca simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para identificação de feições, baseada na descrição de padrões identificadores, tais como textura, cor, métrica, contexto.

Segundo Campos (2005), a classificação orientada a objeto aplica as técnicas de classificação por divisão ou agrupamento de imagens e a partir desta segmentação da

imagem são gerados polígonos chamados também de objetos. Segundo Medeiros (apud Campos, *op. cit.*) um objeto denota uma entidade capaz de ser individualizada, única, com atributos próprios, com no mínimo as mesmas propriedades da classe que lhe deu origem, ou melhor, um objeto é uma materialização da classe.

A classificação orientada a objeto veio para suprir os tradicionais classificadores que tinham como base apenas os atributos espectrais. Pinho (2005) diz ainda que, diante da grande variabilidade interna das classes, os tradicionais classificadores *pixel-a-pixel* apresentam uma eficiência reduzida em imagens de resolução espacial muito alta e uma alternativa para superar este problema é a adoção de técnicas de classificação de imagens baseadas em regiões.

Nas últimas décadas, métodos de classificação que usam a informação espacial ou contextual e a espectral foram desenvolvidos para resolver os problemas inerentes à classificação que utiliza somente a informação espectral (CAMPOS, *op. cit.*).

4.3 CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO

A classificação orientada a objetos parte da segmentação de uma imagem. A segmentação inicia o processo gerando objetos que são polígonos (vetores), sendo o primeiro passo numa análise de imagem. A segmentação subdivide uma imagem em suas partes ou objetos constituintes (CAMPOS, *op. cit.*), ou ainda, agrupa vizinhos em regiões (segmentos) baseando-se em algum critério de similaridade, como textura ou valores de número digital – nível de cinza - (MEINEL & NOUBERT apud PINHO, 2005) essa subdivisão pode variar em diferentes níveis de segmentação, conforme a figura 4.2.

No processo de segmentação, os pixels são agrupados em regiões que possam ser discriminadas por uma propriedade comum ou por um conjunto de propriedades em

comum. A partir do momento que a imagem é dividida em regiões, cada segmento pode ser atribuído a uma classe de uso e cobertura do solo (ABEYTA & FRANKLIN apud CAMPOS, 2005). A segmentação é responsável pela geração dos objetos da imagem em diferentes escalas de detalhamento. Na estruturação das classes em rede hierárquica, os objetos e seus relacionamentos são modelados por regras de classificação.

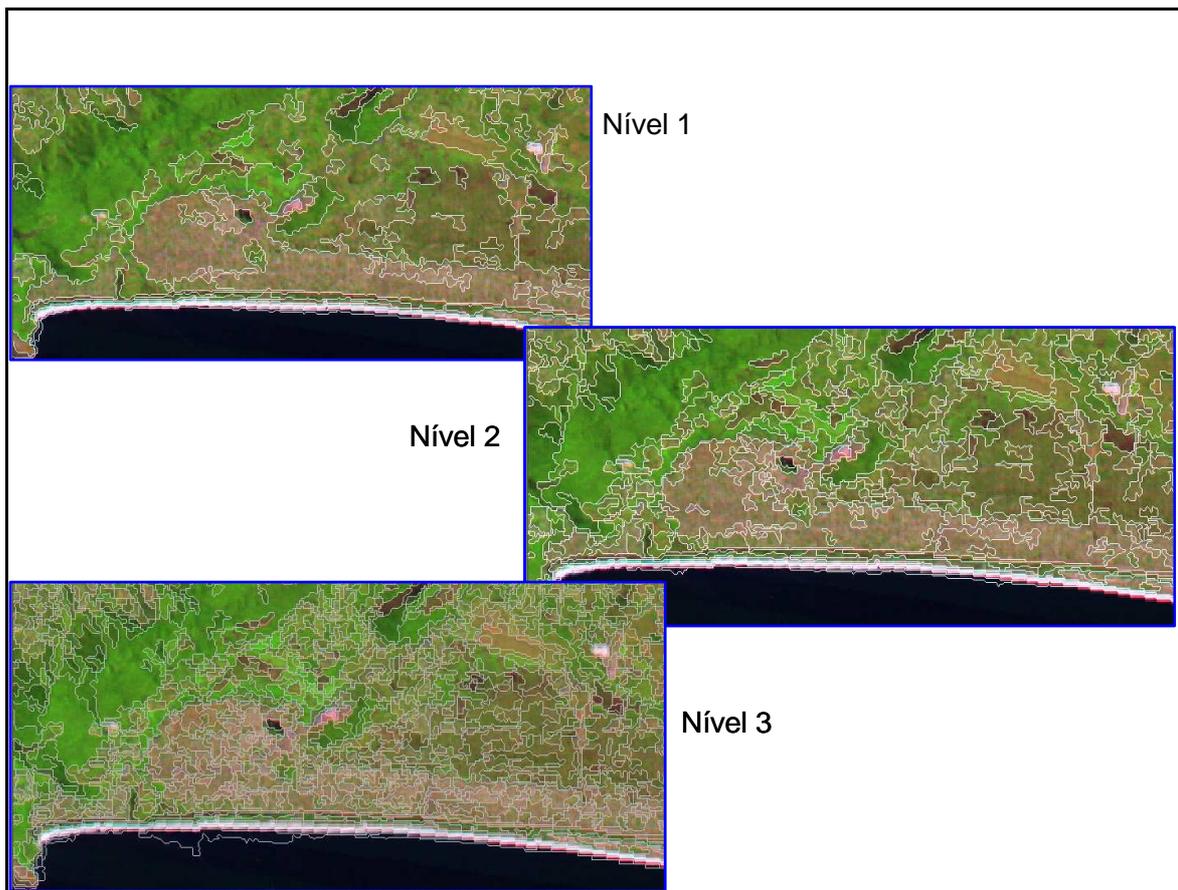


Figura 4.2. Diferentes níveis de Segmentação (Parâmetros de Área e Similaridade Diferentes).
Fonte: Arquivo Pessoal.

A classificação multiespectral de imagens de satélite pode ser realizada usando-se uma variedade de algoritmos, incluindo classificação usando lógica *fuzzy* e/ou métodos híbridos, freqüentemente envolvendo o uso de informações auxiliares, que leva em consideração a natureza imprecisa e heterogêneas do mundo real (JENSEN, 1996, RICHARDS & JIA, 1999 apud CAMPOS, 2005; PINHO, 2005).

A classificação orientada a objetos insere novos parâmetros como: cor, textura, tamanho, forma, padrão, localização, contexto, etc. Portanto, a inserção destes

elementos, ou seja, do conhecimento do intérprete no processo, consiste em uma alternativa para a distinção de alvos que espectralmente apresentam dificuldades de serem mapeados. A caracterização dos objetos da imagem não pode limitar-se apenas a atributos espectrais, pois estes muitas vezes não conseguem delimitar objetos complexos (DEFINIENS, 2004).

A classificação orientada a objeto pode ser usada em combinação com algoritmos de classificação supervisionada, quando existem regiões da imagem em que o usuário dispõe de informações que permitem a identificação de uma classe de interesse (treinamento). Pode também estar associado a classificadores não supervisionados, quando os segmentos são submetidos a um algoritmo de agrupamento ("clustering") que determina a classificação, apesar de gerar uma legenda não classificada. É importante que a área de treinamento seja uma amostra homogênea da classe respectiva, mas ao mesmo tempo deve-se incluir toda a variabilidade dos níveis de cinza do tema em questão.

Cruz et al (2007b), no seu trabalho sobre mapeamento da Mata Atlântica diz ainda que, o processo de classificação orientada ao objeto apresenta vantagens em relações às formas de classificação por automatizar alguns padrões de reconhecimento adotados somente na interpretação visual.

4.4 DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APP)

Durante muitos anos, a ocupação e a exploração dos recursos dentro do território brasileiro atingiu vastas áreas de matas, simplesmente suprimidas para dar espaço à agricultura, à pecuária e à mineração. Com o objetivo de disciplinar e limitar as interferências antrópicas sobre o meio ambiente foram criadas, pelo Código Florestal Brasileiro, em 1965, Áreas de Preservação Permanente. Nessas áreas não se pode fazer

a retirada da cobertura vegetal original, permitindo, dessa forma, que ela possa exercer suas funções ambientais (RIBEIRO et al, 2005).

Segundo a Lei Federal no. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e a resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (vide anexos 1 e 2), entende-se como Áreas de Preservação Permanentes (APPs), áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com 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.

Consideram-se como áreas de preservação permanente, pelo só efeito destas Leis, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima seja:

de 30m (trinta metros), para os cursos de d'água de menos de 10 (dez) metros de largura,

de 50m (cinquenta metros), para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50m (cinquenta metros) de largura,

de 100m (cem metros), para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200m (duzentos metros) de largura,

de 200m (duzentos metros), para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600m (seiscentos metros) de largura,

de 500m (quinhentos metros), para os cursos d'água que tenham largura superior à 600m (seiscentos metros) de largura;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais cuja largura mínima seja:

30 (trinta) metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas, 100 (cem) metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros) de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras; no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base; elevação do terreno com cota do topo em relação à base entre 50 metros a 300 metros; cume ou topo – parte mais alta do morro, monte, montanha ou serra; o termo "monte" se aplica de ordinário a elevações isoladas na paisagem;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) linha de cumeada – interseção dos planos das vertentes, definindo uma linha simples ou ramificada,

determinada pelos pontos mais altos a partir dos quais divergem os declives das vertentes, também conhecida como “crista”, “linha de crista” ou “cumeada”. É a linha imaginária que passa pelas "partes mais altas" de uma elevação, ou um conjunto de elevações, normalmente separando-as em dois lados. Em geral, coincide com os limites de uma bacia (ou de uma microbacia) hidrográfica.

Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a 500m (quinhentos metros), a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitado a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até 500m (quinhentos) metros entre seus topos,

identifica-se o menor morro ou montanha,

traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste,

considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível;

g) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues:

em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima,

em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

h) em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50m (cinquenta) metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

i) em manguezal, em toda a sua extensão.

As APPs compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere à lei vigente (BRASIL, Lei 4771)

4.1.1 Funções Ambientais de Áreas de Preservação Permanentes

Um dos grandes desafios do homem para a conservação ambiental é concentrar esforços e recursos para a preservação e recuperação de áreas naturais consideradas estratégicas, das quais vários ecossistemas são dependentes. Além disso, todos os

elementos que compõem uma APP possuem sua importância dentro de um sistema ecológico maior como, por exemplo, uma bacia hidrográfica (SERIGATTO, 2006).

Dentre algumas atribuições dessas APPs pode-se citar (Lei 4.771):

- a) atenuar a erosão das terras;
- b) fixar as dunas;
- c) formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;
- e) proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) abrigar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) assegurar condições de bem-estar público.

Onde cada um desses elementos presentes nas APPs desempenha uma função ambiental importante, que contribui para o equilíbrio do ecossistema, por exemplo:

- mata Ciliar – Controle da erosão e melhoria de qualidade da água, essencial para fauna. São importantes filtros (zona tampão) de entrada de nutrientes no rio; considerados corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem.
- Nascente – diminuir o número de nascentes é diminuir o número de cursos d'água, conseqüentemente, reduzir a vazão total da bacia ou a sua produção de água. As áreas de recarga dos aquíferos das nascentes são de extrema importância para manutenção do fluxo de água no decorrer do ciclo hidrológico de cada região.
- Linhas de Cumeadas (divisor de água) – A proteção dos divisores de água auxilia na preservação de espécies vegetais e animais que vivem

nesses ambientes. Essas áreas, quando mantidas com vegetação nativa, têm a capacidade de propiciar maior estabilidade do solo.

- Terço Superior do Morro e áreas de declividade superior a 45° – Conservação do Solo, impedindo deslizamentos de grandes impactos. Segundo Guerra *et al* (1999), morro é um monte pouco elevado, com altitudes baixas. É um termo descritivo para os geomorfólogos e muito usado pelos topógrafos. Definido também como uma elevação do terreno, com cota do topo em relação a base entre 50 a 300 metros e encostas com declividade superior a 30% (aproximadamente a 17°) na linha de maior declividade (RESOLUÇÃO CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985). Segundo Silva (2002), a classificação de Morros está relacionada com o desnível altimétrico de 100- 200m e constituem feições isoladas ou contínuas/transicionais a compartimentos de maior índice de desnivelamento (ombreiras) que possuem encostas íngremes, topos também convexos e vales encaixados.
- Dunas, Manguezais, Restingas – estabilidade do solo, preservação de espécies, corredores ecológicos e sustentabilidade ambiental de bacia hidrográfica.
- Mata Nativa - A mata nativa favorece a troca genética e os movimentos da fauna local, confere proteção ao solo contra impactos diretos das gotas de chuva, diminui a velocidade do escoamento superficial e favorece a infiltração de água no solo através de cainhos preferenciais formados por seu sistema radicular.

Segundo Pincinato (2005), as APPs continuam sendo essenciais na sua proteção em áreas com forte pressão, principalmente pelo setor agrícola e imobiliário.

4.4.2 Técnicas (desafios) para mapeamento

A delimitação de apps é dependente da definição da escala de representação. As distâncias estabelecidas como limites, como é o caso dos buffers, podem ser imperceptíveis dependendo do nível de redução adotado. É importante, portanto, que sejam balizadas quanto à escala de mapeamento, definindo-se que tipos e com que parâmetros devem ser determinadas para estratégias de mapeamento.

O monitoramento das APP tem sido um grande desafio sob o aspecto técnico e econômico, pois os critérios de delimitação exigem informações detalhadas da unidade espacial em análise (NASCIMENTO et al, 2005).

A delimitação das APP, através de métodos analógicos, incluindo interpretação visual, é subjetiva, está condicionada à experiência do analista e é sempre passível de contestação (HOTT *et al*, 2005). Os métodos convencionais de obtenção manual das APPs, a partir de mapas topográficos, são tediosos e de grande mão-de-obra, representando sempre um desafio, mesmo para técnicos experientes (GARBRICHET & MARTZ, 2000 apud RIBEIRO *et al*, 2005). Serigatto (*op. cit.*) afirma que a dificuldade de se fazer a delimitação dessas áreas pelo método tradicional é tamanha, que até hoje não se produziu, para qualquer unidade federativa, um mapeamento sistemático. Existe uma dificuldade em visualizar, em termos de mapeamento, as APPs, principalmente, as áreas de topo de morro, montanhas e linhas de cumeadas.

Segundo Ribeiro et al (*op. cit.*), existem dois fatores que atrapalham a conservação das APPs. São eles:

- a) a inexistência de uma demarcação oficial das áreas de preservação permanente, para vetar, em seu nascedouro o licenciamento ambiental indevido;

- b) a constatação da deficiência estrutural do Estado, inviabilizando promover-se efetiva fiscalização ambiental.

Os produtos de Sensoriamento Remoto (SR) e as técnicas de geoprocessamento vêm contribuindo bastante para o mapeamento e a extração automática dessas APPs, são, portanto, ferramentas que auxiliam no processo de planejamento físico-ambiental (PIRES, 1995; LIMA, 1997 apud FUSHITA et al, 2007). Esses produtos geram informações que ajudam a diagnosticar e fornecer subsídios para identificação e mensuração de conflitos de uso e cobertura da terra nas APPs, atendem à necessidade de informações em diversas escalas, representam um meio viável de monitoramento e viabilizam a delimitação automática para todo o território brasileiro. Oliveira (2007) aponta para a diversidade de recursos que os Sistema de Informações Geográficas atuais dispõem para uma modelagem numérica precisa e detalhada do relevo e como esses modelos estão sendo utilizados na proposição de metodologias para delimitação automática de APPs.

Atualmente, a bibliografia nos mostra, cada vez mais, uma grande quantidade de trabalhos utilizando modelos tridimensionais do terreno, bases cartográficas digitais (hidrografia e curvas de nível), softwares de Sistema de Informação Geográficas (SIG), mapas de uso e cobertura gerados a partir de imagens orbitais e/ou fotografias aéreas, etc. na extração automática de APPs (SERIGATTO et al, 2007; HOTT et al, 2005; NASCIMENTO et al, 2005; SILVEIRA et al, 2005; MOREIRA et al, 2003)

Para finalizar, Ribeiro et al (*op. cit.*) diz que, a delimitação automática das APPs elimina a subjetividade do processo, auxilia na definição geográfica das reservas legais (apoiada em critérios ecologicamente estabelecidos), apresenta níveis de exatidão comparáveis aos obtidos por métodos manuais e promove a melhoria na forma e função

das APPs, viabilizando o cumprimento do Código Florestal brasileiro, favorecendo a fiscalização ambiental.

4.5 MÉTRICAS DA PAISAGEM

4.5.1 Ecologia da Paisagem

Surge em meados do século XX a disciplina “Ecologia da paisagem” com o intuito de considerar o ser humano, a sociedade e o meio físico como um conjunto. A Alemanha e a Holanda são os primeiros países que apresentaram a maior quantidade de trabalhos produzidos nessa área. O termo Ecologia da Paisagem foi introduzido em 1939 pelo geógrafo alemão Carl Troll (TROLL, 1939 apud TURNER, 1991). Troll reuniu geógrafos e ecologistas para trabalharem em estreita colaboração, visando à fundação de uma nova ciência, que teria o objetivo de unificar os princípios da vida e da terra. O objetivo dessa nova ciência passava a ser o estudo de paisagem, a qual, segundo Troll (1971 apud TURNER *op. cit.*), poderia ser definida como uma entidade total espacial e visual, integrando a geoesfera, a biosfera e a noosfera - a esfera da consciência e mente humana. A Ecologia da Paisagem de Troll foi uma tentativa de casamento entre a Geografia/Paisagem e a Biologia/Ecologia (NUCCI, 2007).

Segundo McGarigal & Marks (1994), a Ecologia da Paisagem aborda o estudo de padrões da paisagem, as interações entre as suas unidades (fragmentos) dentro de um mosaico de paisagens, e como esses padrões e interações mudam durante o tempo. Para Pereira et al (apud WATRIN et al, 2005), a Ecologia da Paisagem baseia-se na premissa de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente os processos ecológicos.

Para Turner *et al* (2001), a Ecologia da Paisagem emergiu como uma disciplina sintética que gerou novos conceitos, teorias e métodos que revelam a importância dos

padrões espaciais na dinâmica de ecossistemas. Desta forma, esta disciplina analisa a interação entre os padrões espaciais e os processos ecológicos, ou seja, as diferenciações existentes na superfície geográfica.

Couto (2004) define a Ecologia da Paisagem como o estudo de padrões da paisagem, da interação entre fragmentos no interior de mosaico da paisagem, e da forma como paisagem muda seus padrões e interações no tempo. A autora completa dizendo que, a Ecologia da Paisagem baseia-se no fato dos padrões espaciais da paisagem influenciarem fortemente os processos ecológicos.

Várias escolas de geografia e da biologia desenvolveram também novos conceitos sobre o termo Paisagem. Sabemos que o homem é capaz de intervir na paisagem, por isso, o estudo desse conceito surgiu como um importante segmento da ciência, que objetiva avaliar a estrutura, a função e as mudanças da Paisagem (FORMAN & GODRON, 1986). Desse modo, o estudo da paisagem passou a ser também definido, de acordo com Forman & Godron (*op. cit.*), como o estudo da estrutura, da função e da mudança de uma região heterogênea composta de ecossistemas em interação, sendo estas três características principais de uma paisagem, conceituadas por estes autores como:

- estrutura - é o produto do relacionamento espacial entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes. Mais especificamente, é como o arranjo ou padrão espacial da paisagem (descrito pelos tamanhos, formas, número e tipos de configuração dos ecossistemas) governa a distribuição de energia, materiais e organismos.
- Função - interações entre os elementos espaciais, representadas pelos fluxos de energia, materiais e espécies entre os ecossistemas presentes.

- Mudança - dada pela alteração na estrutura e na função do mosaico ecológico através do tempo.

Ainda segundo esses autores, as paisagens têm uma estrutura comum e fundamental composta pelos componentes: fragmento - superfície não linear, inserida na matriz e que difere em aparência do seu entorno, variando em tamanho, tipo de heterogeneidade e limites; matriz - elemento com maior conectividade e que apresenta maior extensão na paisagem; e corredor - estruturas lineares que diferem das unidades vizinhas. É, portanto, essencial o conhecimento dos elementos de uma paisagem para a caracterização de sua estrutura e identificação de seus padrões.

Para Silva & Santos (2004), são três as linhas de maior enfoque em Ecologia de Paisagem:

- 1- como a paisagem e sua vegetação são formadas por diferentes processos.
- 2- Como o homem afeta esses processos.
- 3- Como a paisagem deve ser manejada para conservar seus valores a longo prazo.

As abordagens geográficas, observadas na Europa, têm como principal enfoque o planejamento territorial, centrado nas interações do homem com o ambiente e a paisagem é vista como fruto da interação da sociedade com a natureza (TURNER *et al.*, 2001). Já a abordagem ecológica, ênfase dada à Ecologia da Paisagem nos Estados Unidos, se preocupa em compreender as conseqüências do padrão espacial nos processos ecológicos, sem enfatizar obrigatoriamente a macro-escala (METZGER, 2001).

A Ecologia de Paisagem reconhece que os sistemas ecológicos estão arrumados no espaço em resposta a gradientes de topografia, temperatura, umidade e solos. O próprio arranjo espacial influencia muitos processos ecológicos, como padrões de

movimentos de organismos, o movimento de matéria e energia e a forma de como o distúrbio será disperso (TURNER *et al*, 2001).

Ainda de acordo com Metzger (2001), o ponto central da Ecologia da Paisagem é o reconhecimento da existência de uma dependência espacial entre as unidades da paisagem: o funcionamento de uma unidade depende das interações que ela mantém com as unidades vizinhas. A Ecologia da Paisagem tem como maior desafio o estabelecimento de uma teoria de mosaicos que entenda como os diferentes padrões de organização espacial e dos seus constituintes influem sobre o seu funcionamento. Para outros autores, o grande desafio da Ecologia de Paisagem ainda é sua aplicação no planejamento do uso da terra para que a sustentabilidade da paisagem possa ser alcançada.

A análise da paisagem também pode ser realizada por meio de indicadores conhecidos como métricas. Estes índices permitem a comparação entre paisagens, a identificação das principais diferenças e a determinação das relações entre os processos funcionais e os padrões das paisagens. Isto porque as métricas possibilitam a quantificação da composição e da configuração dessas paisagens. Alguns trabalhos usam métricas da paisagem para o monitoramento de mudanças na paisagem (LAUSH & HERZOG, 2002).

4.5.2 Fragmentação de Remanescente

Fragmentação é o processo de separar um todo em partes. É a divisão em partes de uma dada unidade do ambiente, partes essas que passam a ter condições ambientais diferentes em seu entorno. É o processo no qual um habitat contínuo é dividido em manchas, ou fragmentos, mais ou menos isolados. Este processo de fragmentação do ambiente existe naturalmente, mas tem sido intensificado pelo homem, sendo, inclusive,

considerada a maior alteração causada pelo homem no meio ambiente, principalmente nas regiões tropicais (BRASIL, 2005).

Segundo Fidalgo et al (2007), a alteração da estrutura da paisagem devido à fragmentação afeta diversos processos e fatores biológicos, como o tamanho das populações, a dispersão das espécies, a estrutura e quantidade de habitat disponível e a probabilidade de invasões exóticas.

A paisagem passa a ser então entendida como uma entidade espacial heterogênea, englobando aspectos geomorfológicos e de recobrimento, sejam eles naturais ou culturais. Apesar dos inúmeros significados que pode assumir, a noção de um espaço aberto, onde a presença do homem pode ou não ser percebida parece estar sempre presente (METZGER, 2001).

A partir de uma ampla revisão sobre o tema, Metzger (1999) descreve que, com relação ao parâmetro área e isolamento dos fragmentos, a fragmentação age reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência das populações. A área do fragmento é, em geral, o parâmetro mais importante para explicar as variações de riqueza de espécies. Com relação ao isolamento do fragmento, observa-se que ele age negativamente na riqueza ao diminuir a taxa (ou o potencial) de imigração (ou de recolonização). Já com relação à conectividade dos habitats, a perda da diversidade num fragmento estaria também ligada à posição do fragmento em relação a outros fragmentos do mesmo tipo (em termos de isolamento, por exemplo) e às características das outras unidades vizinhas, ou seja, o posicionamento espacial do fragmento vai determinar sua longevidade.

4.5.3 Elementos para análise de fragmentação da paisagem

As métricas ou indicadores ambientais vêm ajudando a compreender a estrutura complexa da paisagem e a forma como esta influencia determinadas relações ecológicas. As métricas da paisagem descrevem o tamanho e forma das paisagens, a abundância de cada tipo de fragmento e a distribuição espacial de fragmentos similares ou dissimilares.

Couto (2004) classifica o termo “métrica de paisagem” como o índice desenvolvido para padrões de mapas temáticos. As métricas são, na verdade algoritmos que quantificam características espaciais de fragmentos, classes de fragmentos, ou mosaicos inteiros da paisagem.

Com relação às métricas, podem incluir duas categorias gerais: métricas de composição, que quantificam sem referência aos atributos espaciais e de configuração da paisagem que requerem informação espacial para os seus cálculos (WATRIN et al, 2005 apud CARRÃO et al, 2001; COUTO, 2004 apud McGARIGAL et al, 1995).

As métricas de composição refere-se a características associadas com variedade e abundância de tipos de fragmentos no interior da paisagem. São definidas ao nível de paisagem. Dentre as Métricas de composição podemos citar:

- proporção é abundância para cada classe;
- riqueza corresponde ao número de diferentes tipos de fragmentos;
- uniformidade é a abundância relativa de diferentes tipos de fragmento;
- diversidade da paisagem expressa a proporção de habitats encontrados em uma dada região. O seu valor cresce à medida que a proporção entre as classes da paisagem tornar-se mais equilibrada. Combina duas componentes: Riqueza e uniformidade;

- dominância: o valor deste indicador aumenta à medida que a proporção ocupada pelas classes de uma paisagem se distânciam.

A métrica da configuração da paisagem é a mais difícil de quantificar e tem como objetivo a descrição das características espaciais dos fragmentos individuais ou as relações entre grupos de fragmentos. Dentre as métricas de configuração da paisagem temos:

- densidade de bordas: o seu aumento é diretamente proporcional ao aumento do número de polígonos e da irregularidade dos perímetros dos mesmos;
- tamanho médio dos fragmentos: é medida mais simples de configuração e corresponde ao valor médio em área de todos os polígonos existentes na paisagem;
- polígono de maior área: este indicador aproxima-se de zero à medida que o polígono de maior área diminui;
- área Nuclear é a área do fragmento sem considerar a faixa de borda;
- forma do fragmento: está relacionada com a geometria dos fragmentos, se eles tendem a ser simples e compactos, irregulares, etc. É o atributo espacial mais difícil de se determinar devido as infinitas formas dos fragmentos. Sendo assim, geralmente correspondem a um índice geral da complexidade da forma em vez de atribuir um valor único para forma;
- grau de proximidade e de isolamento: refere-se à tendência para os fragmentos estarem isolados ou não no espaço. O isolamento médio dos fragmentos é dado pelo somatório simples da distância de menor vizinhança média para todos os fragmentos;
- conectividade é a disposição dos fragmentos estarem espacialmente agregados;
- textura da imagem.

Segundo Valente (2005), a fragmentação de ecossistemas é caracterizada por três principais efeitos: aumento do isolamento, diminuição dos seus tamanhos e aumento a susceptibilidade a distúrbios externos, como invasão de espécies exóticas ou alterações na sua condição física.

As métricas de paisagem focam-se na distribuição espacial dos fragmentos. Os fragmentos individuais possuem poucas características espaciais (área, perímetro e forma), já o conjunto de fragmentos pode ter uma variedade maior de propriedades agregadas. As métricas são importantes informativos na investigação da paisagem e tem sido desenvolvidas, a partir de produtos temáticos com auxílio de SR e SIG, para descrever padrões espaciais.

5. CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO DA APA DO SÃO JOÃO

5.1 INTRODUÇÃO

O monitoramento sobre o uso e cobertura da terra é uma das ferramentas mais importante para se investigar e controlar os avanços da ocupação antrópica sobre os remanescentes florestais. As mudanças demográficas, econômicas e sociais continuam a exercer considerável pressão na redução dos remanescentes florestais.

Intensamente degradada desde o início do processo de ocupação do território brasileiro, a Mata Atlântica atualmente é um dos biomas com maior índice de fragmentação sobre seus ecossistemas. Esse bioma exerce importantes funções ambientais, ecológicas e sociais como, por exemplo, a manutenção dos recursos hídricos. Desta forma, um mapeamento atualizado do uso e cobertura da terra pode contribuir bastante nas ações e estratégias para conservação e recuperação deste bioma. Ações e estratégias estas que podem ser traduzidas como: controle de desmatamento, indicadores de áreas de deslizamentos, inundações, etc.

