

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

**DISSERTAÇÃO**

**Classificação de estágios sucessionais florestais por  
meio de imagens de alta resolução (IKONOS) no  
Parque Estadual da Pedra Branca, RJ.**

**Danielle Pereira Cintra**

**2007**



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

**CLASSIFICAÇÃO DE ESTÁGIOS SUCESSIONAIS FLORESTAIS POR  
MEIO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO (IKONOS) NO PARQUE  
ESTADUAL DA PEDRA BRANCA, RJ.**

**DANIELLE PEREIRA CINTRA**

*Sob Orientação do Professor*  
**Dr. Rogério Ribeiro de Oliveira**

*e Co-orientação do Professor*  
**Dr. Luiz Felipe Guanaes Rego**

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

Seropédica, RJ  
Agosto de 2007

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

**DANIELLE PEREIRA CINTRA**

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Rogério Ribeiro de Oliveira. Prof. Dr. PUC-Rio  
(Orientador)

---

Márcio Rocha Francelino. Prof. Dr. UFRRJ

---

Rita de Cássia Martins Montezuma. Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. PUC - Rio

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Rogério Oliveira, por sempre me lembrar que devo seguir minha formação básica, a Biologia, permitindo um olhar mais crítico sobre meu objeto de estudo e por me ajudar a enxergar as limitações da tecnologia, sempre me indicando o melhor caminho.

Ao meu co-orientador Felipe Guanaes, por me mostrar o lado prático das coisas, por me ensinar a ser mais concisa, pela visão interdisciplinar e pelos ensinamentos na área de sensoriamento remoto.

A ambos, por acreditarem na idéia do projeto, mesmo quando passamos por momentos difíceis, e por me acolherem na PUC-Rio, em seus laboratórios, permitindo o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos membros da banca por aceitarem o convite e dar sua contribuição para o aprimoramento deste estudo.

À Rita Montezuma, minha amiga, professora e atual vizinha, por todas as opiniões que me foram essenciais para realização deste trabalho.

Ao Kenny Tanizaki pelos ensinamentos iniciais sobre floresta, ainda na graduação, e por me estimular a trilhar este caminho profissional tão amplo e gratificante para mim.

Ao Prof. Marcio Francelino pela clareza com que expõe suas idéias nas aulas de Geoprocessamento, o que me ajudou a enxergar exatamente o que precisava ser feito para completar este trabalho.

Ao Prof. Lelis, coordenador da Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ, por sua disponibilidade e contribuição.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação da UFRRJ.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Aos meus amigos de laboratório na PUC-Rio, Marlene, Álvaro e Ricardo pela amizade e por me auxiliarem na compreensão do conhecimento geográfico.

Ao Prof. José Araruna e ao MSc. Patrício Pires, Engenharia Civil, PUC-Rio, pelo empréstimo do GPS e por ter me auxiliado nos trabalhos de campo e no processamento dos dados do GPS.

Ao Prof. Raul Feitosa, Engenharia Elétrica, PUC-Rio, por sua disponibilidade e contribuição, e aos MSc. Vanessa, Thiago e Maria Clara, por me auxiliarem com as questões matemáticas do sensoriamento remoto.

Às secretárias Edna (Departamento de Geografia, PUC-Rio), Daise (NIMA, PUC-Rio) e Lenice (Instituto de Florestas, UFRRJ) por estarem sempre dispostas a me auxiliar.

Ao meu marido Renza pelo estímulo, pelo apoio, pelos “puxões de orelha”, pelo carinho, atenção e disposição: de ir a campo comigo, ler e reler a dissertação, cuidar de mim e da casa, quando eu não agüentava mais, e ainda arranjar tempo de trabalhar, publicar, tomar cerveja, etc. Enfim, por me ajudar nesta fase tão importante da minha vida. Te amo muito.

À minha família querida, meu pai e meu irmão que sempre me apoiaram e que se dispuseram a ir a campo comigo, para que eu pudesse concluir esta fase. Amo vocês.