A área de Preservação Ambiental do Rio São João/Mico-Leão Dourado, apesar de ser uma unidade de conservação, apresenta um alto grau de fragmentação de floresta, principalmente nas áreas de baixada (nos moldes do que ocorre em todo o bioma Mata Atlântica), em meio a um mosaico de atividades agropecuárias, com enfoque principal na pecuária extensiva. O recente plano de manejo de área considera, dentre outras coisas, o mapeamento atualizado do uso e cobertura, que é essencial no auxílio à fiscalização dessa Unidade de Conservação e na busca de um modelo de desenvolvimento sustentável.

Os estudos da dinâmica da cobertura do solo em paisagens fragmentadas exigem domínio de métodos de trabalho bastante divergentes em sua origem, como a ecologia, o geoprocessamento, levantamentos históricos e outros (FUSHITA, 2007).

Dentre as formas de mapeamento de uso e cobertura, as classificações provenientes de Sensoriamento Remoto em base orbital são as mais utilizadas hoje em dia. Tais técnicas vêm trazendo incrementos de modo a aumentar o nível de automatização do processo, como é caso da classificação orientada a objeto, que busca simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para a identificação das feições (CRUZ et al, 2007a). Este classificador contribui para uma diversidade de atributos, ampliando a compreensão do objeto e tende suprir carências dos classificadores tradicionais. Segundo Campos (2005), a idéia geral da análise orientada a objetos é aplicar as técnicas de classificação por divisão ou agrupamento e entre os conceitos fundamentais nesta abordagem destacam-se os conceitos de classe, objeto e relacionamentos.

Este capítulo objetiva apresentar a metodologia adotada e os resultados obtidos para o mapeamento do uso e cobertura da terra atual da área na escala 1:50.000, a partir de imagens orbitais. Após a realização do levantamento do uso e cobertura é feita uma caracterização do estado da vegetação dentro da APA e a representatividade de cada Município quanto os tipos de uso e cobertura predominantes.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a geração do mapa de uso e cobertura foram utilizadas uma imagem CBERS/CCD, com resolução espacial de 20 metros e com 4 bandas espectrais e uma *Landsat/TM*, com resolução espacial de 28.5 e com 6 bandas espectrais, dos anos 2006 e 2002 respectivamente. A imagem CBERS foi adquirida no site do INPE

(www.inpe.dgi.br) enquanto a *LANDSAT* foi coletada no site da NASA (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>) ambas gratuitas, atualmente pode-se baixar imagens *Landsat* gratuitas no mesmo site do INPE. Antes de se iniciar o processo de classificação foi necessária à realização de diferentes funções de processamento digital de imagem (PDI).

O primeiro PDI realizado foi o tratamento radiométrico da cena CBERS através de um software americano disponível gratuitamente na WEB, chamado *Hypercube*. O processamento consistiu na substituição da banda do Infravermelho Próximo (banda 4) por uma banda sintética gerada através de uma operação matemática e na aplicação posterior de um filtro para a detecção de bordas (conforme anexo 3), que permitiu um significativo destaque dos alvos na imagem conforme figura 5.1 abaixo.

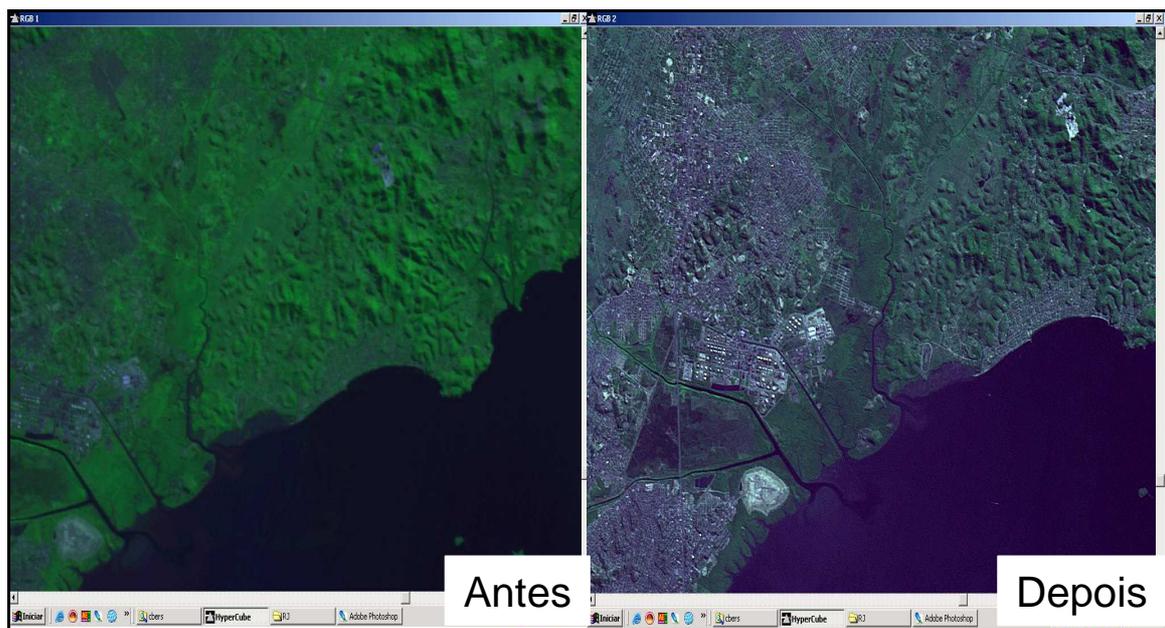


Figura 5.1. Imagem CBERS antes e depois do tratamento com Hypercube.

Fonte: Arquivo pessoal.

O segundo PDI foi o registro entre as imagens, de modo a permitir o ajuste geométrico entre as mesmas. Por se tratar de um arquivo ortorretificado, ou seja, com maior precisão na correção geométrica sobre a superfície terrestre, a imagem *LANDSAT* foi considerada a referência para o ajuste de posicionamento. Em seguida efetuou-se o

registro da imagem *CBERS* (georreferenciamento) sobre a *LANDSAT* no software Spring 4.3.3.

Efetuada o registro, iniciou-se a construção de um projeto para a classificação digital. O *software* adotado foi o *eCognition*® que através de seu modelo conceitual possibilita o manuseio de diferentes imagens e dados, independente de suas resoluções. Como a imagem sintética *CBERS* apresentou a melhor detecção de alvos, apesar da baixa resolução espectral, foi adotada para a segmentação, que constitui a diminuição dos objetos, entretanto no processo de classificação os parâmetros da imagem *landsat* também foram levados em consideração. Optou-se por adotar a abordagem *top-down*, em dois níveis de segmentação.

A segmentação constitui o primeiro processo na análise orientada a objetos, a partir do qual são geradas regiões homogêneas, entendidas como o conjunto de *pixels* contíguos que se espalham bidimensionalmente e que apresentam uniformidade (figura 5.2). A segmentação no *eCognition*® é realizada através de uma técnica de crescimento de regiões a partir da rotulação inicial de cada *pixel* como uma região distinta ou objeto, os quais vão sendo sucessivamente fundidos em objetos maiores segundo critérios de homogeneidade (DEFINIENS, 2004). O limiar de crescimento das regiões é estabelecido pelo parâmetro 'escala', previamente definido, o qual delimita o máximo de heterogeneidade permitido para os objetos. Para um determinado parâmetro de escala, o tamanho resultante dos objetos dependerá das características dos dados utilizados na segmentação, mas em geral, quanto maior a escala, maior o tamanho dos objetos. Segundo Campos (2005), a segmentação prévia das imagens e o uso de lógica *fuzzy* (decisão pelo grau de pertinência que o objeto apresenta em relação a todas as classes) na classificação orientada a objeto aproximam-se do processo cognitivo humano, podendo melhorar significativamente a qualidade de um mapeamento

automático como consequência da classificação mais acurada. Para geração do mapa em 1:50.000 selecionou-se o parâmetro de escala 10 para as imagens CBERS.

No *eCognition*®, após a segmentação, todos os objetos da imagem reconhecem seus vizinhos, o qual constitui uma importante informação de contexto nas análises seguintes. Igualmente, para repetidas segmentações com parâmetros de escala diferentes, os objetos reconhecem os superobjetos nos quais se fundem, gerados a maiores escalas, e os sub-objetos nos que se dividem, gerados com um parâmetro de escala menor.

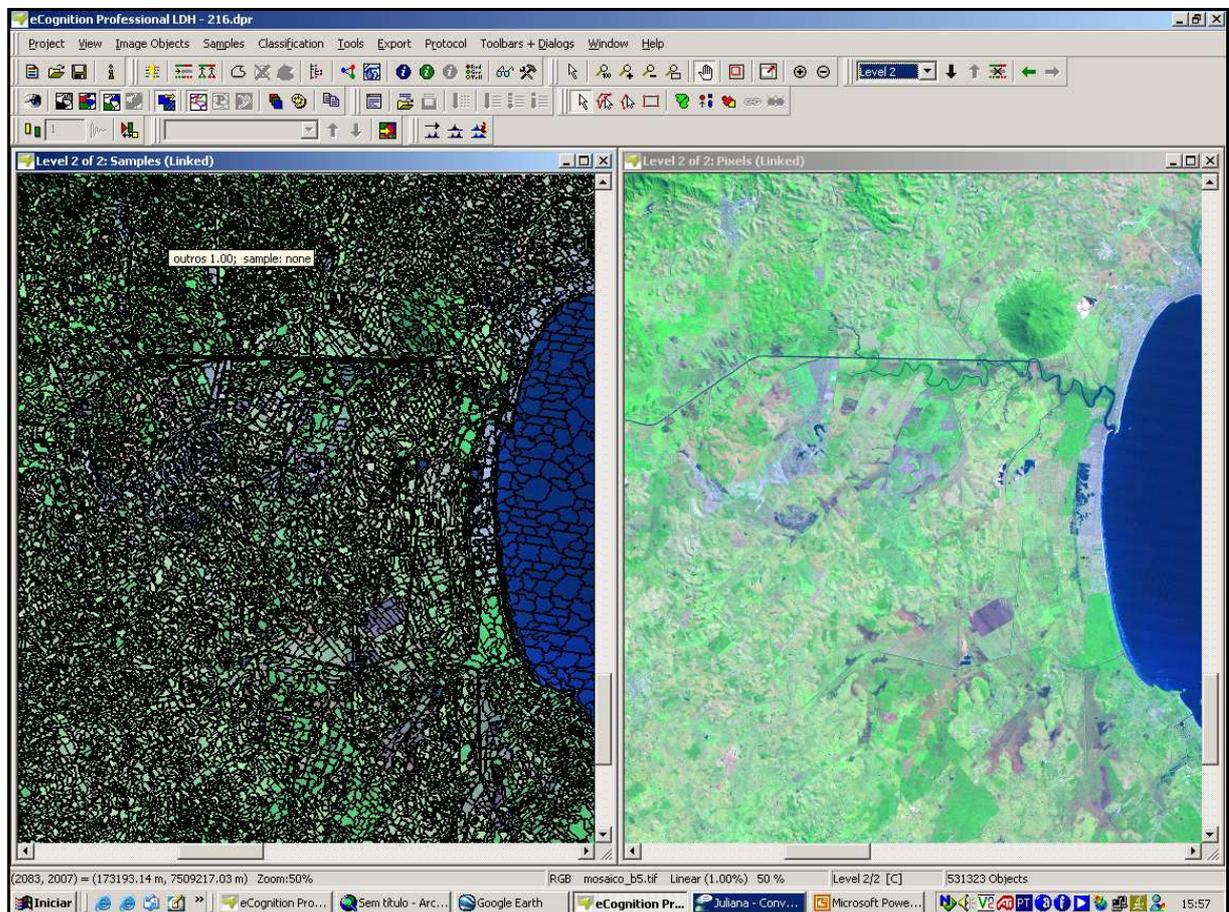


Figura 5.2. Imagem CBERS segmentada no software eCognition.

Fonte: Arquivo pessoal.

Foi estruturada uma hierarquia de classes, em três níveis, de forma a aproveitar a propriedade de hereditariedade entre os mesmos. Um primeiro nível para garantir melhor a separação dos objetos escuros, como água e sombra, em relação aos demais; e um segundo nível separando dentro dos objetos não escuros (outros) feições com

representação mais para rosa (normalmente antropizadas) das com representação mais para o verde (naturais). Finalmente, um terceiro nível especificando melhor as classes de interesse da classificação (legenda), como por exemplo, floresta densa clara, densa escura, estágio inicial conforme figura 5.3.

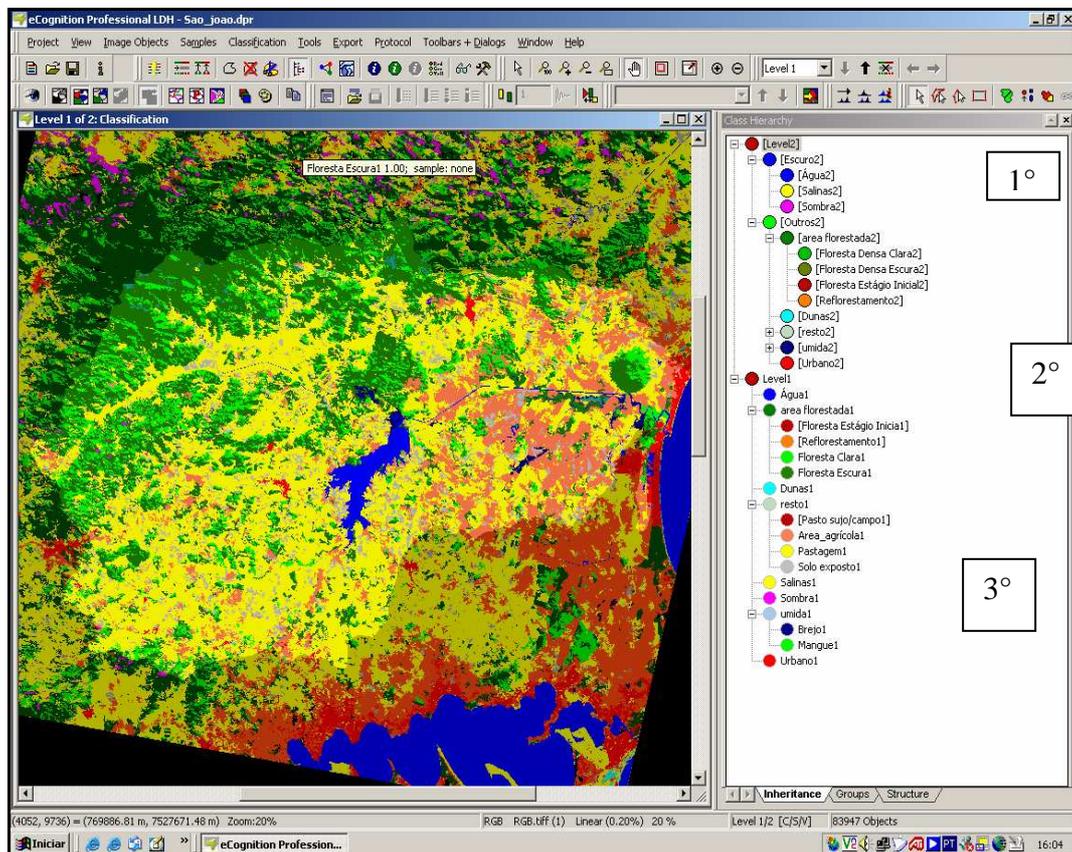


Figura 5.3. Hierarquia de classes construída em 3 níveis de classificação no eCognition®. Fonte: Arquivo pessoal.

Desta forma, classes parecidas foram agrupadas em níveis mais elevados da hierarquia, sendo sucessivamente desmembradas em sub-classes. Esta estratégia possibilitou o tratamento das diferenças entre classes em pequenos grupos mais ou menos similares. As classes que se encontravam em um mesmo nível hierárquico foram analisadas e caracterizadas, prioritariamente através de modelos *fuzzy*, por diferentes descritores (*object features*), parte dos quais personalizada através do modo de construção disponibilizado pelo eCognition® (média e desvio padrão das bandas, razão entre bandas, brilho) (Cruz et al, 2007a). O algoritmo utilizado é essencialmente um

procedimento de otimização heurística o qual minimiza a heterogeneidade média dos objetos da imagem para uma determinada resolução de toda a cena.

As classes do mapeamento de uso e cobertura foram determinadas a partir do contato realizado com os fiscais do IBAMA da própria Unidade de Conservação, para o melhor entendimento sobre os diversos usos que podem ser encontrados na região. Sendo assim, foi definida a seguinte legenda para área:

- agricultura – áreas de diversos tipos de cultivos (exemplo, cana-de-açúcar);
- pastagem+várzea – áreas de predominância de pasto localizadas nas planícies de inundação;
- áreas de ocupação antrópicas – áreas com construções/ edificações em núcleos urbanos;
- brejo – áreas alagadas;
- florestas – áreas de formações florestais em diferentes estágios de sucessão (inicial, secundário, avançado);
- mangue;
- pastagem – áreas de pastagem predominantemente com pecuária extensiva;
- solo exposto - áreas onde não existe nenhum tipo de cobertura sobre o solo, normalmente atrelada à degradação, exploração mineral ou resposta a certos tipos de manejo, como queimadas;
- sombra – são as áreas sem informação devido a incidência dos raios solares sobre parte do relevo;
- água – constituídos pelos corpos hídricos principais (rios, lagos, etc).

Apesar da utilização de técnicas modernas na classificação, é impossível a obtenção de um resultado que não necessite passar por um processo de edição. Não existe classificação automática perfeita (CRÓSTA, 1992; MORAES NOVO, 1992) e

por esse motivo foi realizado um trabalho de campo que permitisse a minimização de dúvidas e a validação do mapeamento final. O trabalho de campo foi realizado com o acompanhamento de uma equipe do IBAMA local, alunos da UFRJ e alunos da UERJ. A figura 5.4 mostra a equipe de campo durante a verificação do mapeamento.



Figura 5.4. Fotos do trabalho de campo. Equipe reunida discutindo dúvidas sobre a classificação. Fonte: Arquivo pessoal.

Depois de finalizada a etapa de trabalho de campo, foram realizados os ajustes e edições finais do mapeamento, através do *software ArcGis 9.2*. A figura 5.5 mostra um fluxograma das atividades desta primeira etapa da pesquisa e a figura 5.6 (vide anexo 4) o resultado final com o mapeamento.

5.3 ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir do mapeamento de uso cobertura foram obtidas informações sobre o estado atual da cobertura vegetal e do uso na APA e municípios que a integram. A quantificação das classes de uso e cobertura foi feita a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento com o *software ArcGis 9.2*. O resultado encontrado para cada classe

surgiu a partir do somatório dos polígonos gerados na classificação dentro do eCognition®.

Como já foi dito anteriormente a APA possui uma área de aproximadamente 1507 km². A tabela 5.1 apresenta as coberturas parciais das diferentes classes de vegetação e uso da terra na área.

Tabela 5.1. Estado atual da APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Classes	Área km²	Percentual
Agricultura	108.76	7.23%
Pastagem+Varzea	46.45	3.09%
Area de ocupação	1.41	0.09%
Brejo	11.44	0.76%
Floresta	653.58	43.46%
Mangue	1.74	0.12%
Pastagem	613.62	40.80%
Solo Exposto	29.47	1.96%
Sombra	1.33	0.09%
Água	36.10	2.40%

Fonte: Arquivo Pessoal.

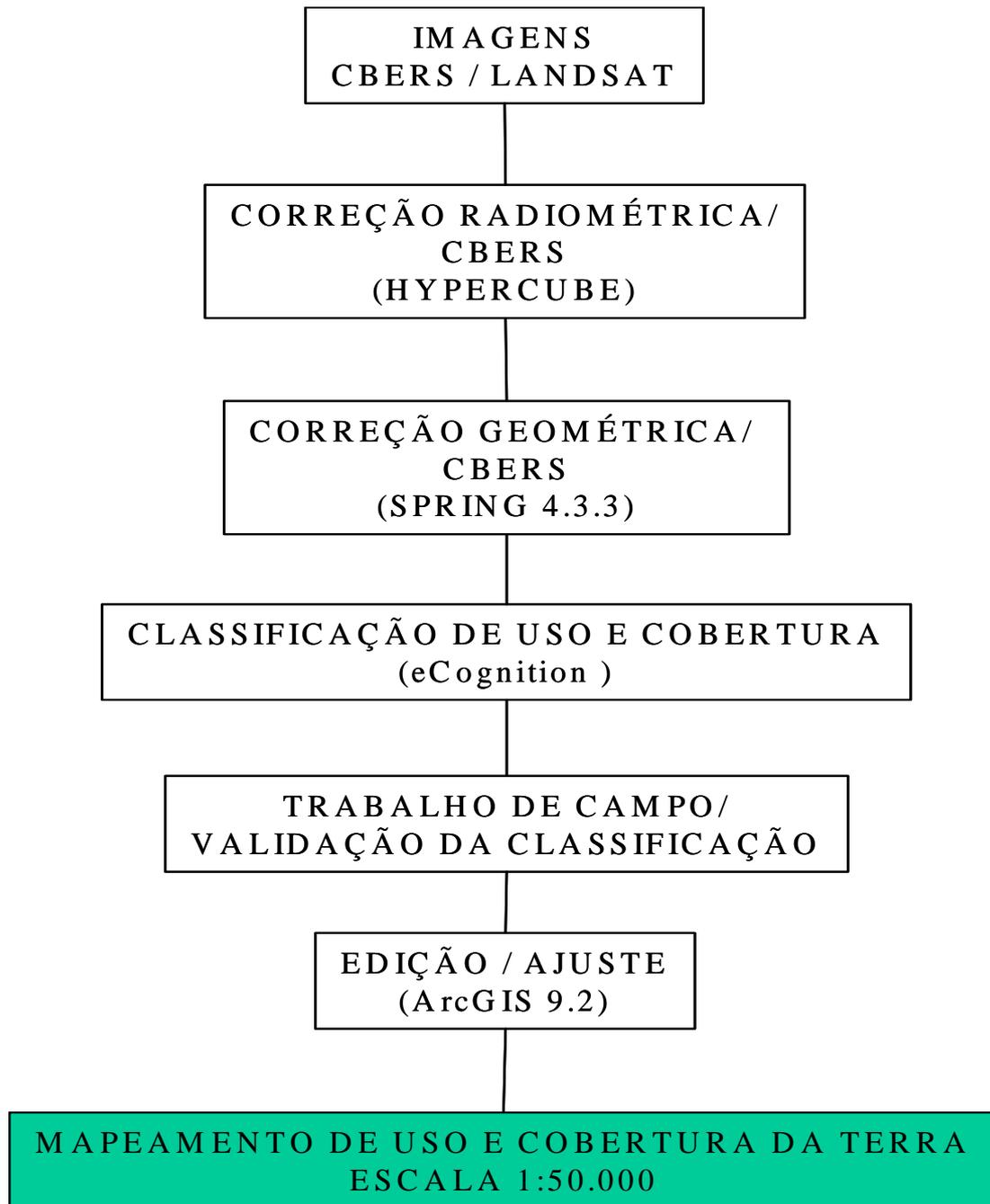


Figura 5.5. Fluxograma de atividades da primeira etapa da pesquisa.
Fonte: Arquivo Pessoal.

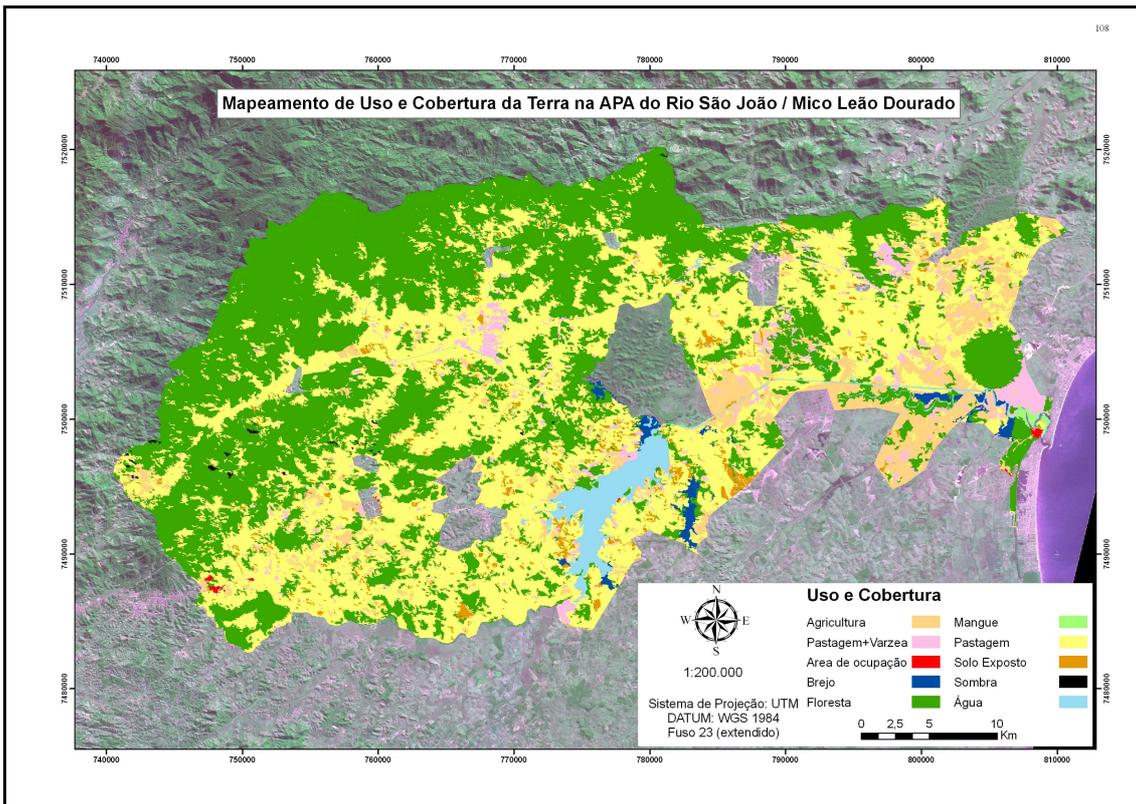


Figura 5.6. Mapeamento de uso e cobertura da terra na APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Fonte: Arquivo Pessoal.

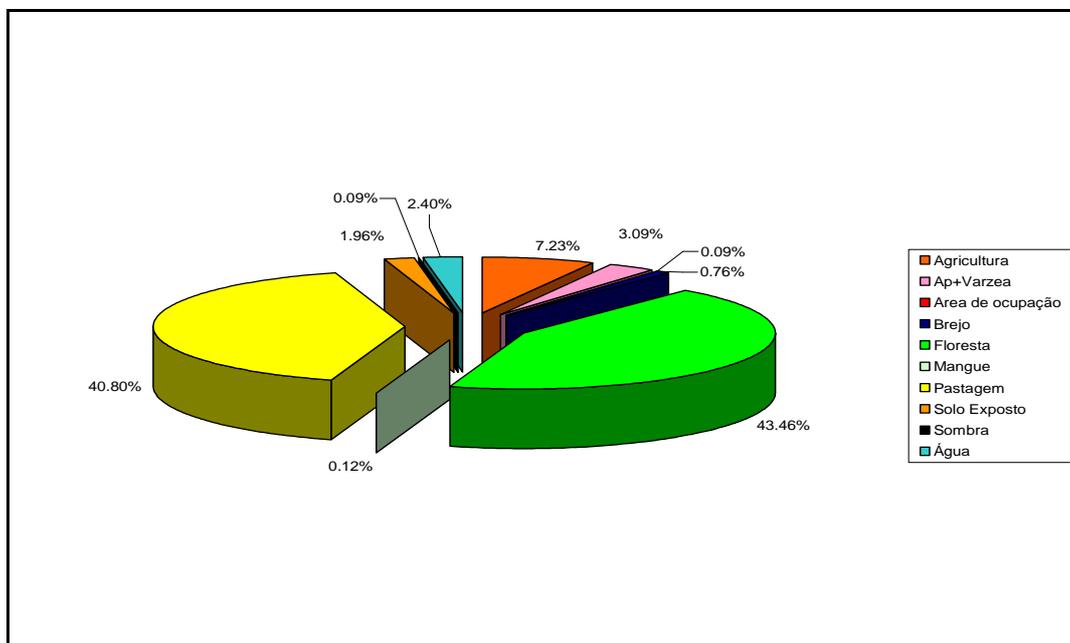


Gráfico 5.1. Distribuição das Classes de uso cobertura dentro APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (km² e %).

Fonte: Arquivo Pessoal.

Com relação a distribuição das classes nota-se o predomínio da pastagem com aproximadamente 40,8% de cobertura da área e da floresta, com 43.5%, lembrando que esta classe engloba todos os estágios de sucessionais, excluindo apenas a capoeira que pode ser confundida com pasto sujo.

O domínio dessas duas classes (quase 85%) nos leva a algumas observações. Primeiro, a grande extensão de pastagens pode afetar a vazão da bacia hidrográfica e o abastecimento da região, se levarmos em conta que na APA se encontra o principal responsável pelo abastecimento para Região dos Lagos, o Rio São João. Por outro lado, a presença da própria pastagem pode ser considerada um alento, pois em termo de estratégias para recuperação de áreas degradadas são porções do terreno com maior susceptibilidade a retornar ao seu estado original de vegetação do que áreas construídas, por exemplo, principalmente porque é pratica de pecuária extensiva sem muito manejo sobre o solo.

No caso da cobertura de floresta, o que se pode observar que a maior parte se encontra nas porções Norte-Noroeste da APA, coincidindo com a região montanhosa da Unidade de Conservação. Na baixada, região onde apresenta a maior quantidade de atividades agropecuárias, a floresta encontra-se bastante fragmentada.

Como apresentado no capítulo referente à área de estudo, a APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado abrange no seu território 7 municípios diferentes, que respondem por diferentes proporções superficiais, conforme figura 5.7.

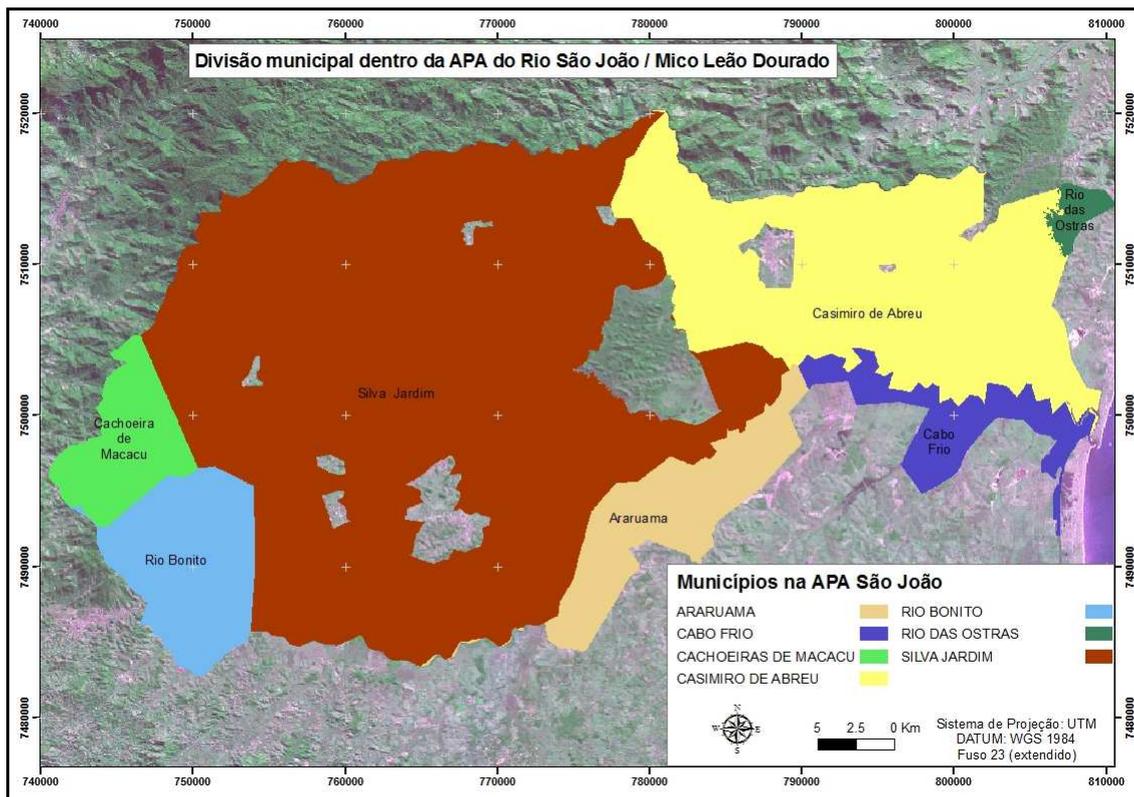


Figura 5.7. Divisão municipal dentro da APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Fonte: Arquivo pessoal.

Para melhor comparação, optou-se por agrupar os municípios segundo sua localização; com um primeiro grupo abrangendo a baixada e os municípios litorâneos composto por Araruama, Cabo Frio e Rio das Ostras, e um segundo grupo, com os municípios interioranos com mais presença de relevo montanhoso. São reconhecidos como os municípios interioranos: Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Casimiro de Abreu e Silva Jardim.

Essa divisão foi adotada pelo fato de tanto os municípios da baixada quanto os da serra apresentarem características semelhantes com relação ao uso e cobertura. Valores absolutos e percentuais de uso e cobertura em cada município que compõem a APA são apresentados nas tabelas 5.2 e 5.3.

5.3.1 Municípios da Baixada

Municípios classificados como litorâneos:

1. Rio das Ostras
2. Cabo Frio
3. Araruama

Tabela 5.2. Quantificação de uso e cobertura para os municípios que abrangem a baixada da APA.

Usos / Municípios	Rio das Ostras		Cabo Frio		Araruama	
	Km ²	%	Km ²	% ¹	Km ²	%
Floresta	3.56	33.17%	14.24	25.13%	12.35	13.17%
Agricultura	1.66	15.42%	26.87	47.44%	7.63	8.13%
Pastagem+Varzea	0.14	1.27%	2.95	5.21%	2.78	2.96%
Area de ocupação			0.54	0.96%	0.06	0.07%
Brejo			2.20	3.89%	4.32	4.60%
Mangue			0.76	1.35%		
Pastagem	5.16	48.03%	7.38	13.03%	48.86	52.11%
Solo Exposto	0.2125	1.98%	0.31	0.55%	5.6046	5.98%
Água	0.01	0.12%	1.38	2.44%	12.17	12.98%
Sombra						
Total	10.73		56.64		93.76	

Fonte: Arquivo Pessoal.

Os resultados encontrados para esses municípios foram bastante semelhantes, conforme previamente comentado. Pode-se verificar na tabela 5.2 que estes municípios caracterizam-se pela presença de altas taxas das atividades agropecuárias, como é o caso de Cabo Frio, onde se tem a presença expressiva de cultivo de cana-de-açúcar na porção inserida na APA (47%). E neste município que se encontra a usina AGRISA (figura 5.8).

¹ O percentual é em relação à porção do município.



Figura 5.8. Foto no canal dentro da propriedade da usina Agrisa.

Fonte: Arquivo do Grupo de Sensoriamento Remoto Laboratório Espaço-UFRJ.

A porção do terreno plana favorece a implementação desse tipo de atividade. Outra característica desse grupo foi que nenhum município apresentou a presença, ou melhor, a influência da classe sombra no seu mapeamento.

Apesar de Rio das Ostras e Cabo Frio apresentarem um índice percentual considerado de floresta dentro do município, aproximadamente 33% e 25% respectivamente, os municípios em questão apresentam uma contribuição muito pequena em termo de área no espaço como um todo (1% e 4%, respectivamente, ver gráfico 3.1).

Em termos de área degradada, Araruama apresenta o pior quadro, pois possui a maior área de contribuição na APA entre os três municípios desse grupo, com 93,76 km² (que corresponde a 6% da APA) e a menor taxa de floresta (13,17%).

5.3.2 Municípios interioranos

Os municípios classificados como interioranos, foram:

1. Cachoeira de Macacu
2. Casimiro de Abreu
3. Rio Bonito
4. Silva Jardim

Tabela 5.3. Quantificação de uso e cobertura para os municípios interioranos da APA

Usos / Municípios	Cachoeira		Casimiro		Rio Bonito		Silva Jardim	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Floresta	42.25	69.94%	117.88	36.11%	52.20	53.33%	411.13	47.92%
Agricultura	2.46	4.07%	35.36	10.83%	1.89	1.93%	32.91	3.84%
Pastagem+Varzea	0.16	0.26%	22.14	6.78%	1.46	1.49%	16.84	1.96%
Area de ocupação			0.05	0.02%	0.62	0.63%	0.13	0.02%
Brejo			1.84	0.56%			3.08	0.36%
Mangue			0.98	0.30%				
Pastagem	14.53	24.05%	140.38	43.00%	40.20	41.07%	357.13	41.62%
Solo Exposto	0.42	0.69%	5.87	1.80%	1.44	1.47%	15.61	1.82%
Água			1.93	0.59%	0.01	0.01%	20.60	2.40%
Sombra	0.60	1.00%	0.05	0.02%	0.07	0.07%	0.61	0.07%
Total	60.41		326.50		97.88		858.04	

Fonte: Arquivo Pessoal.

Os resultados encontrados para esse segundo grupo seguiram uma lógica, em parte parecida com os dos municípios litorâneos. No geral, mostrou que a APA como um todo sofre diretamente uma forte influência da classe pastagem, pois este grupo também apresentou percentuais elevados. Nesse caso, o município de Casimiro de Abreu apresentou a maior taxa de 43%, quase a metade do município coberto com uso pastagem.

Entretanto para as taxas de florestas, os resultados encontrados já apresentaram características um pouco diferenciadas em relação ao primeiro grupo. Pode-se perceber que o relevo foi um dos elementos determinantes para a manutenção de floresta, o que reafirma como um dos fatores limitantes para grande parte do manejo. A figura 5.9

ilustra a posição da maioria dos fragmentos na APA, onde a concentração da vegetação está na porção das serras.



Figura 5.9. Sobrevôo da APA feito pelos técnicos do IBAMA mostrando a presença da vegetação nos morros.
Fonte: IBAMA.

As taxas percentuais de floresta para estes 4 municípios se mantiveram acima de 30% o que é bastante expressivo visto que alguns desses municípios são os maiores contribuintes em área para a APA (gráfico 3.1). Silva Jardim que se encontra integralmente dentro da APA apresenta uma taxa percentual de floresta girando por volta de 47,92%, correspondendo quase que a metade do Município. Este município se confirma como um dos principais, no Brasil, em iniciativas para criação Reserva Particular Do Patrimônio Natural (RPPN), o que é um indicativo estratégico (mesmo que por responsabilidade, prioritária da ONG local) para a conservação.

Finalmente deu-se ênfase nas classes de uso e cobertura mais significativas da APA, que são a cobertura florestal, a pastagem e a agricultura. Este enfoque também foi dado numa análise de distribuição para cada município abrangido. As demais classes não consideradas nestas análises apresentaram resultados incipientes, como é o caso das “áreas de ocupação”, com apenas 0,09%.

A classe floresta acabou ocupando quase a metade da área da APA, com taxa de aproximadamente de 43,5% (gráfico 5.1) que corresponde a uma área de 653,58 Km², entretanto a distribuição desta classe por município apresenta um comportamento heterogêneo. O gráfico 5.2 abaixo aponta a distribuição da classe floresta pelos municípios abrangentes da APA. A tendência é que os municípios de maior área no terreno apresentem maior percentual de floresta, como é o caso de Silva Jardim, porém a região apresentou uma peculiaridade relacionada com outros municípios. Cachoeira de Macacu, por exemplo, apesar de ser um dos menores contribuintes por área na APA (com 60,4 Km²) apresenta taxa de floresta maior do que Araruama (93,7 Km²). Vale ressaltar que, Cachoeira de Macacu se localiza na parte onde o relevo é mais movimentado, reforçando a teoria que o relevo é um fator importante de proteção para os remanescentes.

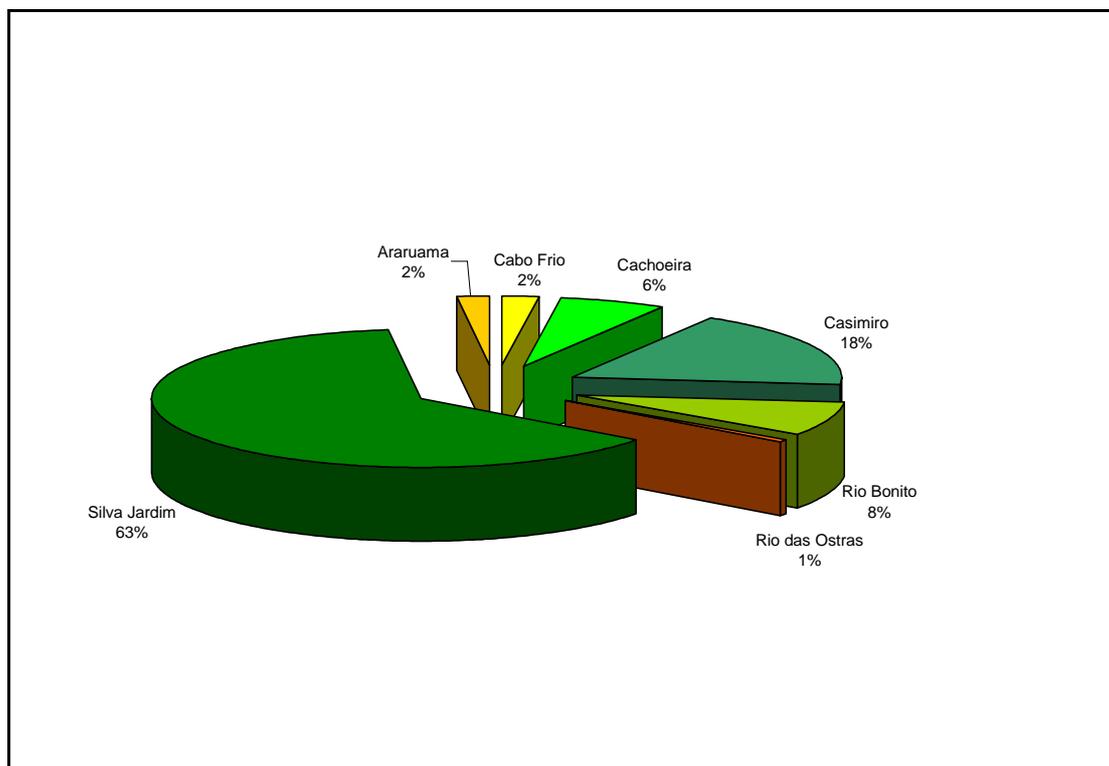


Gráfico 5.2. Distribuição da classe floresta por Municípios abrangentes dentro da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Fonte: Arquivo Pessoal.

As duas classes de uso que representam atualmente a maior ameaça para os remanescentes florestais dentro da APA são a pastagem e agricultura. No caso da pastagem destaca-se Silva Jardim, que apesar de fazer parte do grupo de Municípios com porção serrana, apresenta a maior taxa da classe pastagem (58%). Como previamente comentado, Silva Jardim é o maior município da APA logo maior área dos usos. A atividade da pecuária, no Município, não se limita apenas nas áreas de terreno plano como no caso da agricultura. A agricultura já se apresenta mais espalhada pelos municípios da baixada, com destaque para Cabo Frio (localização da AGRISA) com 25% e para a porção da planícies de inundação do Rio São João nos Municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu (30% e 32% respectivamente).

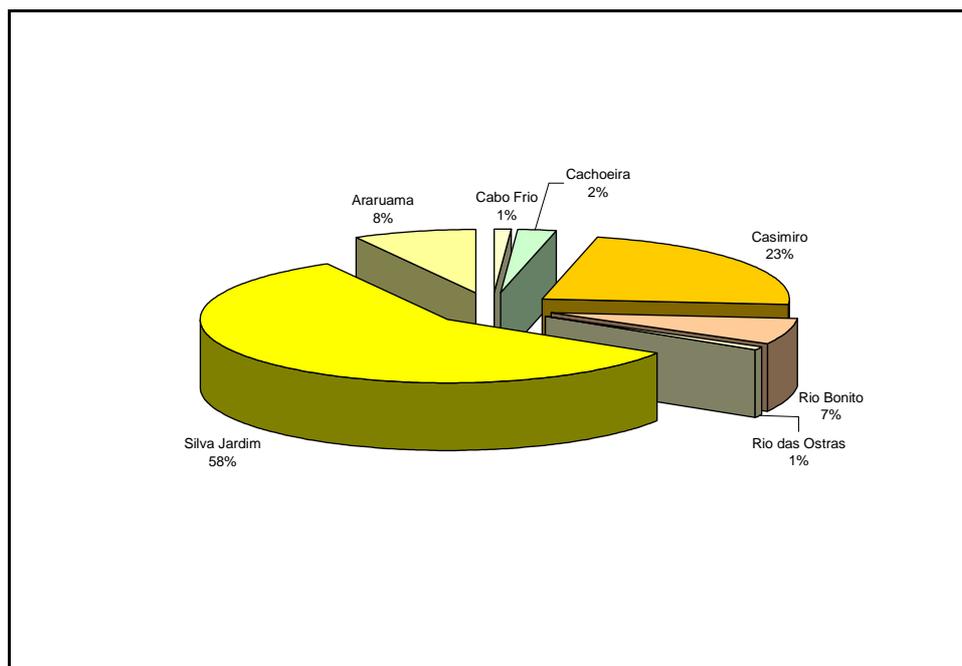


Gráfico 5.3. Distribuição da classe pastagem por Municípios abrangentes dentro da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Fonte: Arquivo Pessoal.

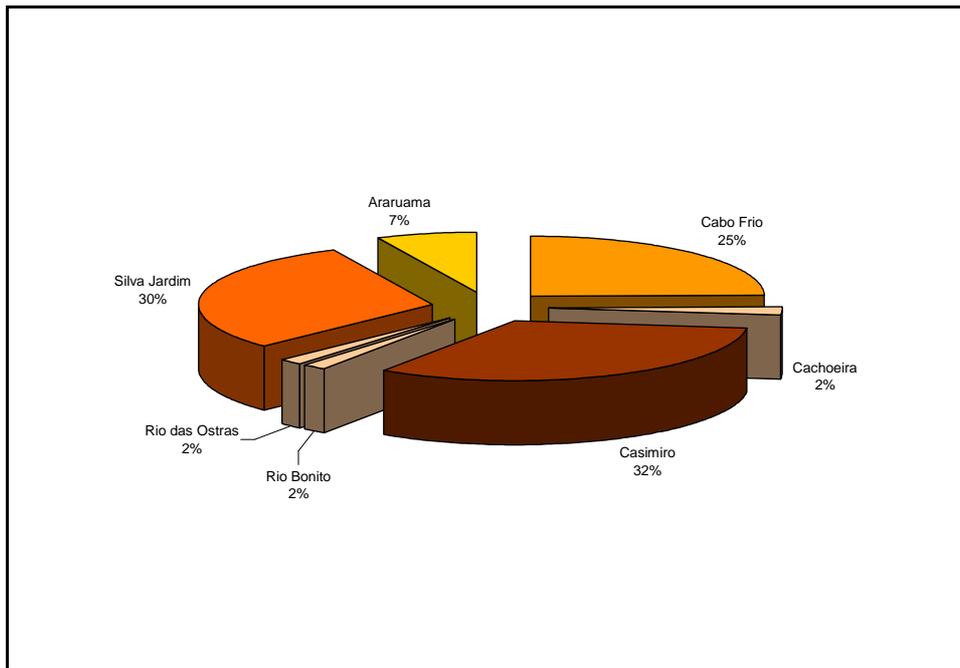


Gráfico 5.4. Distribuição da classe agricultura por Municípios abrangentes dentro da APA Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Fonte: Arquivo Pessoal.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do modelo de classificação orientada a objeto se mostrou um produto de grande potencial, pois o mapeamento final apresentou uma redução da carga de trabalho de edição muito menor do que com os modelos tradicionais de classificação.

A topografia se mostrou como uma forma de controle nos processos da superfície e é na Mata Atlântica que se encontra a maior influência do relevo, pois a maioria dos remanescentes se encontram nas partes elevadas. O relevo é um agente moderador na distribuição espacial tanto de fauna como de flora, além de outros fatores abióticos como clima, por exemplo.

A maior parte destas áreas fragmentadas encontradas na APA do Rio do João/Mico-Leão-Dourado foram protegidas pelas restrições imposta pelo relevo, fato que se torna evidente quando observada a parte da baixada (áreas de maior vulnerabilidade), onde a presença das atividades agropecuárias aparece com maior

frequência também. Em termo de estratégias de recuperação acabam se tornando áreas prioritárias. Da mesma forma, pensando na manutenção das funções ambientais (ciclo hidrológico, por exemplo) as áreas serranas – onde estão localizadas as maiorias das nascentes - também merecem uma atenção na estratégia de conservação dos remanescentes.

Por se tratar de uma Unidade de Conservação com uso condicionado (APA) algumas classes, como área de ocupação – áreas urbanas, não se apresentaram como ameaças diretas aos remanescentes florestais. Provando que a simples criação de unidades de conservação são estratégias interessantes na conservação/preservação dos remanescentes.

Finalmente, o mapa de uso e cobertura da terra obtido será utilizado em um sistema de informações geográficas para a efetuação de análises espacial que viabilizem operações de monitoramento e diagnósticos, além de estudos da paisagem relacionados ao mapeamento e quantificação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs). No próximo capítulo será discutido como as classes desse uso e cobertura aparecem distribuídas nas APPs presentes dentro da APA.

6 MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APPS) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO RIO SÃO JOÃO/MICO LEÃO DOURADO

6.1 INTRODUÇÃO

Recentes pesquisas vêm demonstrando que a consequência do desmatamento, principalmente da mata ciliar, vem provocando uma grave crise na manutenção dos recursos hídricos, gerando problemas de abastecimento para as populações. Além de garantir o abastecimento regularizando a vazão dos cursos d'água, a cobertura vegetal tende a minimizar os efeitos erosivos, a lixiviação dos nutrientes no solo e o assoreamento.

Devido a sua importante função ambiental dentro de um sistema ecológico, como é o caso da bacia hidrográfica (SERIGATTO, *op. cit.*), o monitoramento das APPs ganha uma importância significativa na estratégia de conservação. As APPs foram criadas pela Lei federal n°.4.771 com a finalidade de evitar a degradação dos ecossistemas, conservar o meio ambiente e manter a qualidade de vida (MOREIRA, *op. cit.*). Segundo Oliveira (2007), umas das formas de preservar ecossistemas é a implementação de Unidades de Conservação como parques nacionais, reserva ecológicas, reservas biológicas e outras. As APPs também funcionam como zonas de amortecimentos para minimizar os impactos das atividades humanas, principalmente das atividades agropecuárias e imobiliárias.

Porém, como já foi dito anteriormente, o mapeamento dessas áreas não é uma tarefa trivial, exigindo em alguns casos esforços muito grande, além de envolver pessoas especializadas com informações detalhadas da unidade em análise. Os sistemas

de informações geográficas (SIG) atuais apresentam novos recursos para uma modelagem numérica precisa e detalhada dessas APPs. Os produtos gerados a partir dessas novas técnicas têm suplantado com bastante eficiência os métodos manuais tradicionalmente utilizados (OLIVEIRA *op. cit.*; RIBEIRO *op. cit.*).

No capítulo anterior, foi caracterizado o uso e cobertura da região da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio São João / Mico Leão Dourado e como se apresenta o estado atual da cobertura vegetal. Entretanto, onde está localizada essa vegetação? Como se encontram as APPs? Por esse motivo o presente capítulo tem como objetivo definir estratégias de mapeamento de áreas de preservação permanente de acordo com a aplicação da Lei federal n.º.4.771 e da Resolução CONAMA n.º. 303 e fazer uma caracterização do estado atual dessas áreas que por lei deveriam estar 100% por cento cobertas por vegetação.

6.2 METODOLOGIA (DETERMINAÇÃO DE CADA TIPO DE APP)

O primeiro passo, antes de apresentar a metodologia para mapeamento das APP, foi definir quais são as APPs encontradas na área de estudo, segundo a Legislação vigente as APPs dentro da APA são as áreas com cobertura vegetal:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal, com largura máxima de 30m (trinta metros), para os cursos de d'água de menos de 10 (dez) metros de largura (afluentes da bacia do Rio São João e das sub-bacias); e 50m (cinquenta metros), para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50m (cinquenta metros) de largura (apenas o Rio São João apresenta tal característica);

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais cuja largura mínima de 100(cem) metros, para as que estejam em áreas rurais – caso da lagoa de Juturnaíba;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d’água”, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros) de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras; no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base; elevação do terreno com cota do topo em relação à base entre 50 metros a 300 metros;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) linha de cumeada;

g) em manguezal, em toda a sua extensão;

As áreas de mangue já foram mapeadas e quantificadas no capítulo anterior, já que esta APP já era uma classe do mapeamento de uso e cobertura. As demais APPs terão sua metodologia de delimitação apresentada a seguir.

6.2.1 Delimitação das APPs ao redor dos Cursos d’água (APP-1)

A base de dados utilizados nesta etapa foi o mapeamento de uso e cobertura gerado a partir das imagens CBERS e LANDSAT e a base vetorial cartográfica de hidrografia na escala 1:50.000 do IBGE, previamente complementada com auxílio das imagens de satélite e ajustada em ambiente ArcGIS, com apoio do DEM do SRTM.

Após os ajustes na base hidrográfica, gerou-se automaticamente no ArcGis áreas de influência (*buffer*) de 30 metros para os canais e rios que compõem a área da APA, já que todos os rios tem até 10 metros de largura. A única exceção é o Rio São João que apresenta uma largura superior a 10 metros, por este motivo sua área de influência é um pouco maior, correspondendo a 50 metros. Apesar de terem sido criados como produtos

separados, o resultado apresentado (tabela 6.1) é dado pelo somatório das duas áreas de influências criadas, pois se entende que ambas pertencem a mesma classe de APP.

Tabela 6.1. Estado atual da APP no entorno de rios (APP-1) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.

Classe	Area_Km²	Percentual
Agricultura	6.44	5.20%
Pastagem+Varzea	3.39	2.74%
Area de ocupação	0.04	0.04%
Brejo	0.73	0.59%
Floresta	51.39	41.51%
Pastagem	59.69	48.22%
Solo Exposto	1.99	1.60%
Sombra	0.12	0.09%
Total	123.79	

Fonte: Arquivo Pessoal.

As classes floresta e pastagem são as de maior representatividade nas APP-1. Pela tabela 6.1 podemos acompanhar que numa área onde deveria estar totalmente coberta com floresta observa-se que na realidade menos da metade (41,51%) está ocupada com os remanescentes florestais. Esta situação pôde ser comprovada com idas a campo onde encontramos margens de rios que deveriam ser ocupadas com mata ciliar que foram substituídas totalmente pela pastagem, conforme mostra a figura 6.1 abaixo. Apesar do alto índice de pastagem, a taxa de floresta encontra-se, para a área, num percentual bastante significativo nas margens dos rios, valor atribuído provavelmente aos compartimentos de relevo mais movimentado.



Figura 6.1. Foto do Rio Aldeia Velha com as margens ocupadas pela pastagem.
Fonte: Arquivo pessoal.

A figura 6.2 (anexo 5) mostra como estão distribuídas as APP-1 dentro da unidade de conservação, pode-se observar que conforme os cursos d'água vão se aproximando da área de baixada, maior é o surgimento da classe pastagem (em marrom) nas APPs. Esse tipo de situação pode gerar problemas de vazão nos rios, pois quanto maior a faixa de vegetação no entorno do curso d'água, melhor será a estabilização dessa área pelo desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular, além da diminuição e filtragem do escoamento superficial, dificultando o carregamento de sedimentos para dentro do ciclo hidrológico.

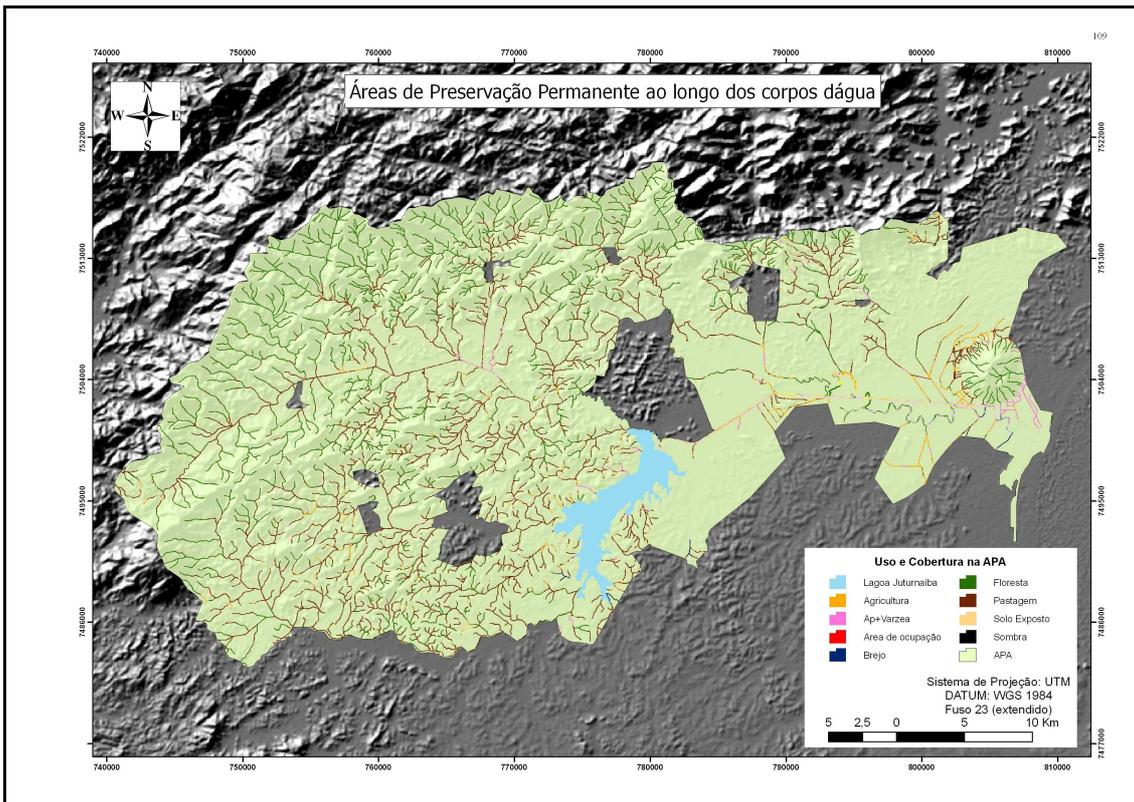


Figura 6.2. Áreas de Preservação Permanentes ao Longo dos cursos d'água dentro da APA do Rio São João/Mico-Leão Dourado.