À minha querida mãe que se foi há incríveis 4 anos e meio, por me fazer chegar até aqui com sucesso. Saudades inesgotáveis. Certeza que está sempre de olho em mim, onde quer que esteja.

À Izolina, que trabalha na casa dos meus pais a tantos anos, que me viu crescer e sempre cuidou de mim como se fosse uma mãe.

À minha Tia Cláudia, bióloga, a quem admiro e sempre me espelhei profissionalmente. Obrigada por ser essa pessoa incrível e me apoiar nos momentos difíceis, quando preciso de uma companhia feminina.

A toda minha família (a maior), principalmente minha avó Dayse, minha madrinha Claudete e minha prima-irmã Cris, por terem auxiliado na minha formação pessoal. E a todos os meus primos pela companhia e amizade Priscilla, Tiça, Kiko, Guto, Juliana, Ana Paula, Samantha e Clarisse.

À minha amiga Maíra, por me apoiar em minhas decisões, por me aconselhar e por me colocar pra cima quando estou precisando.

À Júlia, minha amiga desde a faculdade que está sempre pronta para me ajudar e me salvar quando tudo está dando errado.

À Rita Svorc, Heloiza Morelli e Rodrigo Câmara pela amizade e pelas gargalhadas durante todo o curso e até hoje.

Aos meus amigos, Lu, Pablo, Sheila, Tatá, Fausto, Ivan, Sophie, que também me aturaram, principalmente nesta fase final e souberam dar um jeitinho de sempre me ter por perto. Salve o bar do Seu Manuel e Loreninha!

## RESUMO

CINTRA, Danielle Pereira. **Classificação de estágios sucessionais florestais por meio de imagens de alta resolução (Ikonos) no Parque Estadual da Pedra Branca, RJ.** 2007. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

A tecnologia de geração de imagens obtidas por sensores remotos instalados em satélites artificiais foi essencial para evolução dos estudos ambientais. No caso do monitoramento de florestas esta tecnologia é de grande importância para avaliar a cobertura e dinâmica da floresta e a detecção de alterações ambientais causadas por fatores naturais ou de origem antrópica. Este trabalho se concentra na bacia do rio Camorim, parte meridional do Parque Estadual da Pedra Branca, que se encontra na Região Metropolitana do Município do Rio de Janeiro. O objetivo do estudo foi diferenciar estágios sucessionais florestais através de uma classificação baseada em interpretação visual de uma imagem orbital de alta resolução. A classificação da imagem obedeceu a uma hierarquia de classes do nível geral (Nível I) para o específico (Nível II). As formações florestais foram classificadas de acordo com a resolução CONAMA nº. 06 de 04/05/1994 em diferentes estágios de sucessão secundária (estágio inicial, estágio médio, estágio avançado e floresta primária). Cada uma dessas classes teve suas coordenadas obtidas em campo através de GPS. A partir dos dados coletados em campo e a transferência dos dados obtidos com o GPS à imagem, foi definida uma chave de interpretação. Verificou-se que 85% da área total da bacia do rio Camorim é ocupada por floresta em diferentes estágios de sucessão ecológica. As áreas em estágio mais avançado de sucessão (estágio avançado e floresta primária) se equiparam em extensão às áreas em estágios mais iniciais (estágio médio e inicial), ocupando 336 ha (42%) e 328 ha (41%), respectivamente. Isso significa que apesar da grande pressão antrópica que sofre em seu entorno, a bacia do rio Camorim ainda mantém remanescentes importantes para conservação da Mata Atlântica. A estratégia de classificação por hierarquia de classes se mostrou um bom método para interpretação visual das classes, que por ser sistemática diminui a subjetividade do processo. A metodologia aplicada permitiu a diferenciação dos estágios sucessionais. O resultado, no entanto representa uma estimativa, muito útil principalmente para melhorar a atuação dos órgãos fiscalizadores e gestores da região.