Fonte: Arquivo pessoal.

6.2.2 Delimitação das APPs nas nascentes da APA (APP-2)

Para esta etapa também foi utilizada a base vetorial cartográfica de hidrografia 1:50.000 do IBGE. Através de técnicas de geoprocessamento foi possível retirar os vértices de cada segmento de rio (ferramenta “*end point*” no *Arcinfo*). Após a detecção de todos os vértices foi feita a edição (retirada manual), mantendo-se apenas os vértices correspondentes as nascentes. Com as nascentes definidas, gerou-se a área de influência de 50 metros de raio (segundo as normas da legislação vigente) utilizando a mesma técnica da APP anterior (*buffers*), resultando na APP-2.

Todo polígono de APP gerado foi cruzado com o mapa de uso cobertura, produzido no capítulo anterior. Desta vez, a classe floresta aparece com predominância na APP-2 (62,30%), entretanto vale lembrar que por lei esta área deveria estar 100%

coberta de remanescentes e que a sua área total é quase onze vezes menor do que a da APP-1. A figura 6.3 (anexo 6) abaixo apresenta como a APP-2 está distribuída na APA.

Tabela 6.2. Estado atual da APP no entorno de nascentes (APP-2) na APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Classe	Area_km ²	Percentual
Agricultura	0.35	3.29%
Pastagem+Varzea	0.15	1.44%
Floresta	6.62	62.30%
Pastagem	3.30	31.06%
Solo Exposto	0.18	1.66%
Sombra	0.03	0.25%
Total	10.63	

Fonte: Arquivo Pessoal.

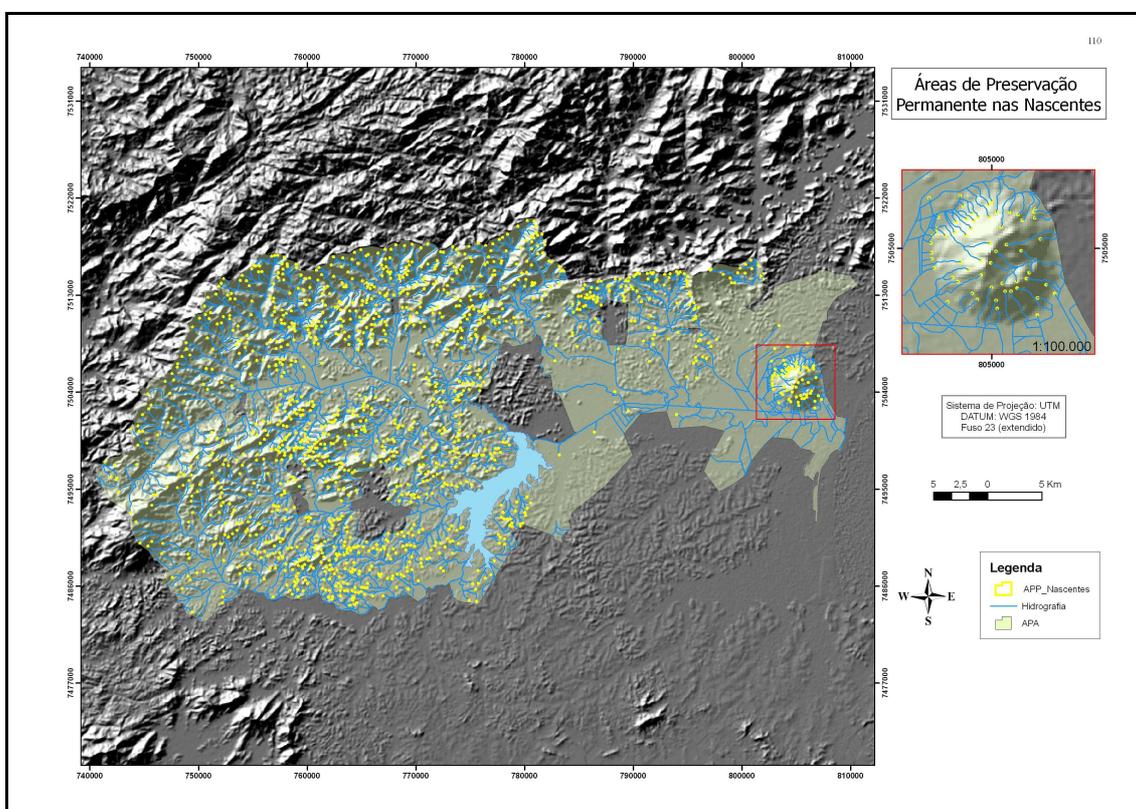


Figura 6.3. Mapa de APP das nascentes.

Fonte: Arquivo Pessoal.

6.2.3 Delimitação das APPs e ao redor das Lagoas, Lagos e reservatórios (APP-3)

Esta APP foi o último dado retirado da base vetorial de hidrografia. Com a informação da lagoa de Juturnaíba transformada num polígono, foi extraída a área de

influência (*buffer*) segundo a legislação vigente que é de 100 metros. A APP-3 apresentou a seguinte distribuição quanto ao uso e cobertura.

Tabela 6.3. Estado atual da APP no entorno de lagos, lagoas e reservatório (APP-3) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.

Classe	Area_Km²	Percentual
Agricultura	1.8739	19.33%
Pastagem+Varzea	0.7394	7.63%
Area de ocupação	0.0401	0.41%
Brejo	0.7586	7.83%
Floresta	1.7021	17.56%
Pastagem	4.2511	43.86%
Solo Exposto	0.3268	3.37%
Total	9.692	

Fonte: Arquivo Pessoal.

Por estar localizada na área do baixo curso do São João, ou seja, na área de baixada, a APP-3 foi a que apresentou o pior resultado comparando as classes de uso e cobertura. Como já foi discutido anteriormente, a parte da baixada na bacia representa a zona de maior impacto. É justamente nesta porção da APA que encontramos a maior interferência das atividades do homem. Sendo este o motivo pelo qual observamos altas taxas de pastagem e agricultura nesta APP (43,86% e 19,33%, respectivamente). As duas taxas são superiores a taxa de floresta, que deveria aparecer como 100%. A figura 6.4 (vide anexo 7) apresenta a distribuição espacial da APP-3.

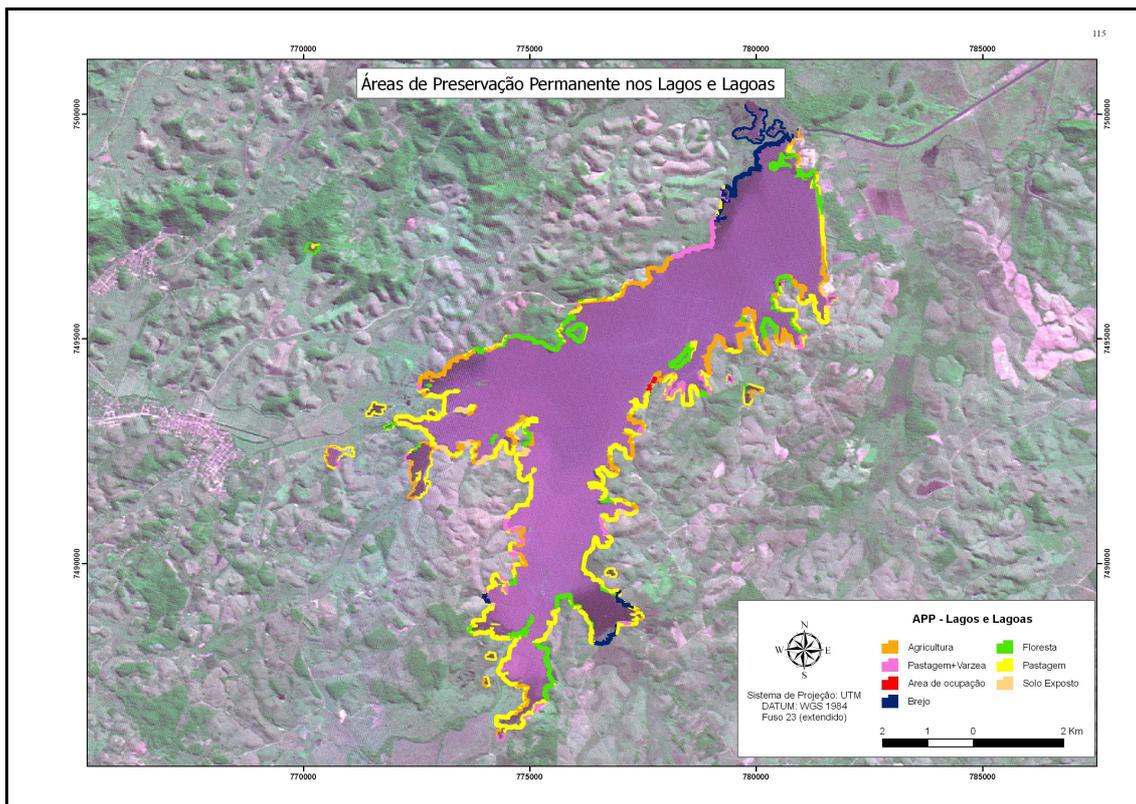


Figura 6.4. Mapa de APP de Lagoas e Lagos.
 Fonte: Arquivo Pessoal.

A metodologia para geração dessas três primeiras APPs apresentaram características semelhantes. A figura 6.5 abaixo mostra o fluxograma das atividades para geração das APPs 1, 2 e 3.

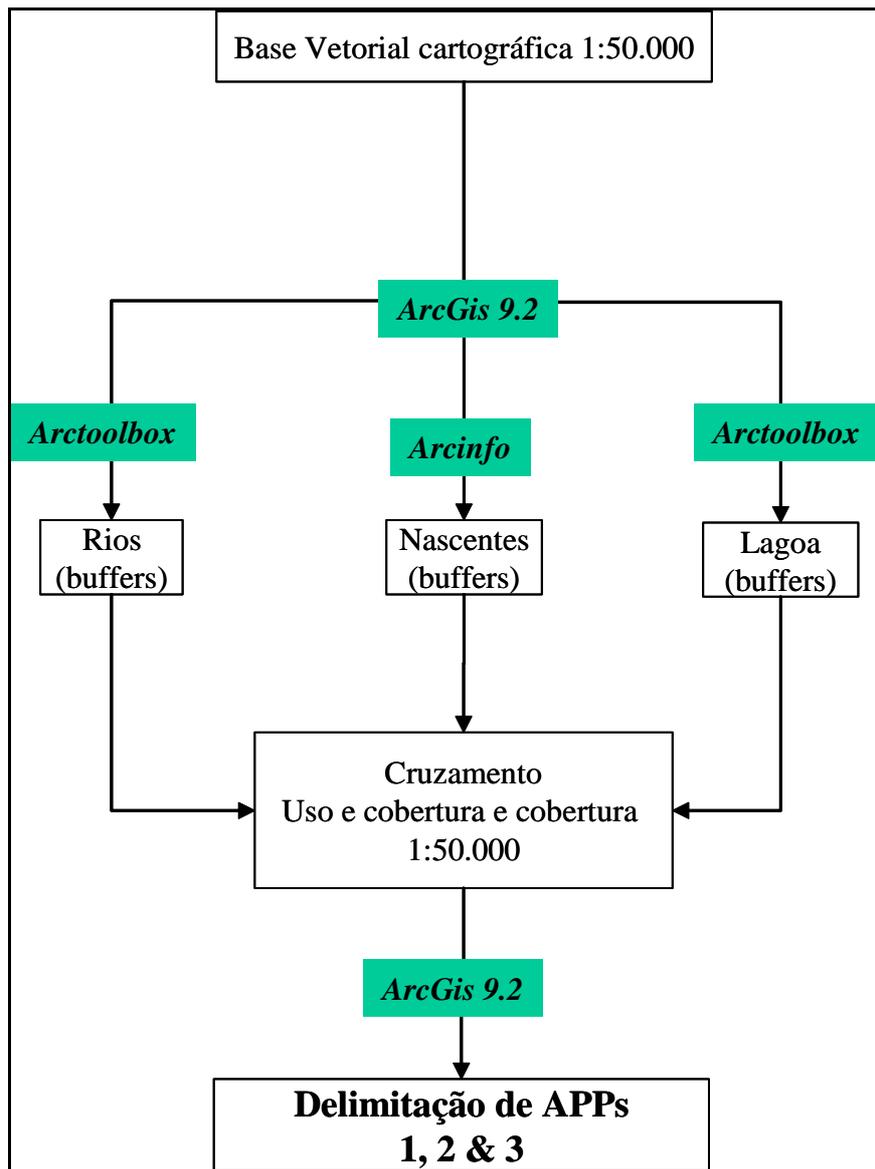


Figura 6.5. Fluxograma de Atividades para APPs 1, 2 e 3.
 Fonte: Arquivo Pessoal.

6.2.4 Delimitação das APPs em topos de Morro e linha de cumeada (APP-4)

A metodologia para esta APP foi a mais trabalhosa de todas e teve como base de dados o Modelo Digital de Elevação (MDE) do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), a eficiência dessa ferramenta para a geração de representações temáticas na escala 1:50.000 já foi comprovada por diversos autores, tais como BARROS (2006) e SANTOS (2005).

Primeiramente, seguindo as normas da Resolução CONAMA 302/2002, foi necessário descobrir dentro da área de estudo o que seria morro e montanha.

A legislação define que:

IV - morro: elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;

V - montanha: elevação do terreno com cota em relação à base superior a trezentos metros;

VI - base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor.

As figuras 6.6 e 6.7 ilustram estas normas.

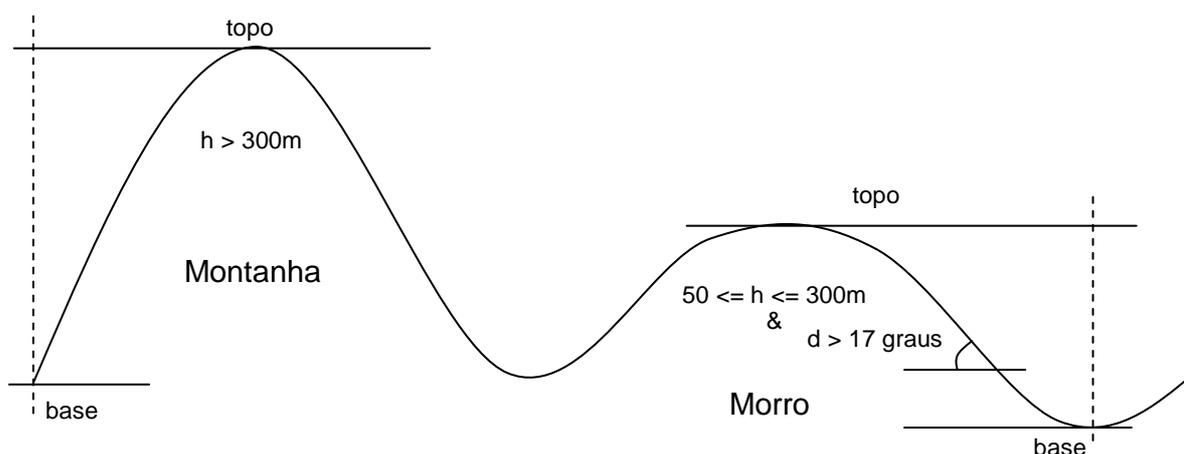


Figura 6.6. Elementos da paisagem: morros, montanhas e bases de acordo com a Resolução CONAMA n. 302/2002.

Fonte: World Natural Conservancy, adaptado

Para esta definição foi utilizada a metodologia de Jenness (2007), que adota uma extensão para o programa *Arcview 3.X*, chamada **Topographic Position Index (TPI) v. 1.3^a**. O TPI classifica dentro de MDE a diferença entre o valor de elevação de uma célula e a média da elevação das células vizinhas. O processo de execução do TPI depende da escala, ou seja, do raio de análise, conforme a figura 6.8, abaixo.

O TPI define bem quem é topo, média e baixa encosta. O problema é que para cada raio de busca definido pode-se encontrar diferentes resultados. Assim, se a área apresenta uma maior complexidade de formas de relevo, passa a ser necessária a

definição de diferentes raios, para cada tipo de compartimento, de modo a não se deixar de perceber, ou ainda superestimar, a determinação dos topos.

Valores positivos indicam que a célula está numa posição mais alta do que a vizinhança e valores negativos indicam que a célula está em uma posição mais baixa do que a vizinhança.



Figura 6.7. Foto ilustrando um dos muitos morros encontrados na área de estudo.
Fonte: Arquivo Pessoal.

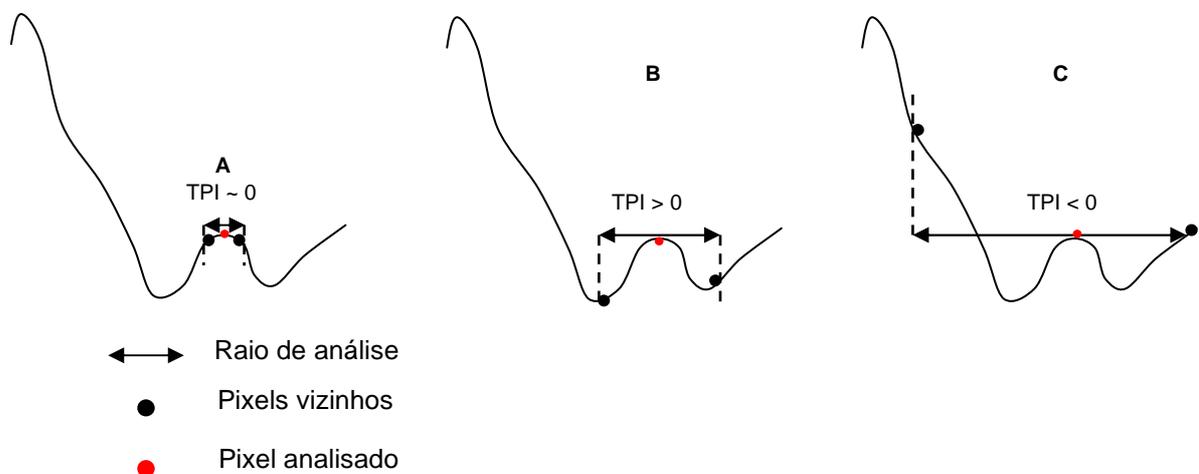


Figura 6.8. Esquema ilustrativo do índice de posição topográfico.
Fonte: JENNES 2006, adaptado.

A figura 6.8 mostra também que, dependendo do Raio de análise, a mesma célula pode ter o seu valor de TPI variado devido a posição com relação aos pixels da vizinhança. Esta mesma extensão permite a avaliação da posição da célula com dois raios de análise, que em conjunto com o mapa de declividade foi possível gerar um mapa de classificação de 10 formas de relevo, conforme a configuração da extensão TPI (1-*Canyons*, 2-*Midslope Drainages*, 3-*Upland Drianages*, 4-*U-shaped Valeys*, 5-*Plains*, 6-*Open Slopes*, 7-*Upper Slopes*, 8-*Local Rigdges*, 9-*Midslope Rigdes*, 10-*Mountain Tops* – WEISS apud JENNESS, 2006)². Após várias análises, a que melhor atendeu foi a adoção de raios de 500 metros (menor distância) e 5 quilômetros (maior distância) para a geração do mapa das formas de relevo, onde as cinco últimas classes (6-10) foram consideradas como as áreas de morro e montanhas conforme figura 6.9.

Os valores das altitudes mais baixas e mais altas, bem como de declividade foram calculados através do *ZONAL STATISTIC AS TABLE* do *Spatial analyst* ArcGIS 9.2. Para atender a resolução CONAMA 302/2002 foram selecionadas as formas de relevo com o valor da cota entre 50 a 300 metros e acima de 300 metros. Também foi necessário verificar a declividade maior ou igual a 17° para os morros.

Depois da determinação das áreas de topos de morros e montanhas, agrupou-se os topos manualmente conforme a Resolução CONAMA 302/2002:

Parágrafo único. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

- I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;
- II - identifica-se o menor morro ou montanha;
- III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e;

² Segue a tradução das classes de relevo: 1-Cânion, 2-Vales superficiais, 3- Cabeceiras, 4-Vales, 5-Planos, 6 –Encostas, 7- Morros chapados, 8-Cristas, 9-Cristas com declividade, 10 -topos

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

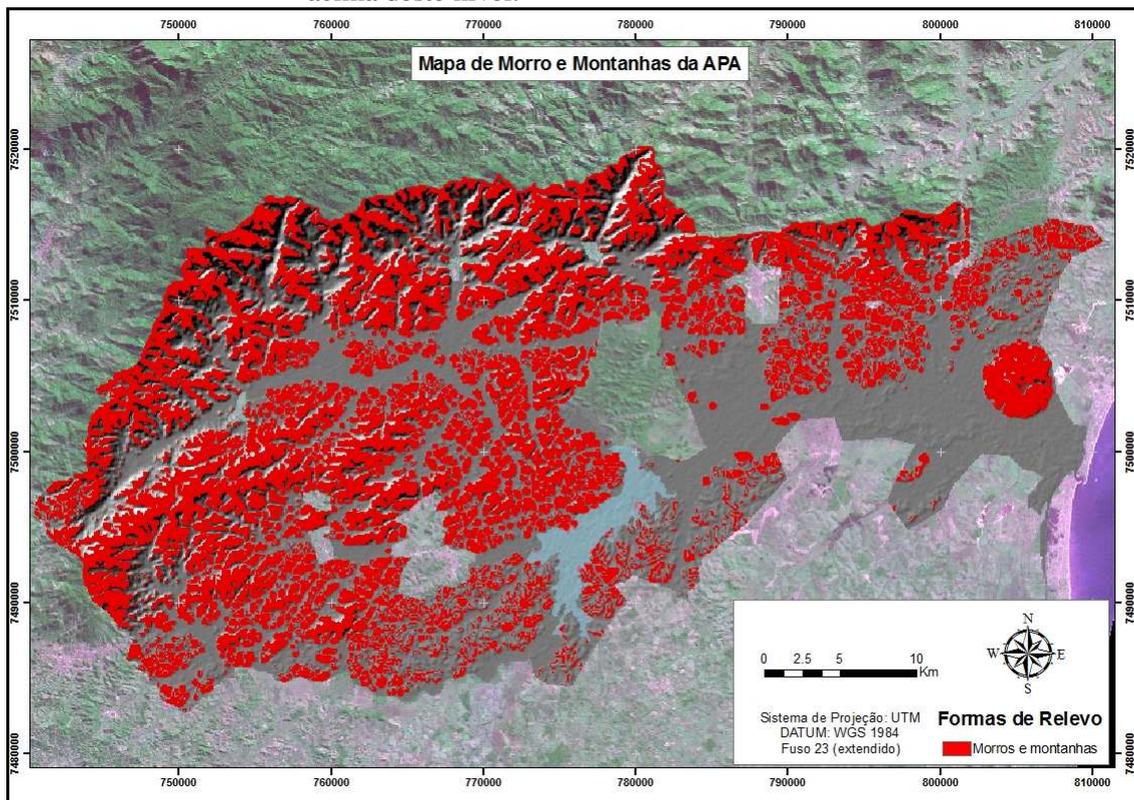


Figura 6.9. Mapa com os morros e montanhas.

Fonte: Arquivo Pessoal.

A delimitação das áreas de preservação permanente dos topos de morros e montanhas foi estabelecida pelo terço superior dos morros e montanhas, através das curvas de nível, extraídas do MDE do SRTM 90m, com equidistância de 10 metros. As cotas correspondente pelos 2/3 foram traçadas automaticamente, entretanto a delimitação das áreas foi realizada manualmente, o que demandou uma grande carga de trabalho.

Os resultados estão apresentados nas figuras 6.10 onde se verifica a representação de 1/3 superior e na figura 6.11 (vide anexo 8) já com o cruzamento do uso e cobertura do solo.

O cruzamento com o uso e cobertura fortaleceu mais uma vez a teoria da importância do relevo na estratégia de conservação dos remanescentes florestais. Com um total de área de aproximadamente 345,8km², a APP-4 teve como resultado um

pouco mais 84% da sua área coberta com a classe floresta. A segunda classe encontrada foi a pastagem com apenas 12,5%. Durante a análise do resultado o que pôde ser percebido foi que, quanto menor a elevação, maior a influências das outras classes diferentes de floresta. As quantificações do mapeamento da APP-4 estão na tabela 6.4 abaixo.

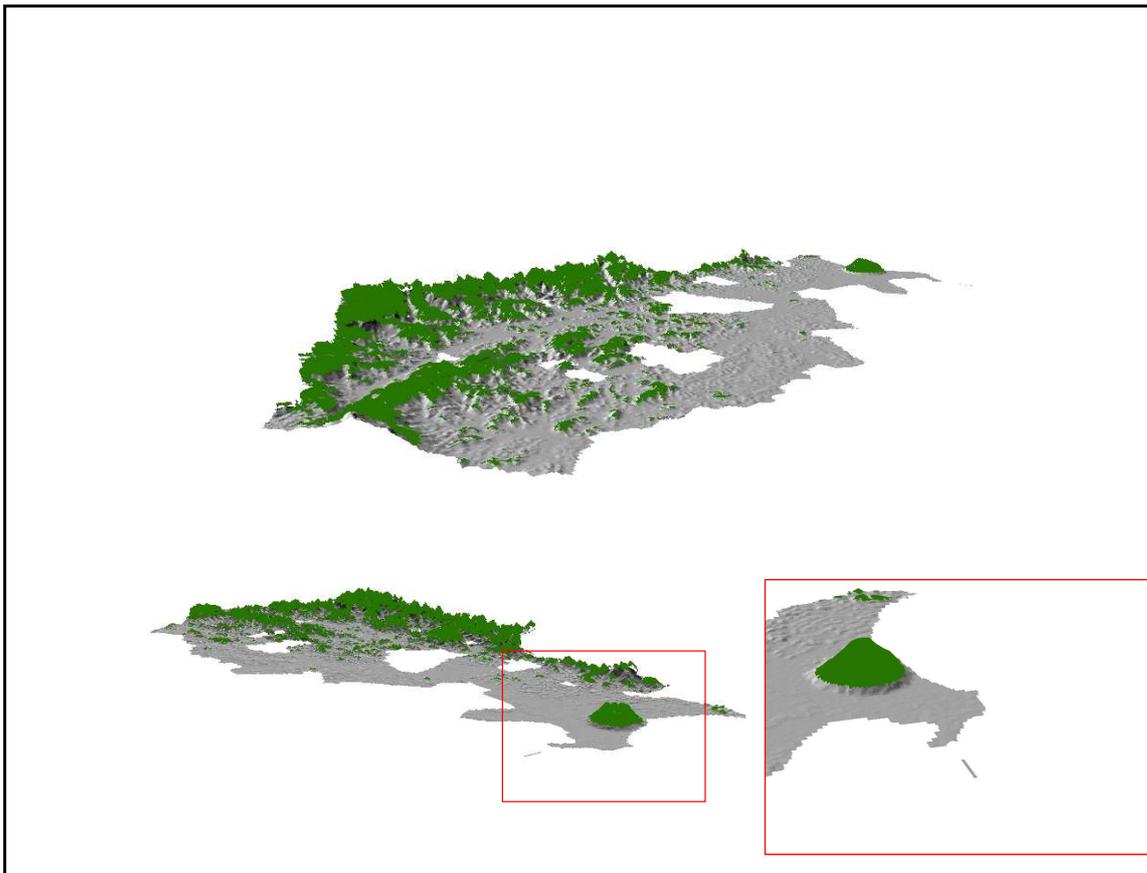


Figura 6.10. 1/3 Superior dos morros e montanhas na APA do Rio São João/Mico Leão Dourado.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Tabela 6.4. Estado atual da APP nos topos de morros e nas linhas de cumeadas (APP-4) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.

Classe	Area_Km ²	Percentual
Agricultura	3.7605	1.1%
Pastagem +Area	2.6652	0.8%
Floresta	293.3469	84.8%
Pastagem	43.1599	12.5%
Solo Exposto	2.1391	0.6%
Sombra	0.7603	0.2%
Total	345.8319	

Fonte: Arquivo Pessoal.

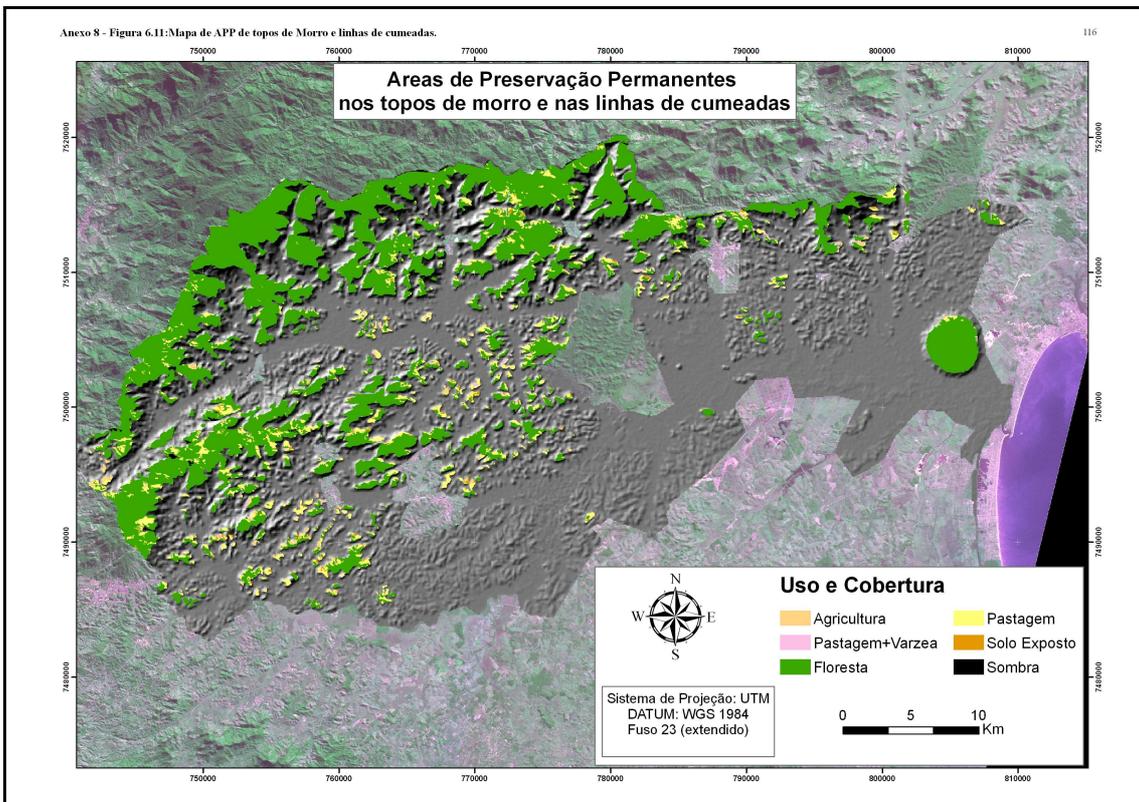


Figura 6.11. Mapa de APP de topos de Morro e linhas de cumeadas.

Fonte: Arquivo pessoal.

A figura 6.12 apresenta o fluxograma de atividades para geração da APP-4.

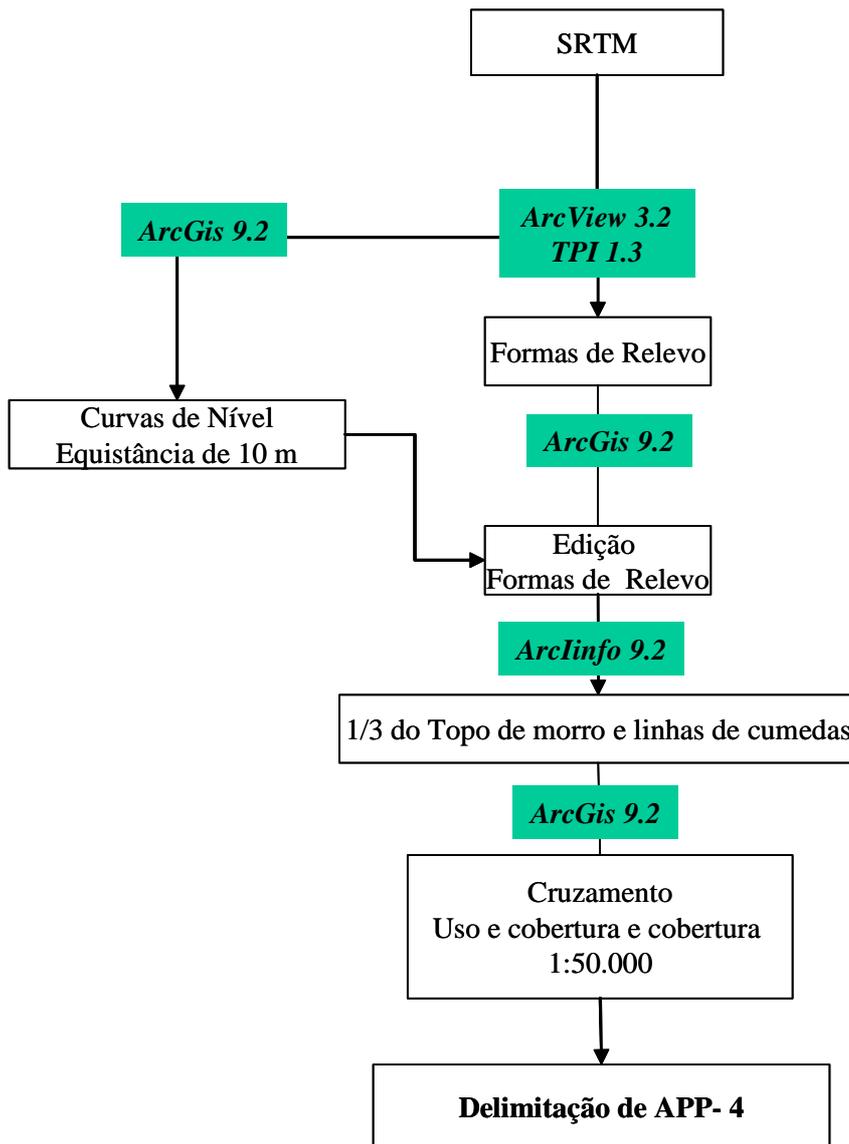


Figura 6.12. Fluxograma de Atividades para APP4.
Fonte: Arquivo Pessoal.

6.2.5 Delimitação das APPs áreas de Declividade superior a 45 ° (APP-5)

A delimitação das APPs nas áreas de declividade foi feita também a partir da utilização do MDE do SRTM. O modelo digital foi processado dentro do software ArcGIS 9.2. Com o mapa de declividade pronto, retirou-se os valores acima de 45 graus (figura 6.13, anexo 9), que foram convertidos em vetor e depois cruzados com os dados de Uso e Cobertura. A APP-5, como foram classificadas as APPs de declividade

superior a 45°, mostraram a importância do relevo na conservação dos remanescentes florestais, pois quase 100% desta APP tem como cobertura remanescentes florestais, conforme a tabela 6.5.

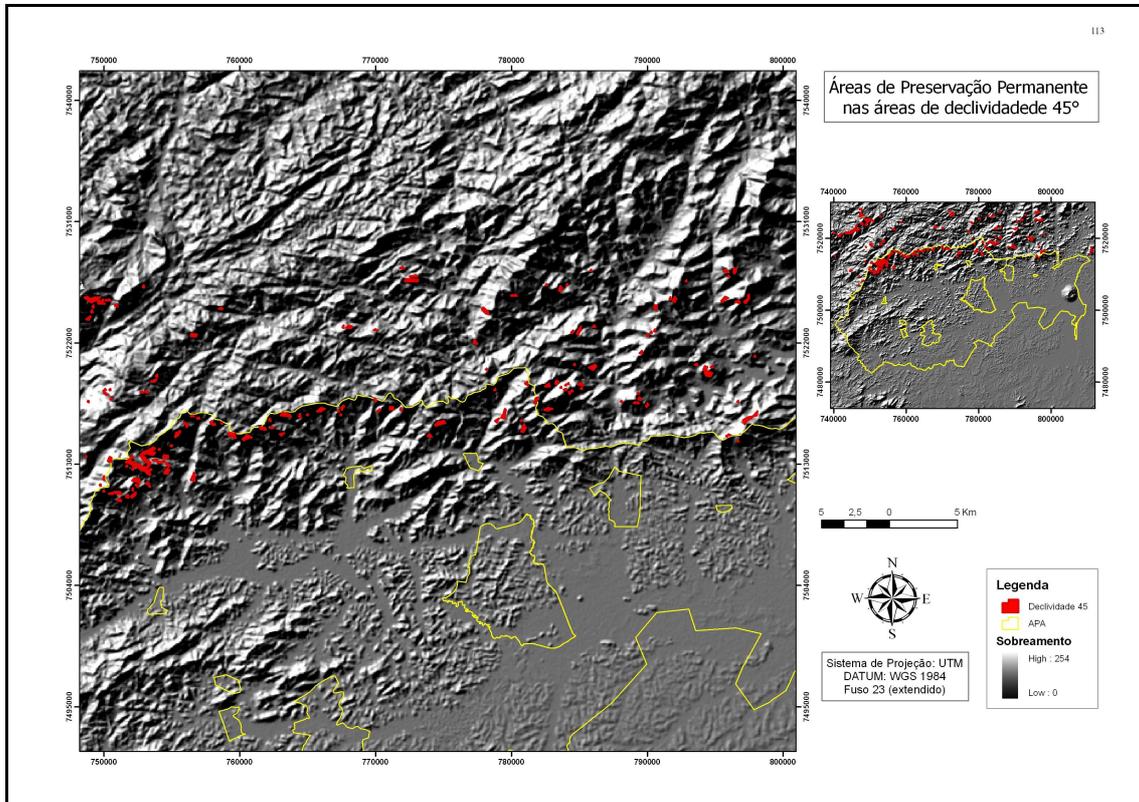


Figura 6.13. Mapa das APP com declividade acima de 45°.
Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 6.5. Estado atual da APP nas áreas de declividade superior a 45 ° (APP-5) na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.

Classe	Area Km ²	Percentual
Floresta	2.7063	99.95%
Solo Exposto	0.0013	0.05%
Total	2.7076	

Fonte: Arquivo Pessoal.

A figura 6.14 apresenta o fluxograma de atividades para geração da APP-5.

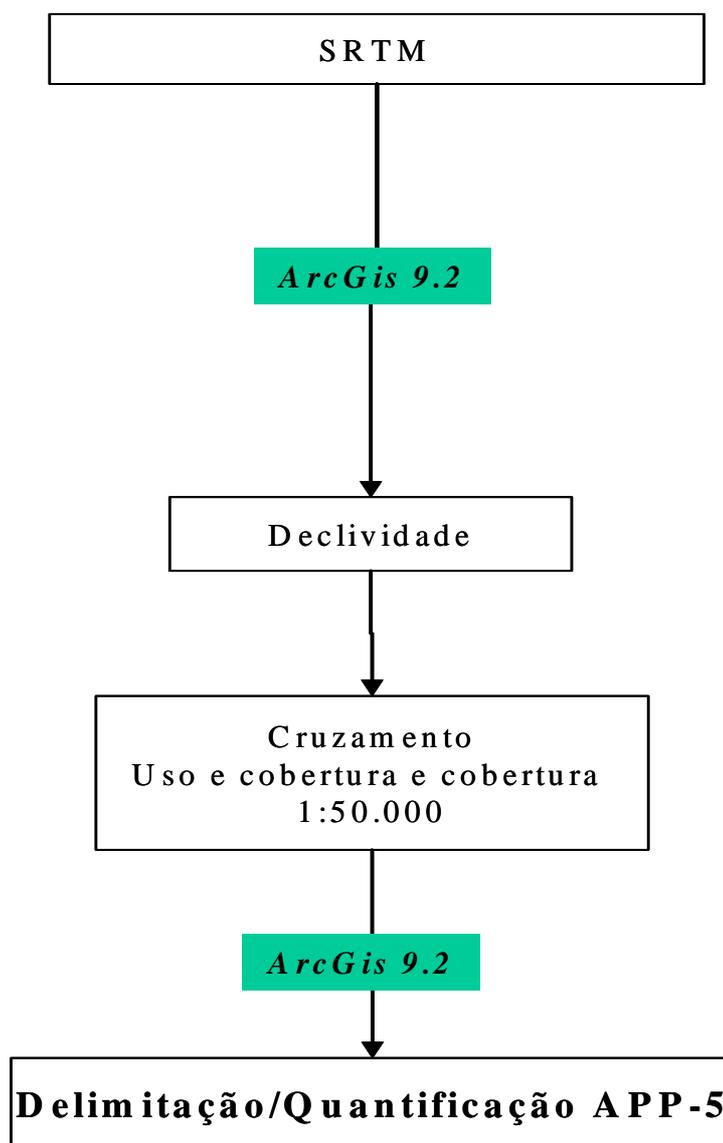


Figura 6.14. Fluxograma de Atividades para APP-5.

Fonte: Arquivo Pessoal.

A APP-6 corresponde às áreas dos manguezais e de acordo com uso e cobertura gerado no capítulo anterior, esta APP representa uma pequena parcela de 1,72 quilômetros quadrados, cabe lembrar que este valor corresponde só ao estado atual desta classe. A figura 6.15 (vide anexo 10) mostra a distribuição de todas as APPs mapeadas no presente trabalho.

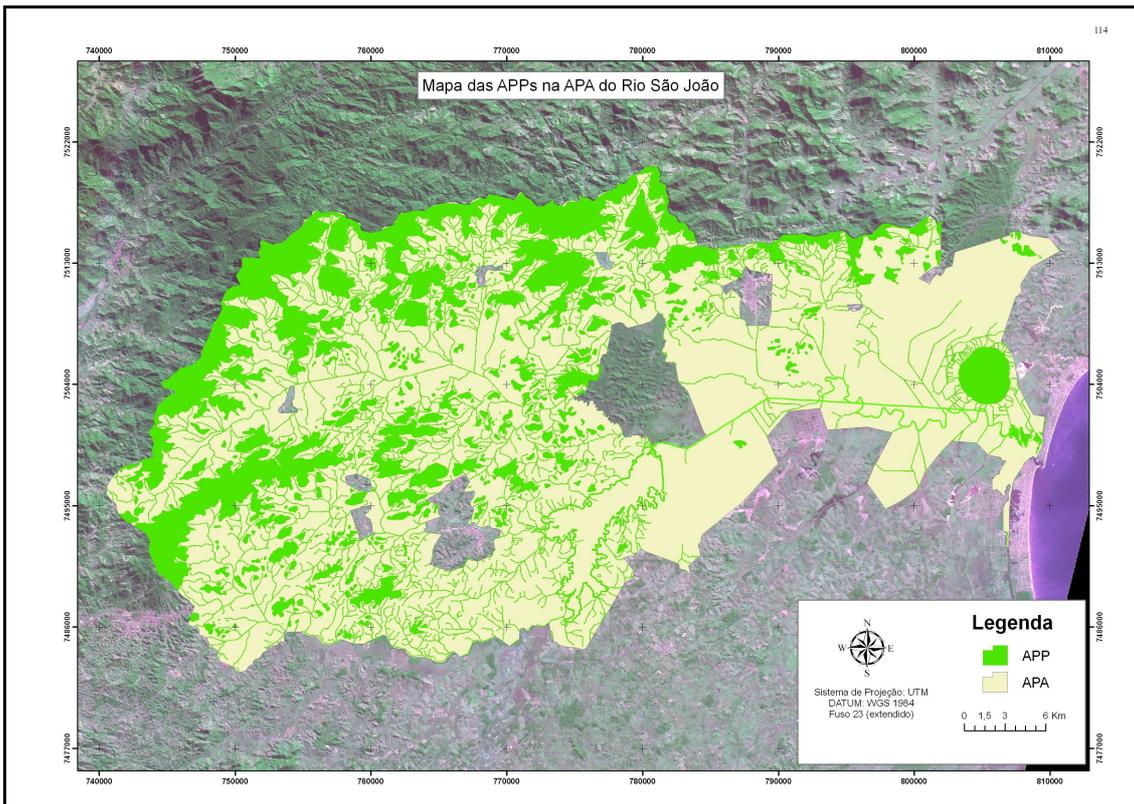


Figura 6.15. Mapa de todas as APPs da APA do Rio São João/Mico Leão Dourado.
 Fonte: Arquivo pessoal.

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas do SIG foram bastante eficientes na automatização das extrações das APPs e no cruzamento com o uso e cobertura. Permitiram o mapeamento de diversas categorias de APP existentes, gerando informações de extrema importância que podem subsidiar à fiscalização dessas áreas.

Como visto anteriormente, a APA possui 1507 km² onde as APPs mapeadas correspondem a uma área de 494,39km², ou seja, 32,8%, dessa área total. A APP-4, de topo de morro, corresponde a APP com maior contribuição cerca de 70% da área seguida da APP-1, área de influência sobre os rios, com 25%. Os resultados são apresentados na tabela 6.6 e nos gráficos 6.1 e 6.2. Uma observação importante é que o somatório dos usos não levou em consideração as áreas de sobreposição das APPs, portanto avaliando de forma geral a APA ainda se encontra em bom estado de

conservação, pois conserva 71% das áreas de preservação permanentes são cobertas por florestas. No próximo capítulo será avaliado o estado de fragmentação desses remanescentes florestais.

Tabela 6.6. Distribuição das APPs por Uso dentro da APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado.

APP/Usos Atuais	Agricultura	Pastagem Varzea	Floresta	Solo Exposto	Sombra	Pastagem	Brejo	Ocupação	Mangue	Total
APP-1	6.44	3.39	51.39	1.99	0.12	59.69	0.73	0.04		123.79
APP-2	0.35	0.15	6.62	0.18	0.03	3.30				10.63
APP-3	1.87	0.74	1.70	0.33		4.25	0.76	0.04		9.69
APP-4	3.76	2.67	293.35	2.14	0.76	43.16				345.83
APP-5			2.71	0.0013						2.71
APP-6									1.74	1.74
Total	5.98	3.56	304.38	2.64	0.79	50.71	0.76	0.04	1.74	494.39
Percentual	1.21%	0.72%	61.57%	0.53%	0.16%	10.26%	0.15%	0.01%	0.35%	100.00%

Fonte: Arquivo Pessoal.

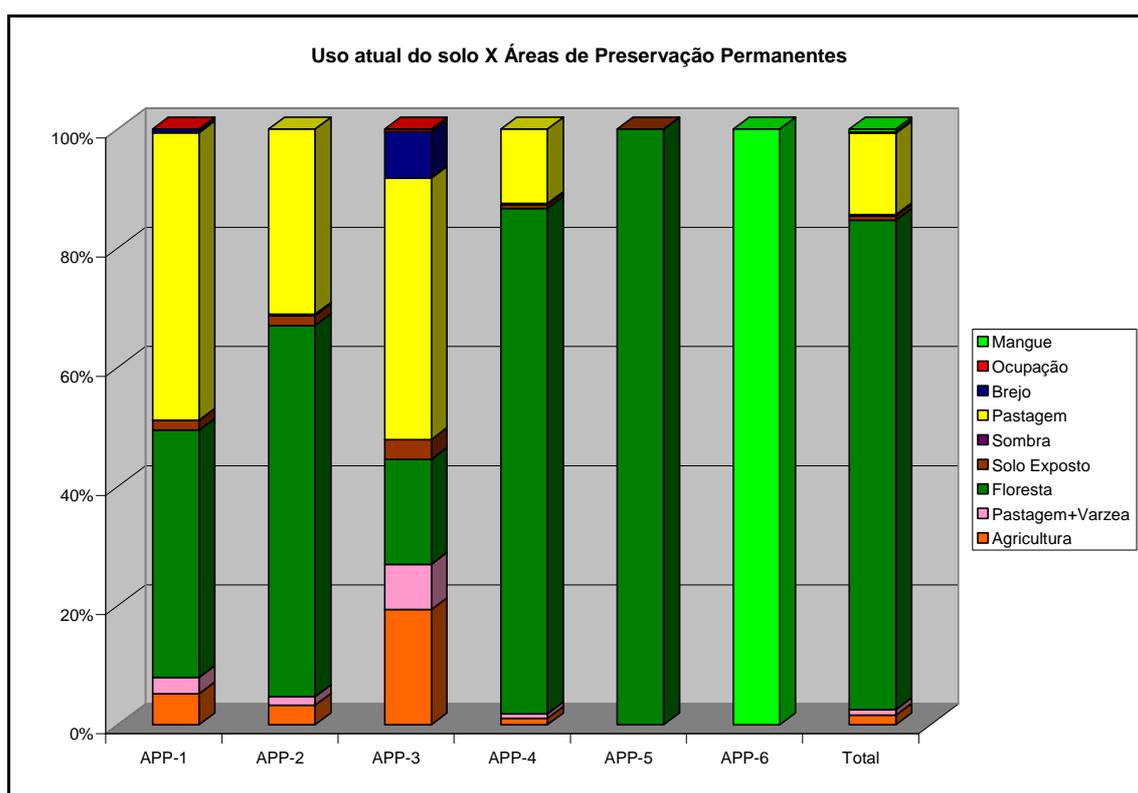


Gráfico 6.1. Distribuição dos usos nas APPs.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Apesar de estarem com suas áreas praticamente com 100% de cobertura natural, as APP-5 (declividade superior a 45 graus) e APP-6, representam parcelas muito

pequenas do total, ocupando apenas 1% e 0.35% respectivamente, ver gráfico 6.2 abaixo.

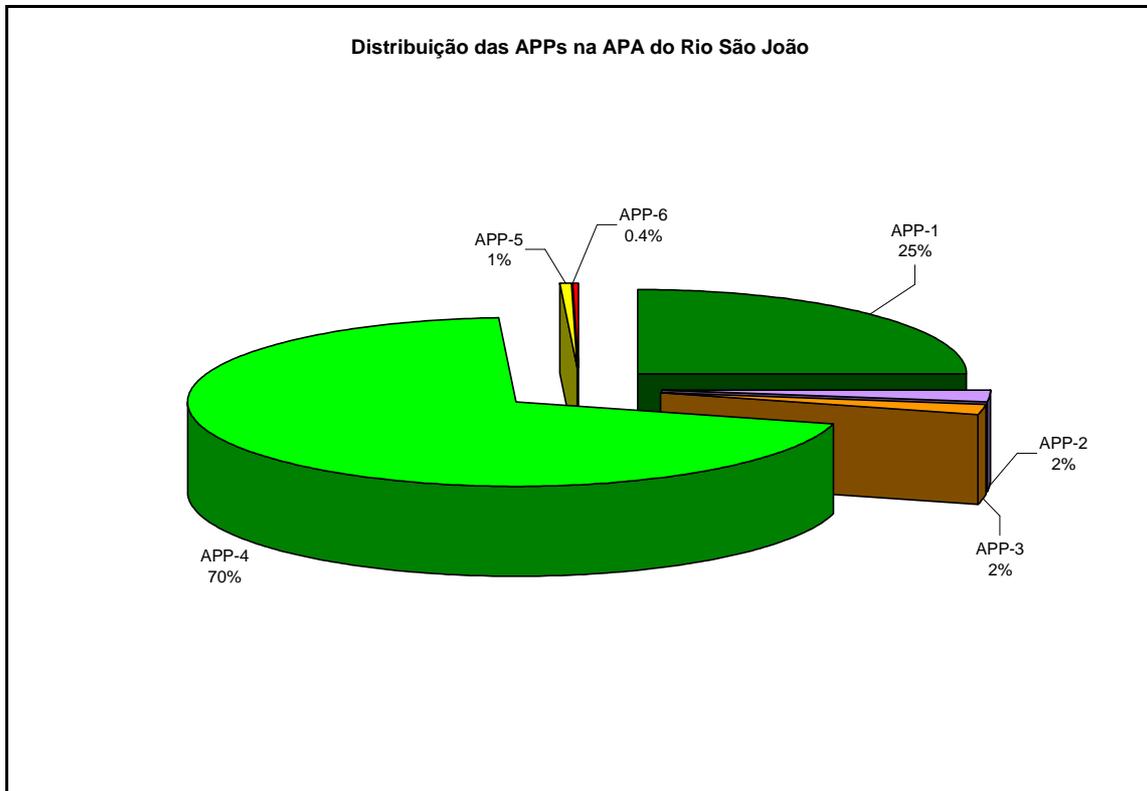


Gráfico 6.2. Distribuição das APPs na APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado.
Fonte: Arquivo Pessoal.

Se a legislação fosse devidamente cumprida, aproximadamente 1/3 da APA estaria com os remanescentes florestais protegidos. Entretanto, na realidade, o resultado que encontramos é um processo de ocupação, principalmente da pastagem, avançando inconseqüentemente sobre a floresta, áreas de proteção de mananciais, o que acaba gerando várias situações de problemas ambientais como: erosão, assoreamento, desmatamento das margens com pequenos trechos de vegetação ciliar, geralmente em mau estado de conservação, entre outros.

7 FRAGMENTAÇÃO E CONECTIVIDADE DA PAISAGEM NATURAL NA APA DO RIO SÃO JOÃO/ MICO-LEÃO-DOURADO

7.1 INTRODUÇÃO

Uma vez que a fragmentação é o processo de separar um todo em partes, a fragmentação florestal rompe com os mecanismos naturais de auto-regulação de abundância e raridade de espécies, podendo levar à diminuição das populações de plantas e animais (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2007g). Num ambiente ilhado, ocorre maior pressão sobre os recursos existentes, afetando a capacidade de suporte dos ambientes impactados e aumentando o risco de extinção de espécies da flora e da fauna.

A Ecologia da Paisagem aborda o estudo de padrões da paisagem, as interações entre as suas unidades (fragmentos) dentro de um mosaico de paisagens, e como esses padrões e interações mudam durante o tempo, baseando-se na visão geográfica (relações espaciais) e ecológica (relações funcionais) desses fragmentos.

As métricas ambientais, com auxílio das ferramentas de SIG, vêm ajudando a compreender a estrutura complexa da paisagem e a forma como esta influencia determinadas relações ecológicas.

Neste capítulo, o tipo de métrica utilizada analisa a estrutura horizontal da paisagem, com o objetivo de caracterizar o padrão espacial de fragmentação e as relações entre indivíduos. São analisados 2 (dois) cenários de fragmentação, aonde o primeiro considera o estado atual da cobertura florestal da APA e o segundo um cenário hipotético, que considera as APPs totalmente preservadas. Estes desenhos possibilitam a efetuação de análises que venham a contribuir, dessa forma para a proposição de estratégias viáveis para a conservação e recuperação de ecossistemas na APA. A análise da fragmentação levou em consideração as porções do terreno que

legalmente estão fora da APA, mas que são imprescindíveis em termos de conectividade, como por exemplo a REBIO de Poço das Antas, localizada no centro da APA.

7.2 MATERIAIS E MÉTODOS

As métricas selecionadas, para as análises no presente capítulo foram: área total; número de fragmentos; tamanho máximo e médio dos fragmentos, aonde este último corresponde ao valor médio em área de todos os polígonos existentes na paisagem; forma do fragmento ou índice de circularidade, obtido através da relação área/perímetro, no qual quanto mais circular for um fragmento, menor será o efeito de borda.

Os valores correspondentes à área total, número de fragmentos, tamanho mínimo, médio e máximo são obtidos diretamente pelo módulo estatística associado ao banco de dados no ArcGIS.

Para o cálculo do índice de circularidade adotou-se o modelo proposto por Miller (apud CHRISTOFOLETTI, 1974), definido pela fórmula:

$$IC = 12,57 * A / P^2$$

Onde:

IC = índice de circularidade < 1

A = área do fragmento

P = perímetro do fragmento

Nesta análise da fragmentação foram utilizados os seguintes dados e ferramentas:

- O mapa de uso e cobertura apresentado no capítulo 5;
- O mapa das APPs que foi gerado no capítulo 6 e;
- O Sistema de Informações Geográficas - ArcGIS 9.2.

A partir do mapa de uso e cobertura da terra foram extraídos todos os fragmentos de floresta com mais de 1ha para a análise da fragmentação do estado atual da APA do Rio São João/Mico Leão Dourado. A primeira observação feita foi com relação à distribuição da frequência do tamanho dos fragmentos, que foram agrupados em intervalos de áreas em hectares. Os intervalos adotados foram: menor que 10 ha 10-100 ha 100-200 ha 200-300 ha 300-400 ha e maior que 400 ha.

Um segundo cenário hipotético foi projetado considerando a situação atual da cobertura florestal na APA acrescida de uma condição ideal de total preservação das APPs. Os resultados para os dois cenários foram comparados e são discutidos a seguir.

7.3 RESULTADOS

Os gráficos 7.1 e 7.2, a seguir, apresentam a distribuição de fragmentos e de percentual de floresta por classe de valores de área, respectivamente, para os dois cenários propostos. Ainda como resultado desta análise têm-se os mapas apresentados nas figuras 7.1 e 7.2 (vide anexo 11 e 12), que mostram a distribuição dos fragmentos classificados pelas mesmas faixas de áreas, tanto para o cenário atual quanto para o hipotético.