**Palavras chave:** sensoriamento remoto, sucessão ecológica, Floresta Atlântica

## ABSTRACT

CINTRA, Danielle Pereira. **Classifying successional forests using high resolution image (Ikonos), in Pedra Branca State Park, RJ.** 2007. 87 p. Dissertation (Master in Environmental and Forest Sciences) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

The technology of image generation by remote sensing was extremely important for the environmental studies evolution. In the case of forest monitoring, this technology is important to evaluate forest cover and dynamics and detection of environmental changes from natural or human causes. This work concentrates on the basin of the river Camorim, it leaves southern of the Pedra Branca State Park, metropolitan area of the municipal district of Rio de Janeiro. The goal of the study was to differentiate forest succession stages through visual interpretation of a high resolution orbital image. The image classification obeys a hierarchy of classes from a general level (Level I) to a specific level (Level II). The forest formations were classified according to CONAMA resolution n°. 06 de 04/05/1994 in different secondary successional stages as initial, medium, advanced stage and primary forest. Each of them had geographic coordinate acquired in the field by GPS. From the data collected in field in the area of study and the transference of the data acquired with the GPS to the image, an interpretation key was defined. In the case of this work the color tonality and texture aspects had been taken in consideration, for distinction of the different successional stages. It was verified that 85% of the total area of the basin of the river Camorim are covered by forest in different stages of ecological succession. The areas in more advanced stage of succession (advanced stage and primary forest) had equalized in extension to the areas in initial stage (average and initial stages), occupying 336 ha (42%) and 328 ha (41%), respectively. This means that although the great human pressure that suffers in its neighborhood, the basin of the river Camorim still keeps important remainders for conservation of Atlantic Forest. The strategy of classification for hierarchy of classes was a good method for visual interpretation. That diminishes a little of the subjectivity of the process for being systematic. The applied methodology allowed the differentiation of the successional stages. The result however represents an estimate, very useful mainly to improve the performance of the environmental control agencies and managers of the region.

**Keywords:** remote sensing, forest succession, Atlantic tropical forest

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização do PEPB no município do Rio de Janeiro. ....	10
<b>Figura 2:</b> Diagrama das classes de uso do solo reconhecidas na imagem. Em negrito o detalhamento da classe floresta de acordo com critérios sucessionais da resolução nº 06 de 1994 do CONAMA. ....	14
<b>Figura 3:</b> Estrutura diamétrica em floresta primária localizada na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ. ....	20
<b>Figura 4:</b> Estrutura diamétrica de floresta em estágio médio de sucessão localizada na bacia do rio Grande, PEPB, RJ. ....	21
<b>Figura 5:</b> Modelo digital de elevação (MDE) da bacia do rio Camorim, PEPB, RJ, com faixas de altitude em intervalo regular de 82 m. ....	28
<b>Figura 6:</b> Mapa de declividade da bacia do rio Camorim, PEPB, RJ. ....	30
<b>Figura 7:</b> Faces de orientação presentes na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ. ....	32
<b>Figura 8:</b> Classificação do uso do solo, Nível I, do PEPB, RJ. ....	34
<b>Figura 9:</b> Classificação do uso do solo, Nível I, da bacia do rio Camorim, PEPB, RJ. ....	35
<b>Figura 10:</b> Classificação do uso do solo, Nível II, da bacia do rio Camorim, PEPB, RJ. ....	36
<b>Figura 11:</b> Porcentagem de área ocupada pelos estágios sucessionais florestais na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ. ....	38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Lista de imagens utilizadas na interpretação visual, onde IPP – Instituto Pereira Passos. ...	12
<b>Tabela 2:</b> Lista de dados vetoriais utilizados na elaboração do banco de dados espaciais, onde IPP - Instituto Pereira Passos. ....	12
<b>Tabela 3:</b> Classes de declividade utilizadas na execução do mapa de declividade da bacia do rio Camorim, Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), RJ. ....	16
<b>Tabela 4:</b> Classificação das faces de orientação das encostas utilizadas na execução do mapa de face de orientação de encosta da bacia do rio Camorim, Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), RJ. ....	17
<b>Tabela 5:</b> Descritores quantitativos de trecho de floresta primária na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ. ....	18
<b>Tabela 6:</b> Análise qualitativa da floresta primária na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ. ....	19
<b>Tabela 7:</b> Comparação da análise estrutural da floresta primária estudada através da retirada de um indivíduo da espécie <i>Ficus gomelleira</i> . O parâmetro que apresentou diferença significativa encontra-se em negrito. ....	19
<b>Tabela 8:</b> Descritores quantitativos de estrutura da floresta em estágio médio de sucessão na bacia do rio Grande, localizada no PEPB, RJ. ....	20
<b>Tabela 9:</b> Análise qualitativa da floresta em estágio médio de sucessão da bacia do rio Grande, localizada no PEPB, RJ. ....	21
<b>Tabela 10:</b> Chave de interpretação com os padrões espectrais utilizados na interpretação visual das imagens Ikonos, no PEPB, RJ. (continua). ....	22
<b>Tabela 11:</b> Chave de interpretação com os padrões espectrais utilizados na interpretação visual das outras classes de uso do solo das imagens Ikonos, no PEPB, RJ. ....	24
<b>Tabela 12:</b> Classes de altitude encontradas na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ. ....	27
<b>Tabela 13:</b> Classificação da declividade na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ. ....	29
<b>Tabela 14:</b> Classificação da face de orientação das encostas na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ. ....	31
<b>Tabela 15:</b> Área ocupada pelas classes de uso do solo, Nível I, no PEPB, RJ. ....	33
<b>Tabela 16:</b> Área ocupada pelas classes de uso do solo, Nível I, na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ. ....	33
<b>Tabela 17:</b> Classificação do uso do solo, Nível II, na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ. ....	37
<b>Tabela 18:</b> Comparação da área basal entre diferentes estudos em áreas de floresta primária (climática). ....	41
<b>Tabela 19:</b> Áreas basais de diferentes estudos em áreas de floresta em estágio médio de sucessão. ...	42