A observação dos resultados encontrados permite a seguinte leitura sobre a APA:

- para o cenário atual percebe-se um elevado número de fragmentos pequenos, com menos de 100 ha (390 menores que 10ha e 209 na faixa entre 10-100ha). Apesar deste número indicar, num primeiro momento, uma alta fragmentação, pode-se verificar pelo gráfico 7.2 que estes mesmos fragmentos são responsáveis apenas por uma pequena parcela da cobertura florestal da APA (11,27%).

- Outro dado relevante com relação a estes pequenos fragmentos é a sua concentração nos compartimentos de relevo referentes à baixada, o que reforça a hipótese de maior fragmentação nestas áreas além da importância do relevo como um agente que favorece à conservação.
- Por outro lado, a análise dos gráficos também apresenta um pequeno número de fragmentos relacionados às áreas superiores a 400ha (11 no total). Apesar deste baixo número, estes poucos fragmentos concentram mais de 82% da cobertura florestal na APA, atenuando bastante a primeira impressão dada pela distribuição dos valores absolutos de totais de fragmentos por faixa de área.
- Se considerarmos agora a distribuição encontrada para o cenário hipotético, vemos que apesar de não se observar nenhuma inversão na distribuição entre faixas, há uma mudança significativa entre as proporções obtidas por faixa. O aumento da conectividade dos fragmentos, obtido pela inclusão das APPs, minimiza o efeito da fragmentação, diminuindo o total de fragmentos de 637 para 363.
- Uma leitura sobre o gráfico 7.2 aponta ainda uma redução de percentual de floresta por faixa de área, exceto para a maior classe (mais de 400ha), que amplia mais de 10%, o que é um ótimo indicador de melhora da conectividade da paisagem

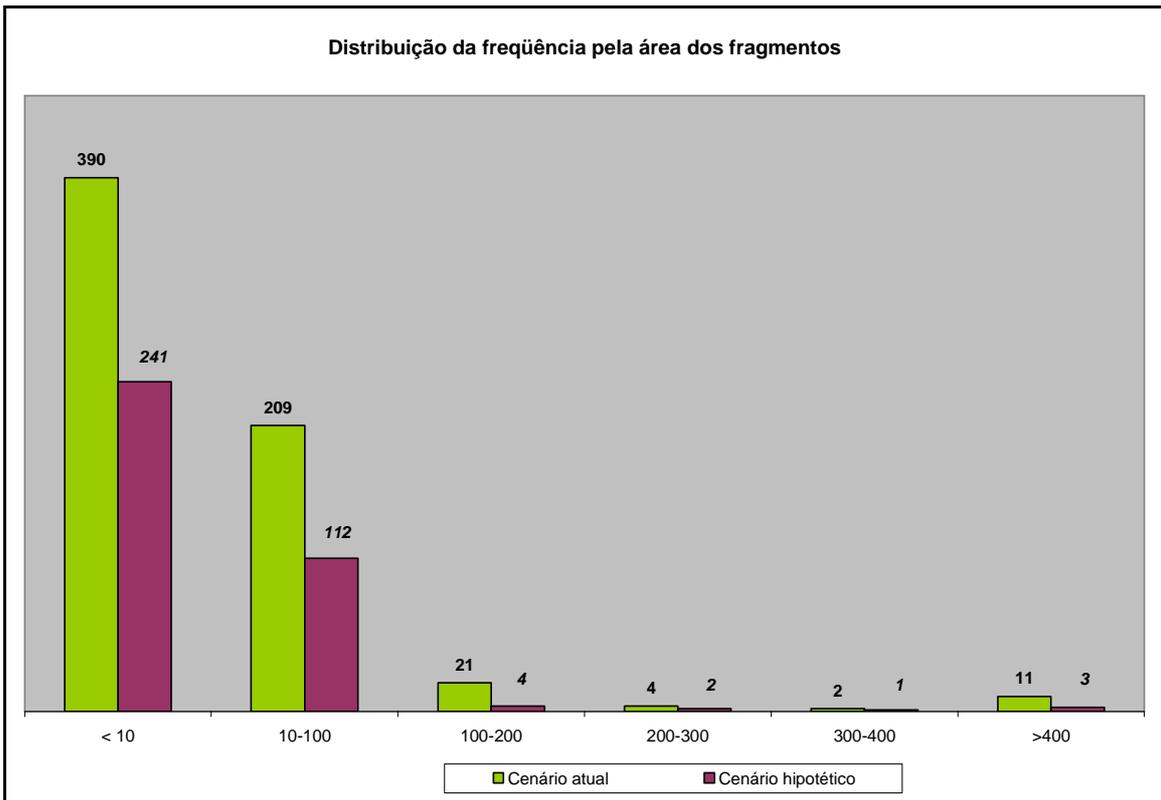


Gráfico 7.1. Distribuição da frequência de fragmentos florestais na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado, para os dois cenários propostos.

Fonte: Arquivo Pessoal.

- Numa comparação entre as figuras 7.1 e 7.2, é fácil perceber como a baixada é favorecida pela conectividade, principalmente pela inclusão das APPs referentes às margens dos rios. A redução de totais de fragmentos para as classes de menores áreas também é facilmente notada.

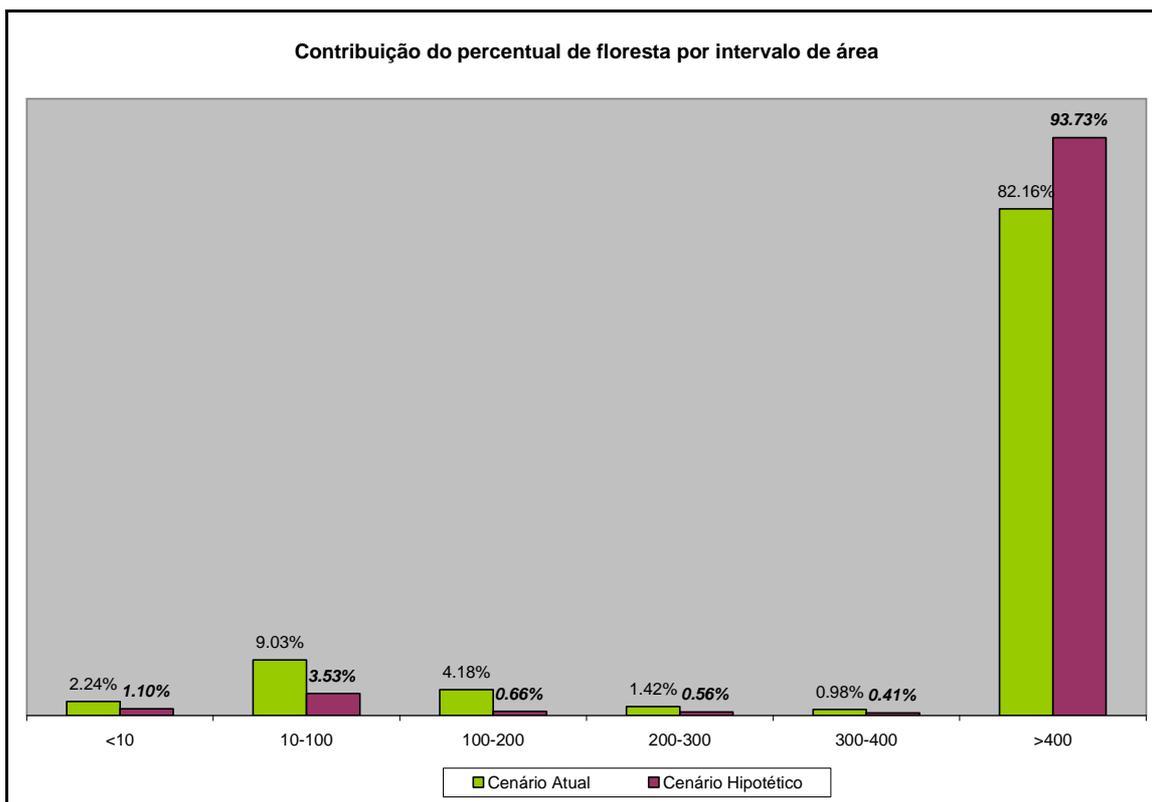


Gráfico 7.2. Contribuição de floresta por intervalo de área na APA do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado, para os dois cenários propostos.

Fonte: Arquivo Pessoal.

A tabela 7.1. apresenta as métricas de paisagem, referentes aos valores do total de fragmentos, da área total e do valor máximo de área e de tamanho médio, para os dois cenários. Numa rápida análise pode-se concluir que há um aumento tanto na área total como no maior fragmento (gráfico 7.2) e uma redução do número total de fragmentos. O que comprova que houve uma maior conectividade, já que o número de fragmentos reduz aproximadamente 43%.

Tabela 7.1. Métricas da paisagem para os dois cenários.

	1 - cenário atual	2- cenário hipotético	
Total de fragmentos_1	637	Total de fragmentos_2	363
Área_total_1	69107.29 ha	Área_total_2	82331.17 ha
Max_1	40602.44 ha	Max_2	73969.22 ha
Média_1	108.49	Média_2	226.81

Fonte: Arquivo pessoal.

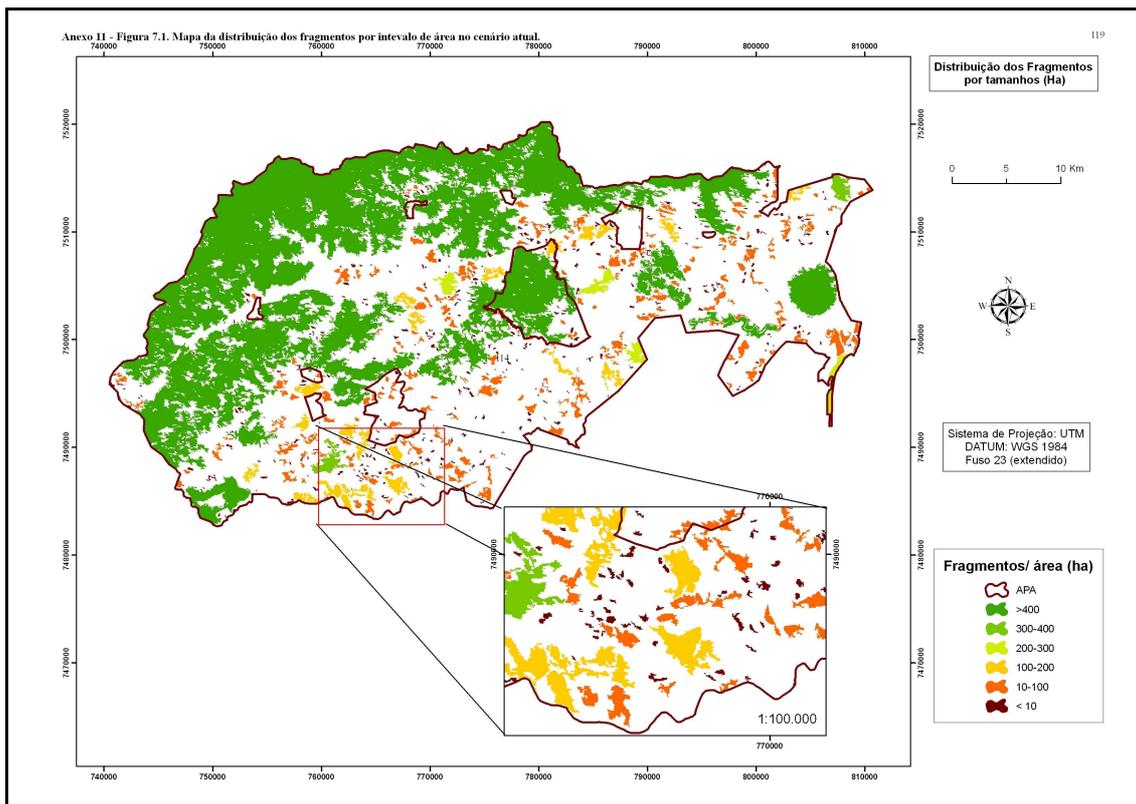


Figura 7.1. Mapa da distribuição dos fragmentos por intervalo de área no cenário atual.
Fonte: Arquivo Pessoal.

Quanto à forma dos fragmentos, a tabela 7.2 mostra os índices máximo, mínimo e médio de circularidade encontrados para os dois cenários. O índice de circularidade varia de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1, melhor a condição do fragmento, ou seja, quanto maior e mais arredondado, maior será a região de área intacta. Além da conectividade, este novo cenário garantirá um aumento na média das formas circulares, o que daria uma maior integridade aos remanescentes, diminuindo o efeito de borda.

Tabela 7.2. Forma ou Índice de Circularidade

Min_1	0.001704	Min_2	0.000365
Max_1	0.778221	Max_2	0.916089
Média_1	0.294389	Média_2	0.33982
	1 - cenário atual		2- cenário hipotético

Fonte: Arquivo Pessoal.

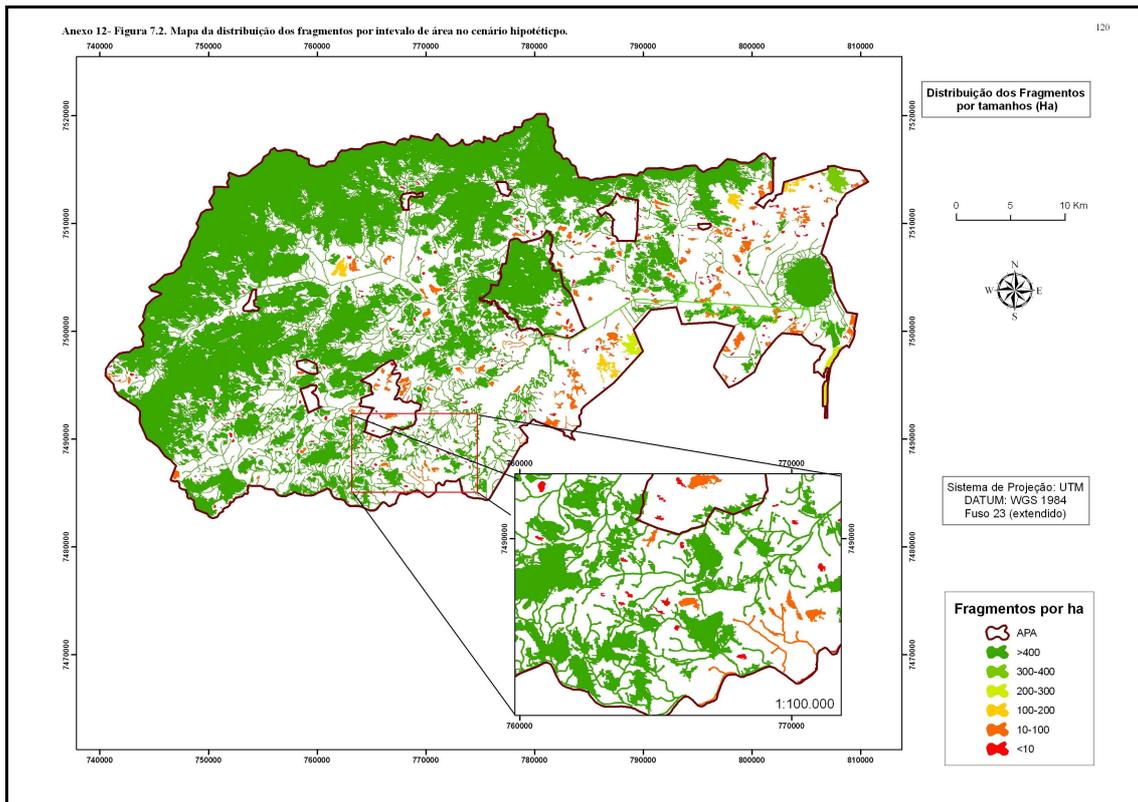


Figura 7.2. Mapa da distribuição dos fragmentos por intervalo de área no cenário hipotético.
Fonte: Arquivo Pessoal.

Entendendo conectividade como a capacidade de manter fluxos biológicos entre fragmentos florestais, a distribuição espacial dos fragmentos, suas diferentes formas e tamanhos e o grau de isolamento entre eles são fatores que condicionam a possibilidade ou não de dispersão.

As melhoras dessa conectividade entre os fragmentos e a complexidade do mosaico da paisagem ganham importância para se entender a dispersão das espécies e a manutenção da biodiversidade.

7.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que a fragmentação é um processo natural, e que na verdade ela é intensificada pelo homem (BRASIL, 2005).

A conectividade gerada pelo cenário hipotético fez com que o número de fragmentos diminuísse e, conseqüentemente, aumentasse a suposta área de floresta.

Passando de 44% da área total para aproximadamente 52%, ou seja, se todas as APPs estivessem florestadas, junto com a área existente de remanescentes não protegidos por lei, mais da metade da APA estaria ocupada por floresta. Entretanto cabe lembrar que não foram avaliadas as condições de degradação desses fragmentos, apenas a sua distribuição e relação espacial.

A reversão da fragmentação apóia-se, fundamentalmente, no reflorestamento dos segmentos que unem as bordas dos fragmentos de floresta e vegetação secundária. Esses eixos conectores são denominados corredores. Além de viabilizar a troca genética entre populações, eles possibilitam a integração dos fragmentos numa mancha contínua, aumentando a capacidade de suporte da biodiversidade regional.

As métricas mostraram que, simples estratégias de recuperação de áreas degradadas, como é caso de algumas APPs encontradas na APA, já representam um ganho significativo em termos de conservação e manutenção da biodiversidade. Além do fato que, o simples cumprimento das Leis ambientais (Lei federal N°. 4.771 e da Resolução CONAMA N° 303) garante um maior equilíbrio com relação à manutenção dos remanescentes florestais e as suas funções ambientais, como a manutenção dos corpos hídricos, controle da erosão, filtragem (zona tampão) de entrada de nutrientes no rio; preservação de espécies vegetais e animais que vivem nesses ambientes. diminui a velocidade do escoamento superficial e favorece a infiltração de água no solo através de cainhos preferenciais formados por seu sistema radicular.

8 CONCLUSÕES

Os dados gerados nesta pesquisa têm o intuito de contribuir para o diagnóstico do estado atual da APA, no que compete à cobertura florestal. Informações atualizadas e precisas constituem-se em importantes subsídios para a tomada de decisão. No presente contexto, buscou-se auxiliar a execução de ações que visem a conectividade de fragmentos, favorecendo desta forma tanto a biodiversidade como o estabelecimento de funções ecológicas na APA.

Os estudos realizados geraram resultados que possibilitam uma melhor compreensão da área. De forma geral, pôde-se concluir:

1. Quanto à metodologia

- A classificação orientada a objeto ganha destaque, pois esta técnica de mapeamento apresentou um resultado bastante eficiente e eficaz, pelo simples fato de ter reduzido bastante o processo de edição e elaboração do mapa temático. O índice de acerto obtido para as classes mapeadas foi muito elevado. Essas informações foram comprovadas nos trabalhos de campo realizados.
- Das diferentes formas de extração automática de APPs, o modelo para delimitação de topos de morros através do módulo TPI 1.3 associado ao sistema Arcview 3.x ganha maior destaque. A geração deste produto não foi simples, exigindo vários testes e ajustes. Todavia o resultado encontrado foi considerado muito produtivo, apesar de ainda necessitar de um trabalho de edição manual no momento de definição da cota de elevação correspondente a 1/3 (um terço) do topo do morro.

2. Quanto à análise dos Resultados.

- O mapa de uso e cobertura da terra possibilitou um levantamento atualizado do estado de ocupação da APA, com destaque para as 3 (três) principais classes: que são agricultura, pastagem e floresta. O cenário atual pode ser caracterizado da seguinte maneira: nas partes de relevo mais movimentado encontramos a predominância de floresta, enquanto na parte da baixada existe um predomínio das classes pastagem e agricultura. As idas a campo comprovaram esta análise. A predominância destas classes na APA pode ser sintetizada por: agricultura com 7,23% da área, pastagem com 40,8% e a floresta com 43,46%. A pastagem é a principal ameaça para as florestas e, conseqüentemente, para as APPs, principalmente as margens de rio. É inegável a importância de um mapeamento atual do uso e cobertura da terra para a fiscalização, monitoramento e conservação dos remanescentes florestais presentes em unidades de conservação e áreas de preservação permanente.

- Os resultados para os mapeamento das APPs foram bastante satisfatórios, tanto em termos de um diagnóstico com relação ao uso e cobertura associados a estas áreas, quanto na forma de contribuição metodológica para seu mapeamento. Os topos de morro - linhas de cumeada (APP-4) e as áreas de influência das drenagens (APP-1) são as APPs mais importantes na área, correspondendo a aproximadamente 95% das APPs mapeadas. Assim como a APA, as APPs também sofrem com a influência da pastagem (22,74%), apesar de ser uma área de preservação. Entretanto a floresta ainda é o maior tipo de cobertura encontrada nas APPs com aproximadamente 71%.

- Com relação à aplicação de métricas da paisagem, a conectividade gerada dado um cenário hipotético de preservação total das APPs,

fez com que o número de fragmentos diminuísse, e conseqüentemente aumentasse a suposta área de floresta. As análises utilizadas foram simples, enfocando somente a estrutura horizontal da paisagem, não levando em considerações fatores abióticos presentes (estruturas verticais). A conectividade gerada por este cenário ampliaria a troca genética entre populações, a integração dos fragmentos numa mancha contínua, além de aumentar a capacidade de suporte da biodiversidade regional. As métricas mostraram que a aplicação de simples estratégias de recuperação de áreas degradadas, como é caso de algumas APPs encontradas na APA, já representam um ganho significativo em termos de conservação e manutenção da biodiversidade.

3. Sugestões de continuidade

- Apesar da técnica de classificação orientada a objeto aplicada nesta pesquisa ter apresentado um resultado bastante significativo, não esgota as possibilidades de investimentos em outros modelos de classificação A, a busca de novas e mais potentes metodologias que permitam a geração de uma classificação mais detalhada, principalmente para a diferenciação de estados sucessionais da para floresta, ou até mesmo de seu estado de degradação. Existe ainda a possibilidade dessa mesma classificação ser aplicada a outros produtos de SR, com outros tipos de resoluções espaciais, espectrais e/ou radiométricas.

- O módulo TPI do Arcview permitiu a produção de um mapa das formas de relevo, que foi utilizado na classificação das APPs de topo de morro. Porém a técnica aplicada carrega uma alta carga de subjetividade com relação a análise dos raios utilizados na extração dessas formas, ficando aqui a sugestão de que se estude melhor esta ferramenta, contribuindo para um maior conhecimento das relações de escala e formas de relevo e descubra se existe uma

relação com a resolução das imagens e esses raios utilizados. Outro fator importante foi que, os topos foram apenas calculados sobre superfícies projetadas, outra sugestão seria saber a relação desta quantificação sobre a superfície real.

- As métricas aplicadas nesta pesquisa foram a mais simples e só levaram em consideração a distribuição espacial dos fragmentos e não a sua condição quanto ao estado de degradação. Outros tipos de métricas mais complexas devem ser incorporadas para uma melhor descrição do padrão de fragmentação atual, criando ferramentas para o monitoramento em prol da conservação e da recuperação dos ecossistemas florestais.

9 REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL – PORTAL AMBIENTAL. Disponível em:
<http://www.ambientebrasil.com.br/>. Acesso em junho de 2006.

ARGENTO, M. S. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (Org). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro, ed. Bertrand Brasil, 1994. p 365-391.

BARROS, R. S. de **Avaliação da Altimetria de Modelos Digitais de Elevação Obtidos a Partir de Sensores Orbitais** [Rio de Janeiro], 2006 XIX, 172p.(IGEO/UFRJ), D.Sc., Geografia, 2006 Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, IGEO

BARROS, R. S. de; CRUZ, C. B. M.; REIS, R. B.; COSTA JÚNIOR, N. de A. (2005) **Avaliação do Modelo Digital de Elevação do SRTM na Ortorectificação de Imagens Landsat 7 – área de aplicação: Angra dos Reis, RJ**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE, 2005. (3997-4004). Goiânia, GO.

BARROS, R. S. de, Marini, S. S. & SOARES, S. J. - **Apostila Prática para Aquisição e Correção dos DEM do SRTM** - IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Coordenadoria de Cartografia – CCAR. 16p

BRANDON, K., (2000). Natural protected areas and biodiversity conservation. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais** Vol. 1, Campo Grande, MS, p. 1-10.

BRASIL. Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Disponível em:
<http://www.lei.adv.br/4771-65.htm>. Acesso em julho de 2007.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei Federal nº 6.938 de 1981. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/6938-81.htm> Acesso em julho de 2007.

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. **Diretrizes Para A Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica**. Brasília. Distrito Federal, 1998. 26p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: Diretrizes**

Metodológicas Para O Zoneamento Ecológico-Econômico Do Brasil. Brasília, 2001. 110 p.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Fragmentação de Ecossistemas – Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** AMÉRICA, D. & OLIVEIRA, S de. (Org) Brasília 2 ed MMA/SBF, 2005 510 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA - PROBIO (2000). **Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Mata Atlântica.** Disponível em: <http://www.bdt.org.br/workshop/mata.atlantica/BR/>. MMA Acesso em Setembro de 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA (PROBIO). **Mapeamento da Cobertura Vegetal do Bioma Mata Atlântica, ano base 2002.** Convênio UFRJ / IESB / UFF. Projeto Integrado para Mapeamento da Cobertura Vegetal do Brasil na escala 1:250.000. 2006.

CAMPOS, M. A. **A Padrão E Dinâmica De Floresta Tropical, Através De Classificação Orientada A Objeto E Da Análise Da Paisagem Com Imagens Landsat.** Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo, 1974, ed. Edgard Blucher Ltda e EDUSP. 149 p.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CILSJ). Disponível em: <http://www.lagossaojoao.org.br/index-cilsj.html>. Acesso em junho de 2007.

CORRÊA, R. L. **Trajetórias Geográficas.** Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1997. 302p.

COUTO, P. Análise factorial aplicada a métrica da paisagem definidas em Fragstats. In: **Associação Portuguesa de Investigação Operacional.** Lisboa, vol. 24, p. 109-137, 2004.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, UNICAMP, 1992. 170 p.

CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S.; SEABRA, V. S.; REIS, R. B.; FABER, O. A.; RICHTER, M.; ARNAUT, P. K. E. & ARAÚJO, M. Classificação Orientada A Objetos No Mapeamento Dos Remanescentes Da Cobertura Vegetal Do Bioma Mata Atlântica, Na Escala 1:250.000. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, 2007a. INPE, p. 5691-5698. 2007a.

CRUZ, C. B. M.; REIS, R. B.; CARDOSO, P. V. & VICENS, R. S. Influência do relevo na análise quantitativa dos remanescentes florestais da bacia do Rio São João. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia**, Rio de Janeiro, 2007b.

CUNHA, S. B. Impactos Das Obras De Engenharia Na Dinâmica Do Canal E Planície De Inundação Do Rio São João - RJ - Brasil. In: V SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS-IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995. **Anais do V Simpósio Luso Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos-IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Vol. 4, p.110-121.

DEFINIENS, **eCognition: user guide 3**. 2004. 480 p. Disponível em: <http://www.definiens-imaging.com/down/ecognition>. Acesso em setembro de 2005.

FARIA, H. H. Procedimento para medir a efetividade de manejo de áreas silvestres protegidas. **Revista do Instituto Florestal**, Instituto Florestal. São Paulo, vol. 7, nº 1, p.35-55. 1995.

FARIA, H. H. Avaliação da Efetividade do Manejo de Unidades de Conservação: Como proceder?. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, Curitiba, 1998. **Anais do I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**. Vol. I, p. 478-499.

FERRAZ, S.F.B. & VETTORAZZI, C.A., **Identificação De Áreas Para Recomposição Florestal Com Base Em Princípios De Ecologia De Paisagem**. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.575-583, 2003.

FIDALGO, E. C. C.; UZEDA, M. C.; BERGALLO, H. de G. & CASTRO da COSTA, T. C. Remanescentes da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro: distribuição dos fragmentos e possibilidades de conexão. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

SENSORIAMENTO REMOTO, Florianópolis, 2007. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE, p. 3885-3892.

FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. **Landscape ecology**. New York, J. Wiley, 1986. 620p.

FUSHITA, A. T.; ARAÚJO, R. T.; PIRES, J. S. R. & SANTOS J. E. dos. Dinâmica da Vegetação Natural e das Áreas de Preservação Permanente em Função das Ações Desenvolvimentista na paisagem. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis, 2007. INPE, p. 3937-3944.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO. 2007a. **Estudo Socioeconômico 2007 Araruama**. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br/main.asp?View={3E2EC6C4-7885-4703-BF6D-A590430CFD4D}¶ms=pMunicipio=2>. Acesso em junho de 2007.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO. 2007b. **Estudo Socioeconômico 2007 Cabo Frio**. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br/main.asp?View={3E2EC6C4-7885-4703-BF6D-A590430CFD4D}¶ms=pMunicipio=8>. Acesso em junho de 2007.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO. 2007c. **Estudo Socioeconômico 2007 Cachoeiras de Macacu**. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br/main.asp?View={3E2EC6C4-7885-4703-BF6D-A590430CFD4D}¶ms=pMunicipio=9>. Acesso em junho de 2007.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO. 2007d. **Estudo Socioeconômico 2007 Casimiro de Abreu**. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br/main.asp?View={3E2EC6C4-7885-4703-BF6D-A590430CFD4D}¶ms=pMunicipio=14>. Acesso em junho de 2007.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO. 2007e. **Estudo Socioeconômico 2007 Rio das Ostras**. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br/main.asp?View={3E2EC6C4-7885-4703-BF6D-A590430CFD4D}¶ms=pMunicipio=81>. Acesso em junho de 2007.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO. 2007fg. **Estudo Socioeconômico 2007 Rio Bonito**. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br/main.asp?View={3E2EC6C4-7885-4703-BF6D-A590430CFD4D}¶ms=pMunicipio=45>. Acesso em junho de 2007.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA GERAL DE PLANEJAMENTO. 2007fg. **Estudo Socioeconômico 2007 Silva Jardim**. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br/main.asp?View={3E2EC6C4-7885-4703-BF6D-A590430CFD4D}¶ms=pMunicipio=58>. Acesso em: junho de 2007.

GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 1997.

HOTT, M.C, GUIMARÃES, M. MIRANDA, E. E. Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia, 2005. INPE, p. 3061-3068.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de uso da Terra**. Rio de Janeiro, 2ª edição, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Ecosistemas Brasileiros: Mata Atlântica**. http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/mata_atlantica.htm. Acesso em agosto de 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Tutorial do SPRING**. 2006.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL- ISA. Disponível em: http://www.mataatlantica.org.br/home_html. Acesso em outubro de 2006.

JENNESS, J. **Topographic Position Index**. 2006. Disponível em: <http://www.jennessent.com>. Acesso em março de 2008.

LAUSCH, A. & HERZOG, F. 2002. **Applicability Of Landscape Metrics For Monitoring Of Landscape Change: Issues Of Scale, Resolution And Interpretability**. *Ecological indicators*. 2ª edição. p. 3-15.

LACOSTE, Y. **A Geografia serve, em primeiro lugar para fazer a guerra.** Campinas, EDITORA, 1988. 6 Ed 2002.

McGARIGAL, K. & MARKS, B. J. **Fragstas: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure.** Corvallis; Oregon State University, 1994. 67p.

METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. In: **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 71(3-1), p. 445-463. São Paulo, 1999.

METZGER, J.P. Relationships Between Landscapes Structure And Tree Species Diversity. In: TROPICAL FORESTS OF SOUTH-EAST BRAZIL. **Landscape and Urban Planning**. n. 37, p. 29-35, 2001.

MILANO, M. S. (1997) Planejamento de Unidades de Conservação: Um Meio e Não Um Fim In: **Anais do I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**, Curitiba, PR. Vol I, 150-165p.

MORAES NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações.** São Paulo, Blücher, 1992. 2ª edição. 480p.

MOREIRA, A. A.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, J. C.; SILVA, E. & RIBEIRO, C. A. A. S. Determinação de Áreas de Preservação Permanente em uma Micro Bacia Hidrográfica a partir de fotografias aéreas de Pequeno Formato. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Belo Horizonte, 2003. **Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** INPE, p. 1381-1389.

NASCIMENTO, M. C. do; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. Á. S. & SILVA, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Goiânia, 2005. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** INPE, p. 2289-2296.

NÓBREGA, R. A. A.; SANTOS, C. & CINTRA, J. P. Comparação Quantitativa E Qualitativa Entre O Modelo Digital Gerado Pelo SRTM E Por Aerofotogrametria. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Goiânia, 2005. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** INPE, p. 4437-4444.

NOSS, R. F. Assessing And Monitoring Forest Biodiversity: A Suggested Framework And Indicators. In: **Forest Ecology and Management**. vol. 115, p. 135-146.1999.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**. Curitiba, v. 2, n. 1, p.77-99, jan./jun. 2007. Disponível em: www.ser.ufpr.br/geografar. Acesso em julho de 2007.

OLIVEIRA, F. S. de; SOARES, V. P.; PEZZOPANE, J. E. M.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; LIMA, G. S. & OLIVEIRA, A. M. S. Diagnósticos dos fragmentos florestais e das áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, no Estado de Minas Gerais. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, 2007. INPE, p. 2947-2954.

PINCINATO F L. **Sensoriamento Remoto e SIG na análise da viabilidade de recuperação de áreas de preservação permanente irregulares em São Sebastião – SP** In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia, 2005. INPE, p. 2323-2330.

PINHO, C. M. D.de; **Análise orientada a objetos de imagens de satélite de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos – SP**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos, 2005.

RIBEIRO, C. A. A. S; SOARES, P.V; OLIVEIRA, A. M. S; & GLERIANI, J. M. **O Desafio da Delimitação de Áreas de Preservação permanente**. In: **Revista Árvore**, Sociedade de Investigações Florestais. Viçosa, vol. 29, n. 2, p.203-212, 2005.

RUIZ-JEAN, M.C E AIDE, M. Restoration Succes: **How Is It Being Measured?** **Restoration Ecology**, V. 13, N 3 P. 569-577, 2005

SANTOS, P R. **A dos Avaliação da Precisão Vertical dos Modelos SRTM em Diferentes Escalas: Um estudo de caso na Amazônia** – Dissertação, Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 116p. 2005

SERIGATTO, E. M. **Delimitação automática das áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Sepotuba-MT**. Tese de Doutorado apresentada na Universidade Federal de Viçosa 2006. 203f.

SERIGATTO, E. M.; RIBEIRO, C.A. A. S; SOARES, P.V; KER, J. C.; SILVA, E.; MARTINS S. V. & VILELA, M. de F. **Conflito de Uso da Terra nas Áreas de Preservação Permanente na Sub-bacia do Rio Queima-Pé, MT. (um estudo de caso)**. In: In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3569-3576.

SILVA, T. M. da; **A estruturação geomorfológica do planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado em Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2002.

SILVA, J. S. V. & SANTOS, R. F. Zoneamento Para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 221-263, maio/ago. 2004.

SILVEIRA, E. M. de O.; CARVALHO L. M. T. & SILVA, A. M. da; **Uso conflitivo do solo nas áreas de preservação permanente do município de Bocaina de Minas/ MG.** In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 1673-1680.

SNE, Instituto Sócio Ambiental e Rede de ONGs da Mata Atlântica (2001) **Dossiê Mata Atlântica. Brasília.** 409p.

SNUC Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000. Brasília: MMA/SBF. 32 p. 2000

SOS Mata Atlântica, 2004, **Atlas dos Remanescentes de Mata Atlântica**
www.sosmataatlantica.org

TURNER, M. G. e GARDNER, R. H. **Landscape Ecology.** New York: Springer Verlag, 1991. 320p.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. & O'NEIL, R. **Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process.** New York, Springer, 2001. 401p.

VALENTE, R. O. A. **Definição para áreas prioritárias para conservação e de preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG.** Tese de Doutorado/Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz. 2005.

VIANA, V. M. TABANEZ, A. A., BATISTA, J. L. F. 1997. **Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest. In: Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities.** Laurence, W. F. and Bierregard Jr. R. O.. The University of Chicago Press. Chicago. 351- 365 pp.

VIERA, A. M. B. **Sistema de classificação de cobertura e uso da terra: Uma abordagem em múltiplos níveis.** Tese de Doutorado em Geografia. Programa de Pós-

Graduação em Geografia – PPGG, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2005.

WATRIN, O. dos S. & VENTURIERI, A. Métricas da paisagem na avaliação da dinâmica de uso da terra em projetos de assentamentos no Sudeste Paraense. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia, 2005. INPE, p. 3433-3440.

WWF–BRASIL. **Áreas Prioritárias para Conservação, ARPA e Desmatamento na Amazônia**. III Seminário Técnico-Científico para Análise dos Dados de Desmatamento da Amazônia Legal. São José dos Campos, SP. 2006

Anexos

Anexo 1 - LEI FEDERAL N. 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965.

§ 2º - Para os efeitos deste Código, entende-se por:

II - Área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com 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.

Artigo 2º [L2]- Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a)[L3] ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

1 - de 30m (trinta metros) para os cursos de d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2 - de 50m (cinquenta metros) para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50m (cinquenta metros) de largura;

3 - de 100m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200m (duzentos metros) de largura;

4 - de 200m (duzentos metros) para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600m (seiscentos metros) de largura;

5 - de 500m (quinhentos metros) para os cursos d'água que tenham largura superior à 600m (seiscentos metros) de largura;

(Com redação dada pela Lei n. 7.803, de 18.07.89).

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

(Ver: Resolução CONAMA n. 302, de 20.03.02 referente a reservatórios artificiais).

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros) de largura;

(Com redação dada pela Lei n. 7.803, de 18.07.89).

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100m (cem metros) em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) qualquer que seja a vegetação.

Parágrafo único - No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.

(Com redação dada pela Lei n. 7.803, de 18.07.89).

Artigo 3º - Consideram-se ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atenuar a erosão das terras;
- b) a fixar as dunas;
- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público.

§ 1º [N4]- A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

Artigo 10 - Não é permitida a derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas tolerada a extração de toros quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Anexo 2 - RESOLUÇÃO CONAMA Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002.

Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
- b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de

largura;

e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

- a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
- b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, a critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Parágrafo único. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

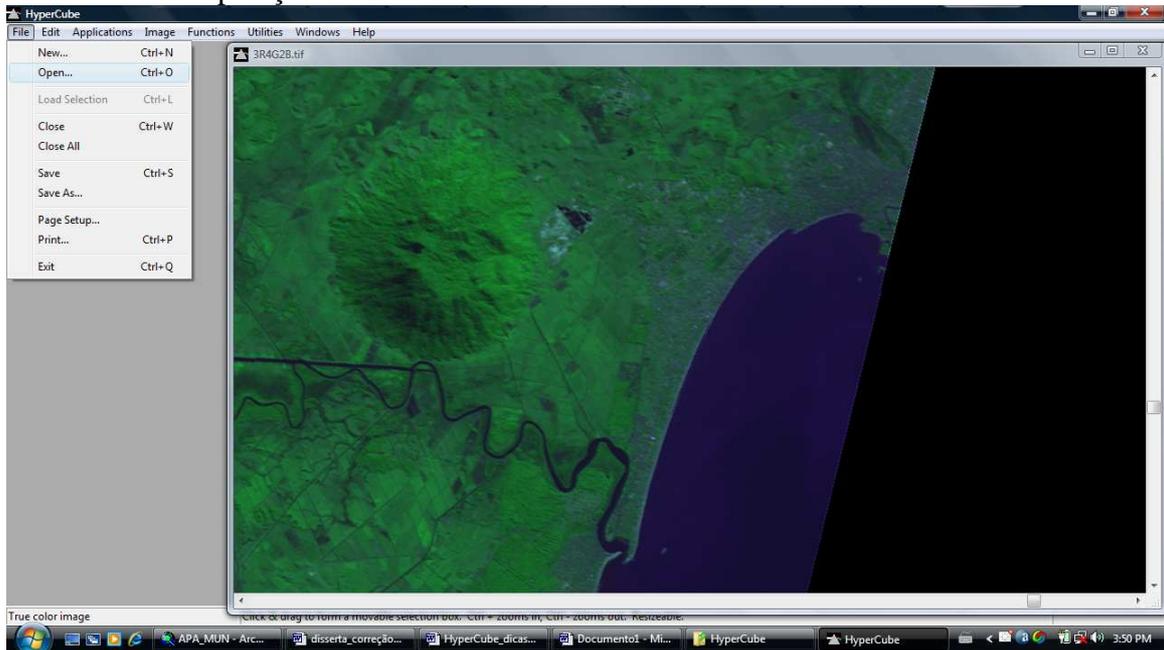
II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e;

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

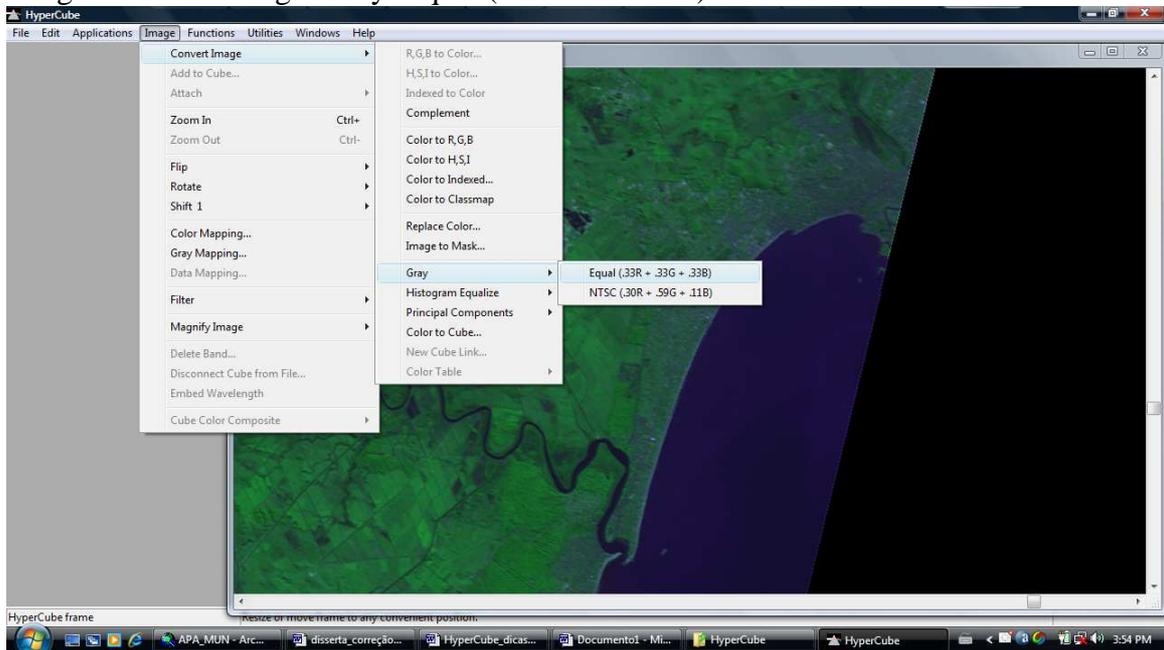
Anexo 3 – Realce da Imagem CBERS

Utiliza-se a composição RGB 342



Gerando uma banda sintética

Image/ Convert/ Image/ Gray/ Equal (33R+33G+33B)



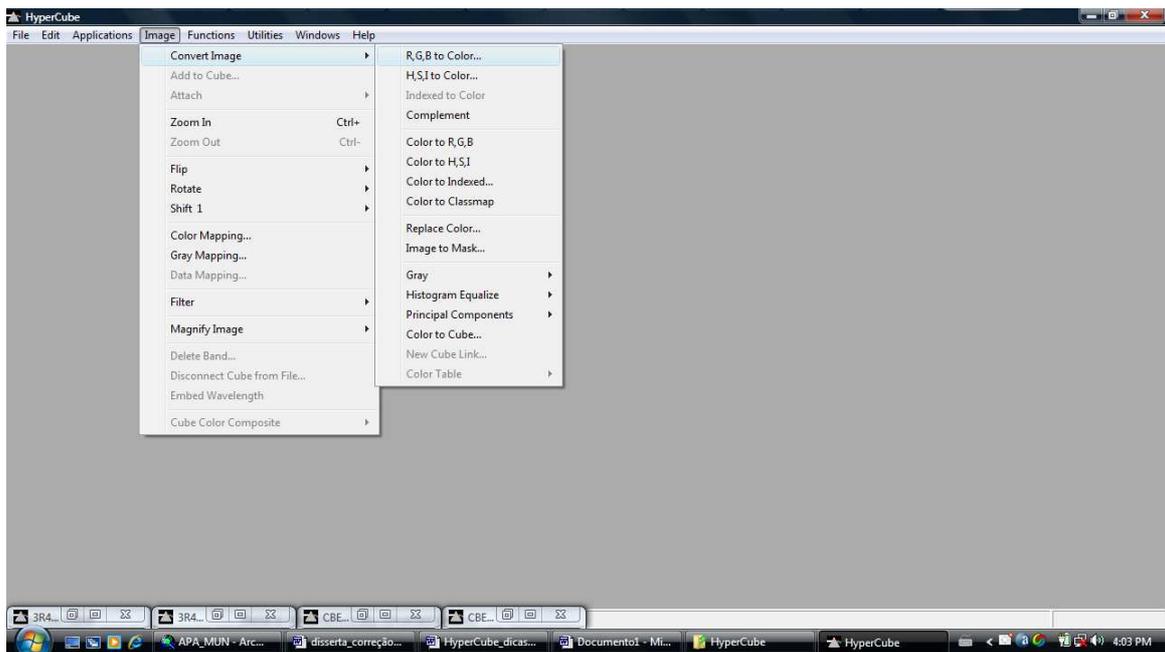
O resultado é uma banda pancromática



Montando uma nova composição colorida com a nova banda pancromática:

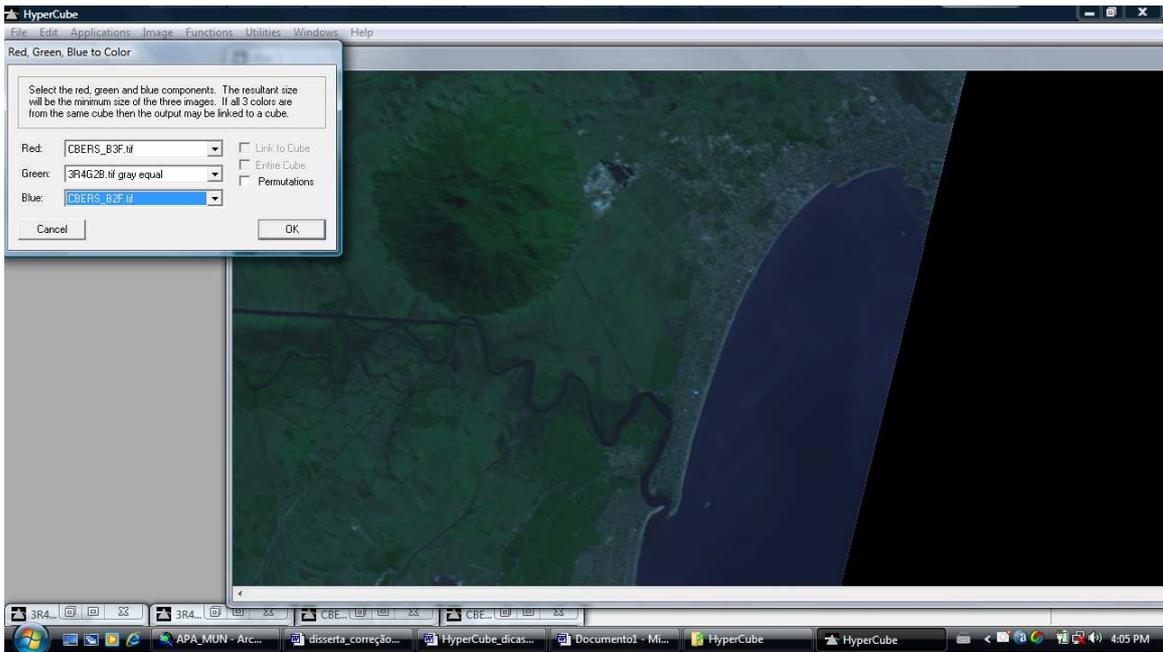
Image/ Convert/ Image/ RGB to Color

- Observação deve-se carregar as bandas 3 e 2 sepradas

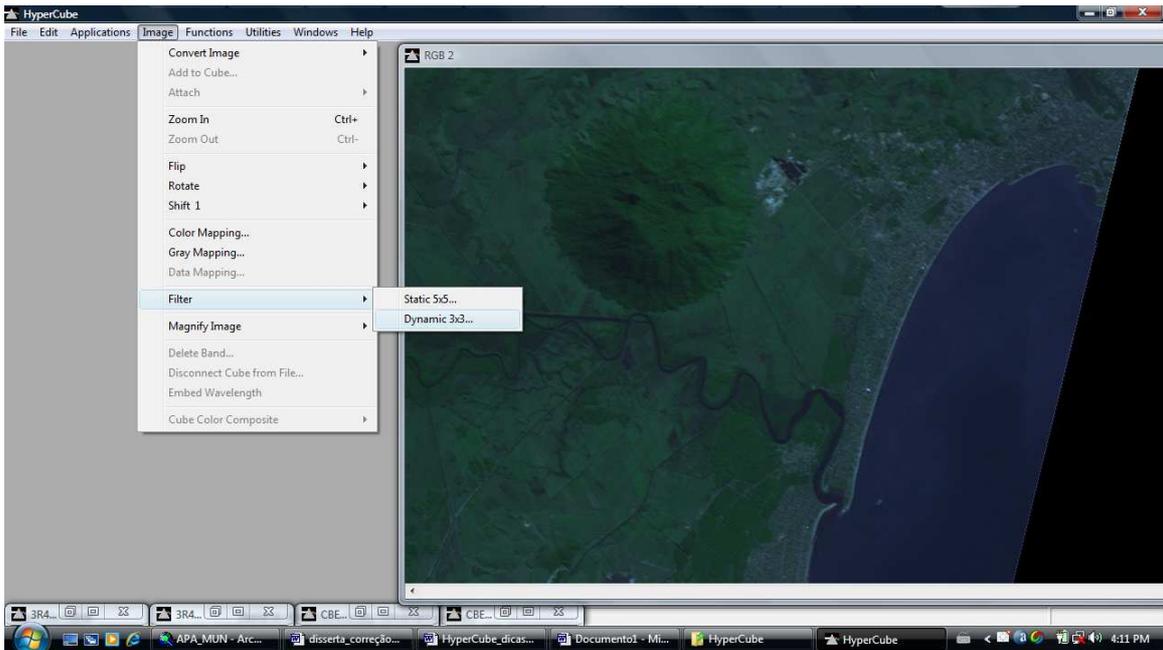


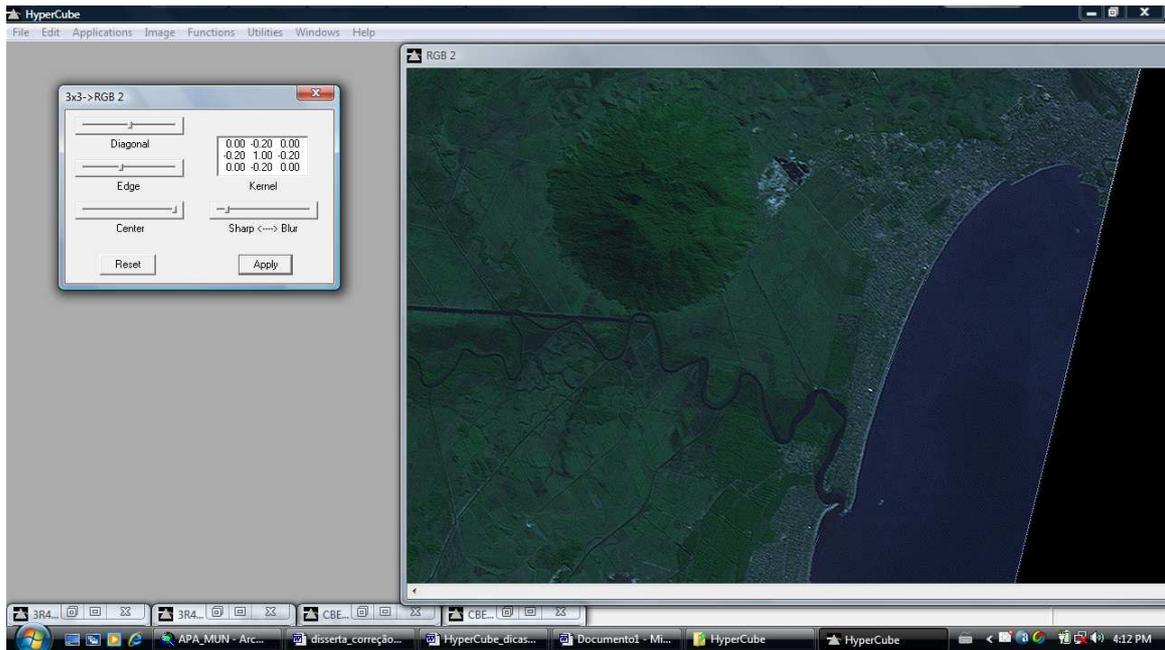
A nova composição fica:

- 3 no vermelho
- Nova pancromática no verde
- 2 no vermelho

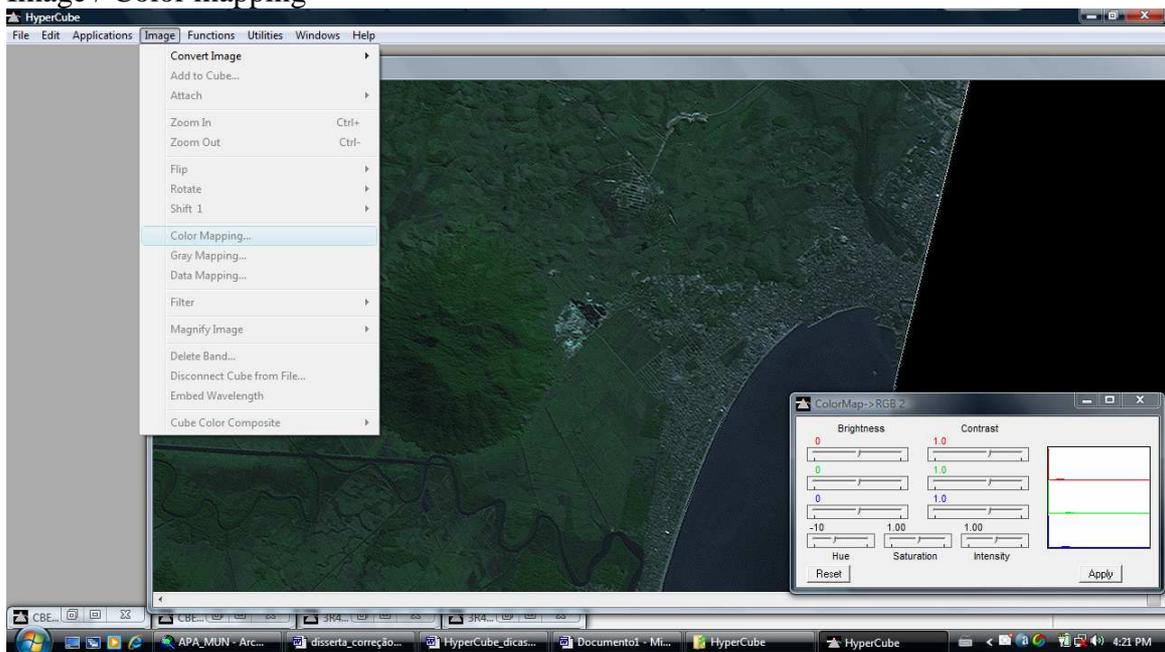


O Realce da Nova composição colorida:
Image/ Filter/ Dynamic (Sharp)



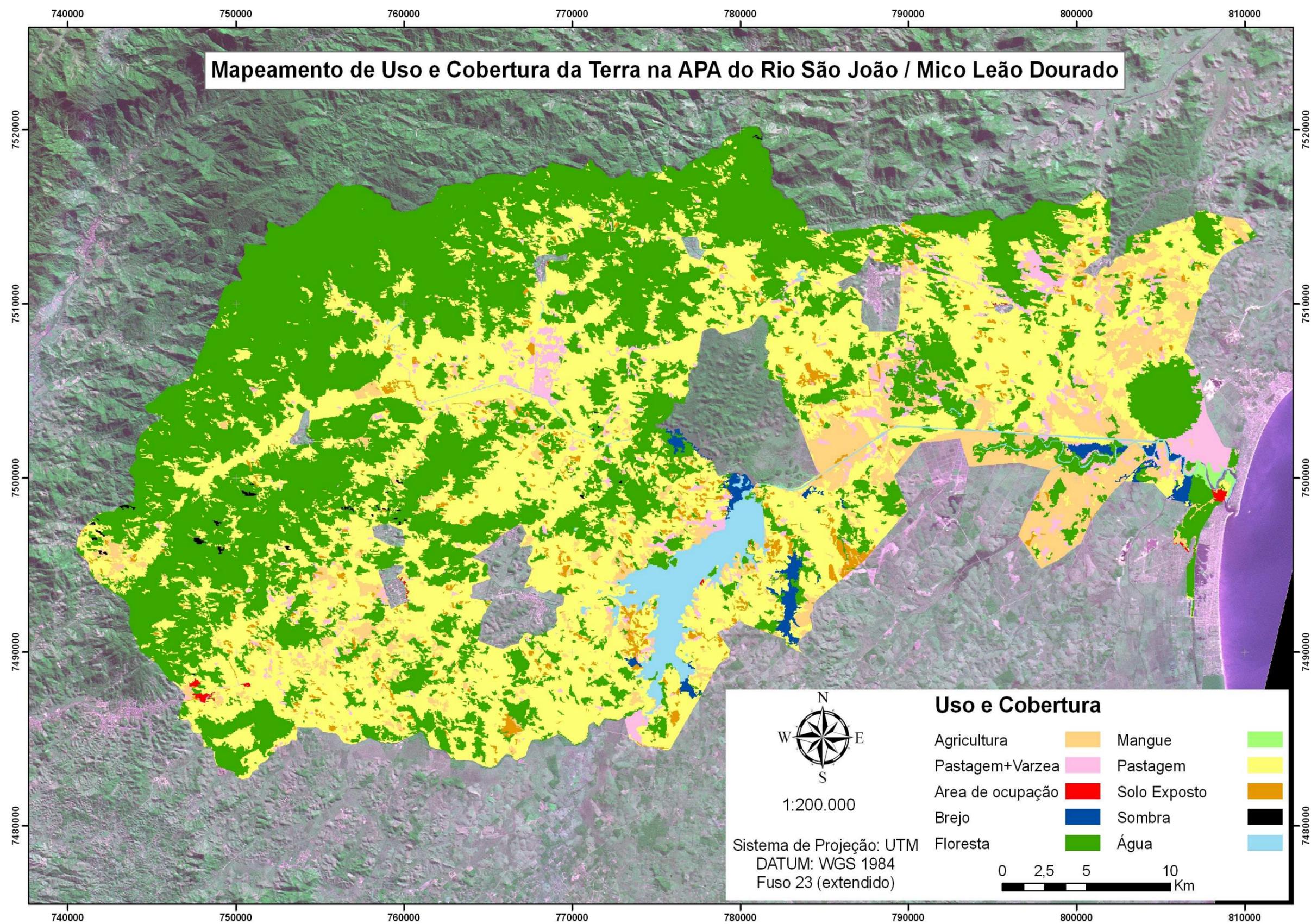


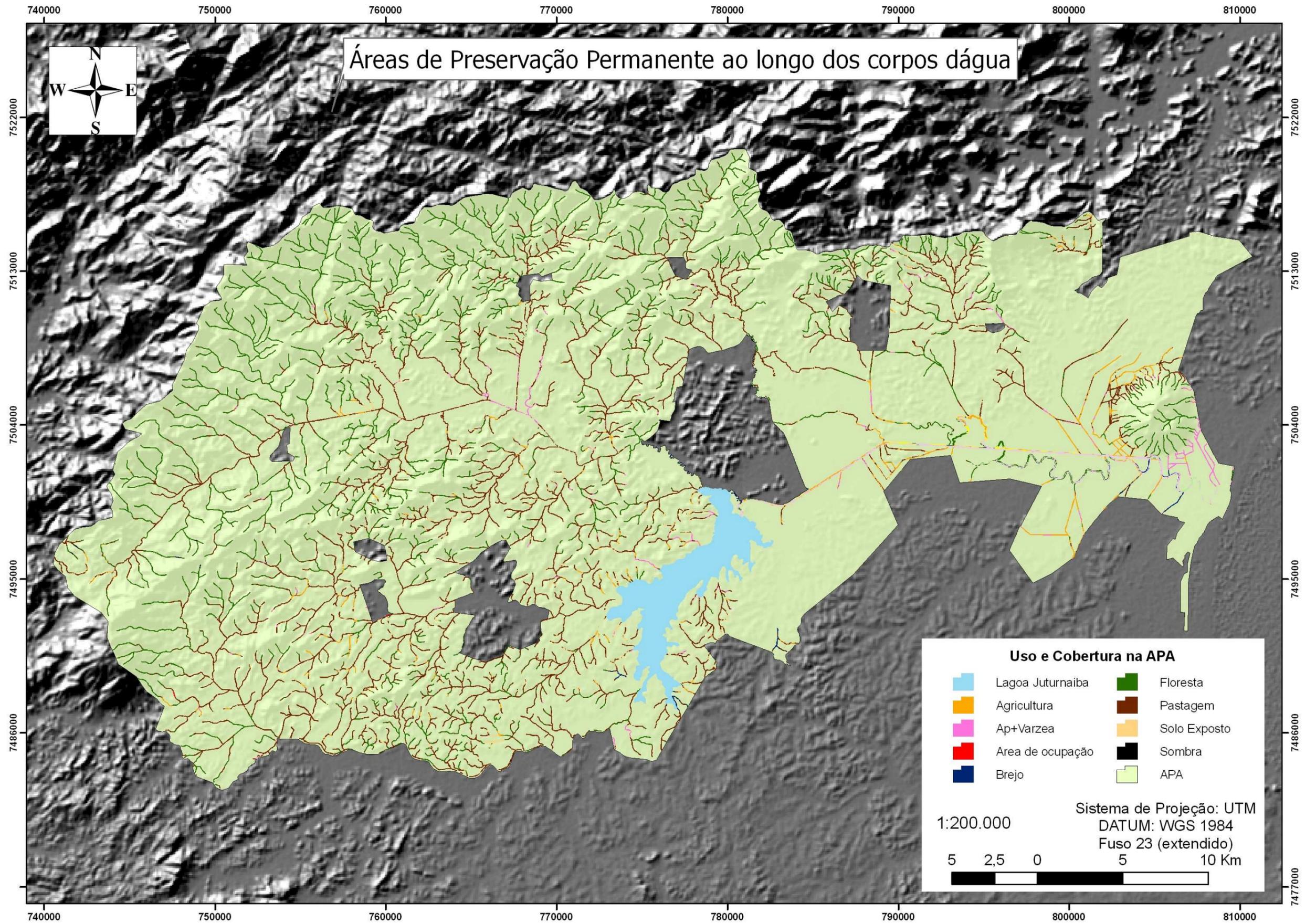
Outro Realce que pode ser aplicado:
Image / Color mapping



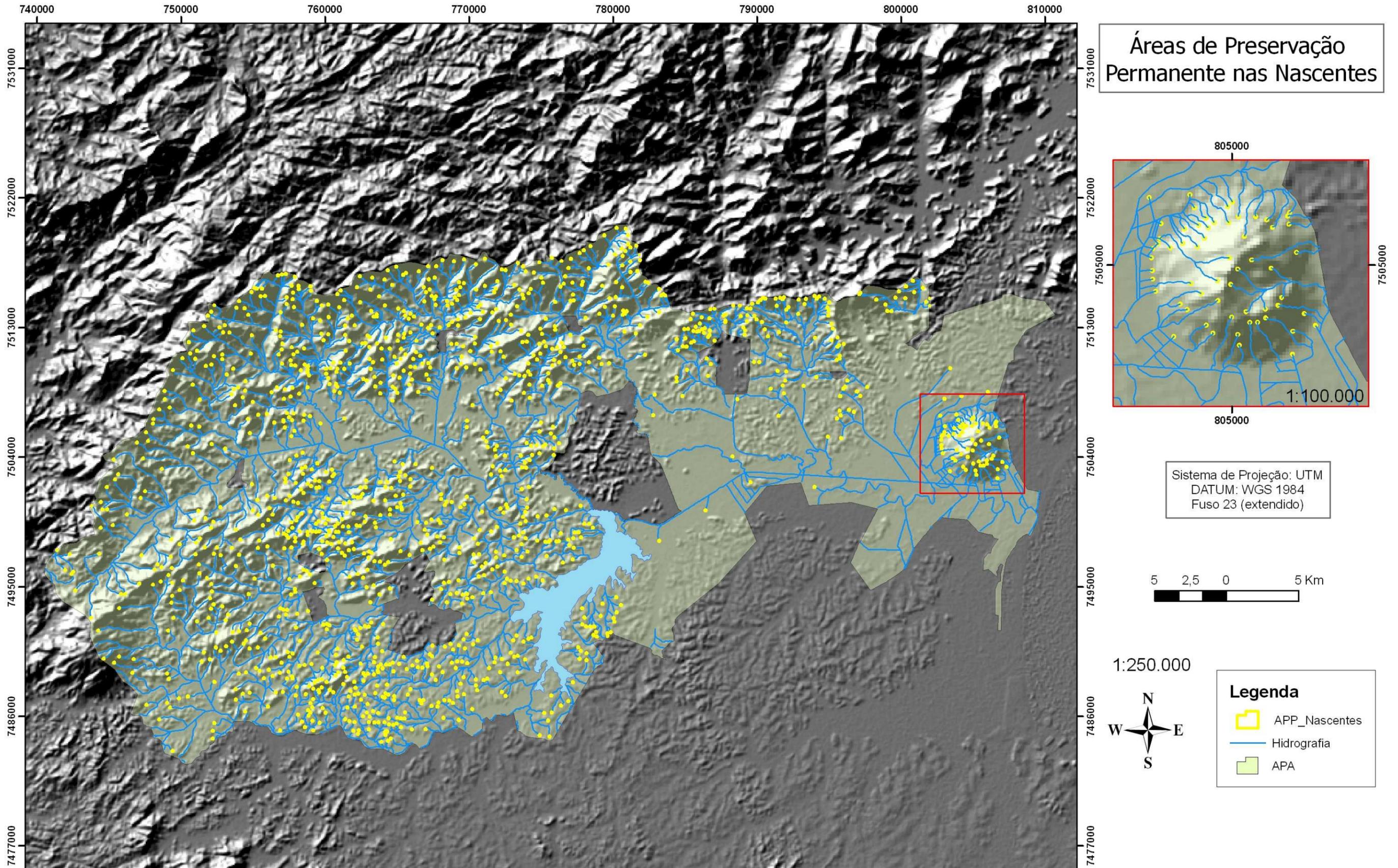
Para salvar a figura
File / save as

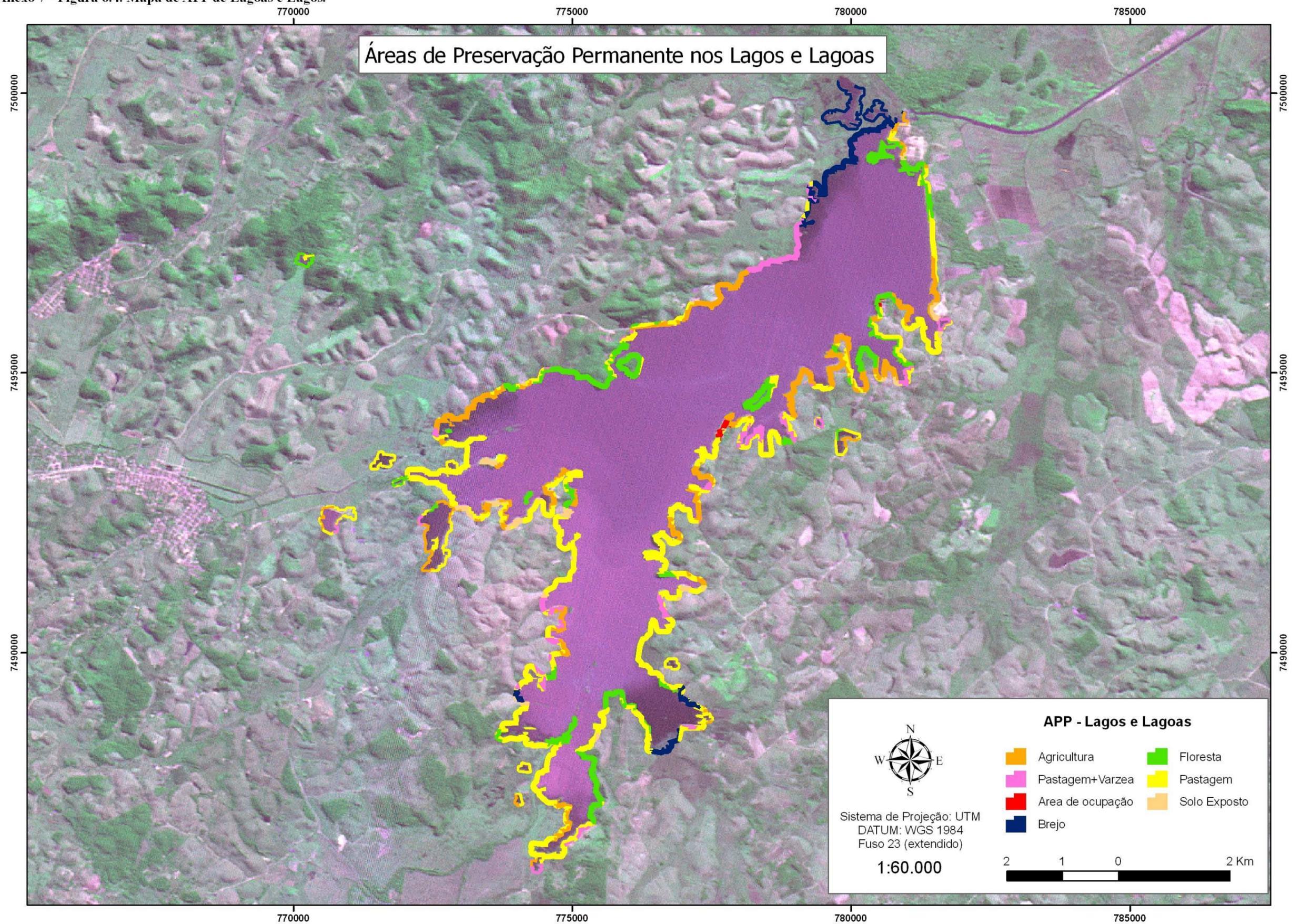
- Os arquivos não virão com a extensão, basta renomear o arquivo acrescentando sua extensão
Ex: RGB para RGB.tif

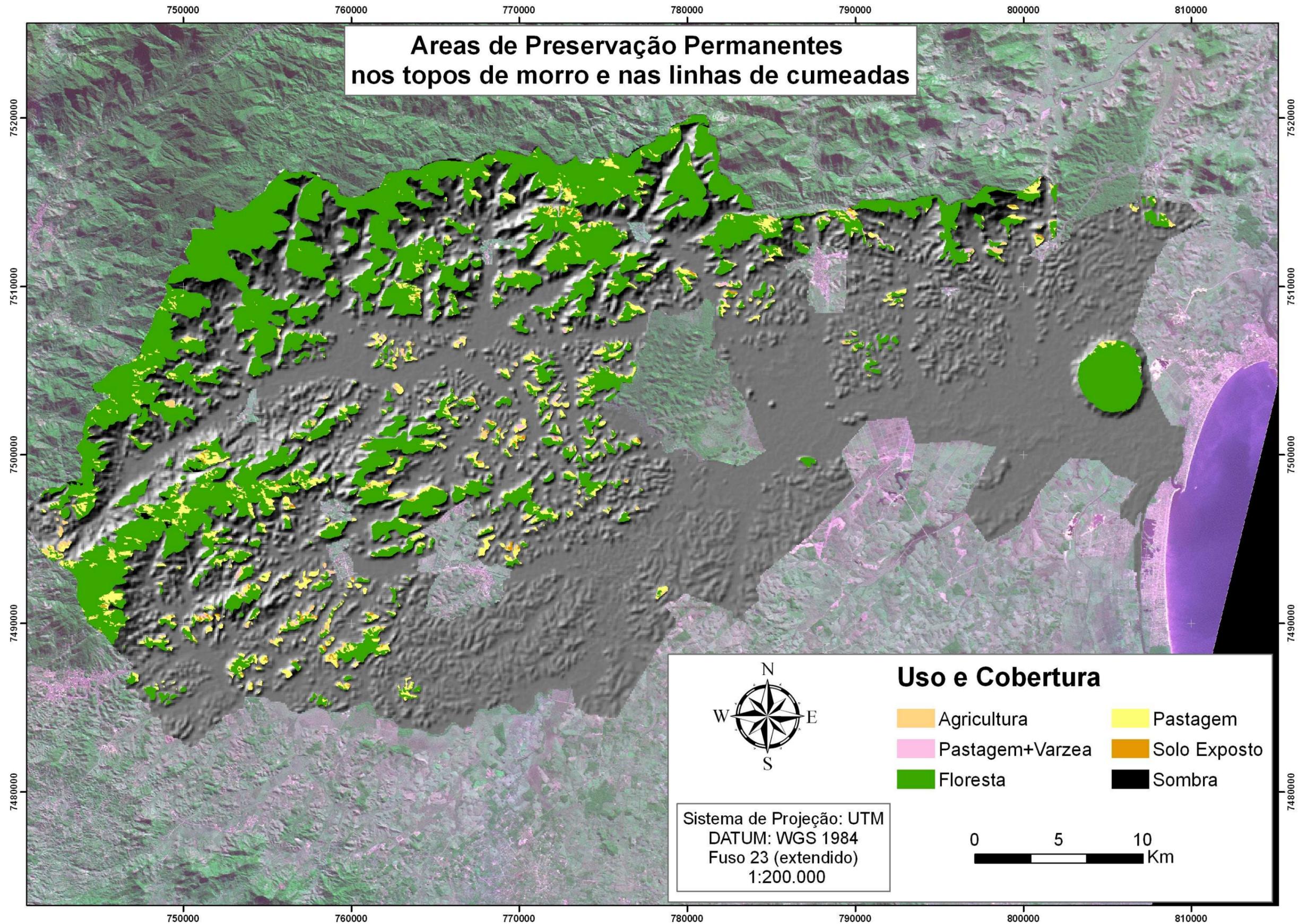




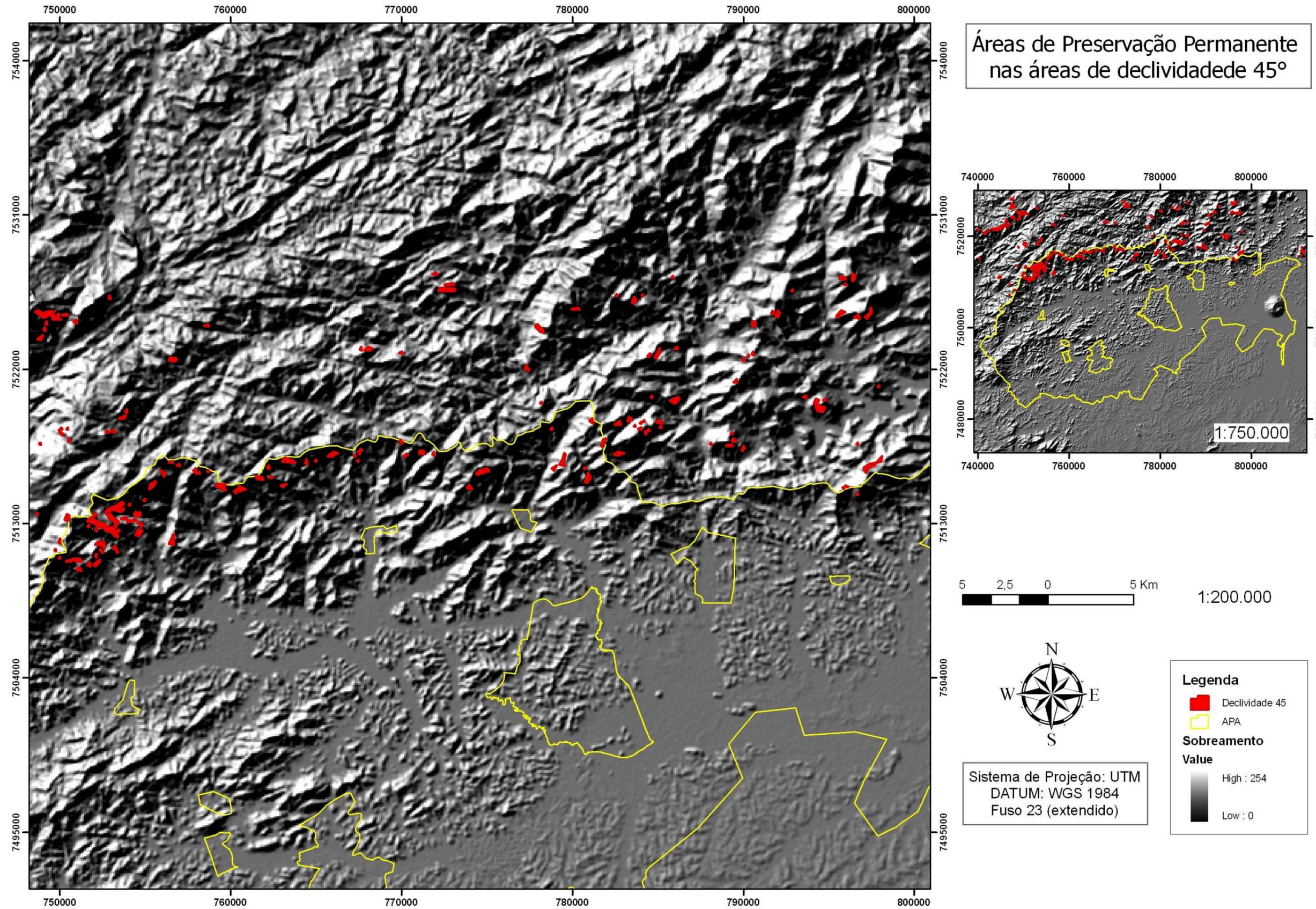
Anexo 6 - Figura 6.3: Mapa de APP das nascentes.

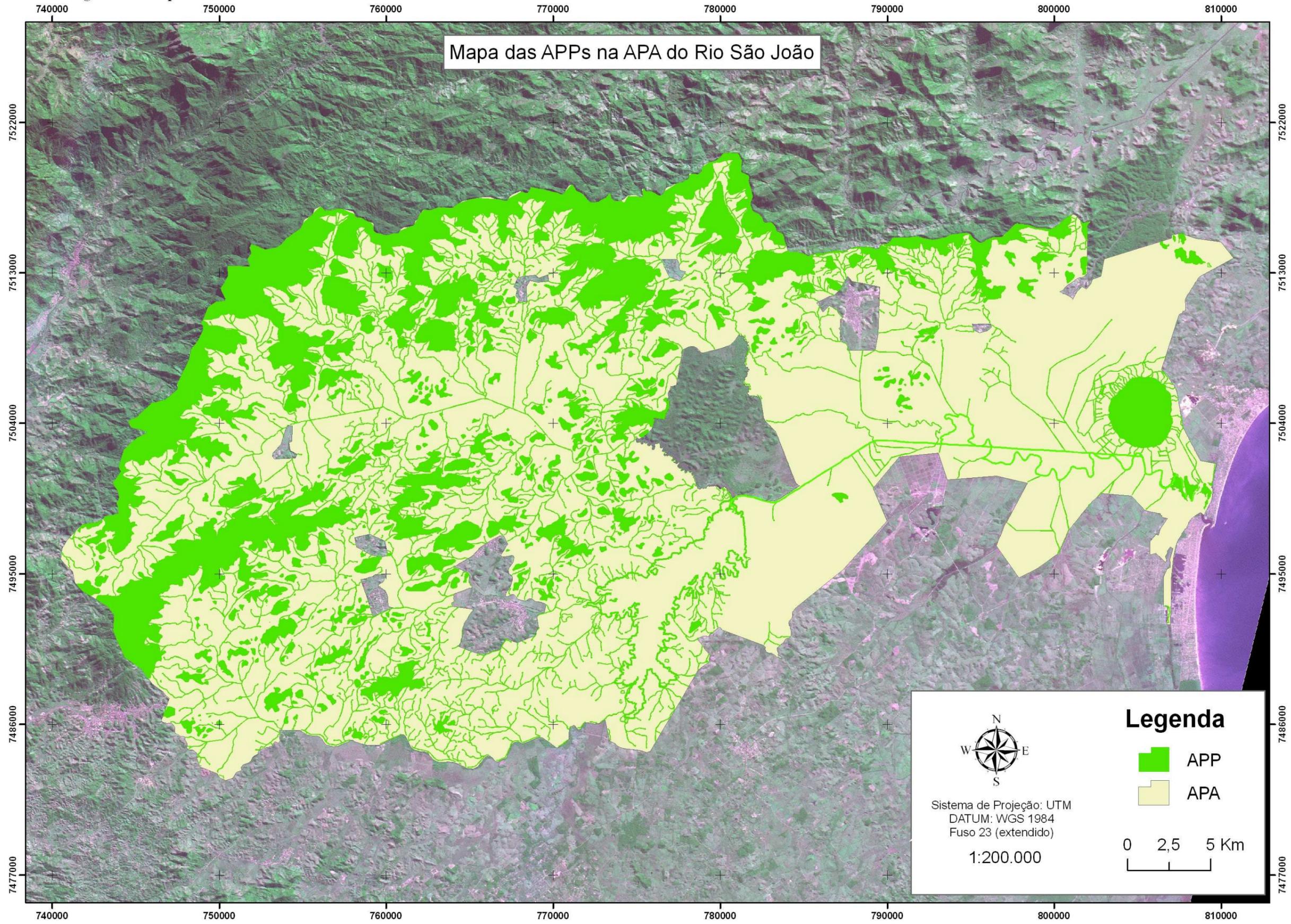




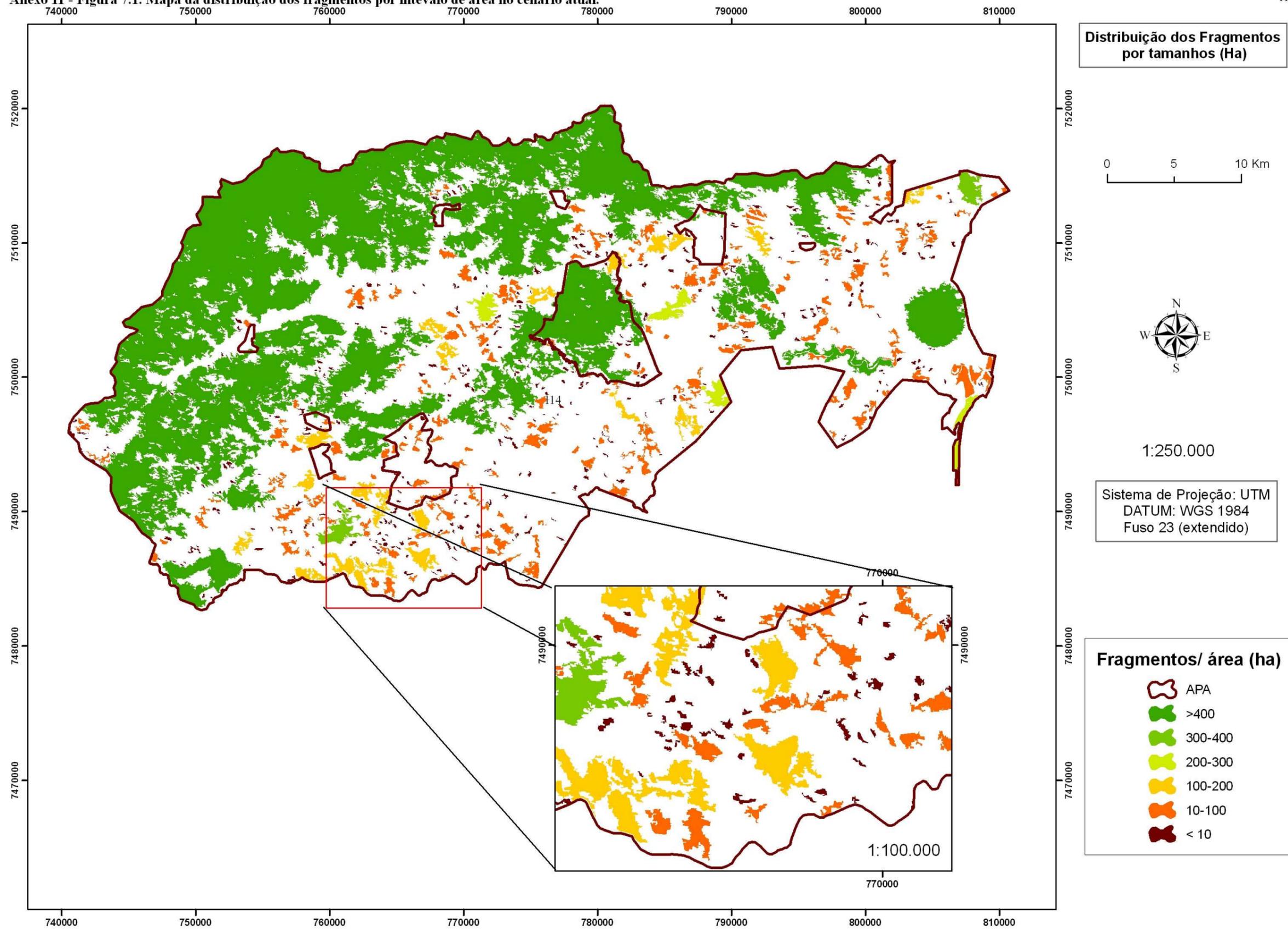


Anexo 9 - Figura 6.13. Mapa das APP com declividade acima de 45°.





Anexo 11 - Figura 7.1. Mapa da distribuição dos fragmentos por intervalo de área no cenário atual.



Anexo 12- Figura 7.2. Mapa da distribuição dos fragmentos por intervalo de área no cenário hipotético.