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>	3
2.1. Histórico	3
2.2. Sucessão Ecológica	3
2.2.1. Tipologias sucessionais	4
2.3. Avaliação da Cobertura Vegetal	4
2.4. Sensoriamento Remoto	5
2.4.1. Satélites e Sensores	6
2.5. Imagens de satélite	6
2.5.1. Processamento da Imagem	7
2.5.2. Classificação da Imagem	7
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	9
3.1. Área de Estudo	9
3.2. Materiais	11
3.3. Processamento da Imagem	12
3.4. Classes	12
3.5. Inventários de Campo	15
3.6. Classificação da Imagem	16
3.6.1. Dados auxiliares	16
3.6.2. Interpretação visual	17
<b>4. RESULTADOS</b>	18
4.1. Inventários de campo	18
4.2. Chave de Interpretação	21
4.3. Classificação da Imagem	27
4.3.1. Dados auxiliares	27
4.3.2. Interpretação visual	33
<b>5. DISCUSSÃO</b>	39
5.1. Avaliação das Propostas de Classificação dos Estágios Sucessionais	39
5.2. Inventários de Campo	40
5.3. Classificação da Imagem	43
5.3.1. Dados auxiliares	43
5.3.2. Interpretação visual	43
<b>6. CONCLUSÕES</b>	46
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	47
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	48
<b>ANEXOS</b>	55
<b>A – Resolução CONAMA nº 10 de 01 de outubro de 1993.</b>	56
<b>B – Decreto nº 750 de 10 de fevereiro de 1993.</b>	60
<b>C – Resolução CONAMA nº 06 de 04 de maio de 1994.</b>	63

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Tropical Atlântica, mais conhecida como Mata Atlântica, representa um dos cinco mais importantes “hotspots” em termos de biodiversidade do planeta (MYERS *et al.*, 2000). Apresentava originalmente uma área de 1.100.000 km<sup>2</sup>, que se estendiam da região nordeste até o sul do Brasil, com diferentes e amplas extensões para o interior. Está associada a outros ecossistemas como manguezais, restingas, florestas de pinheiros e campos de altitude (TANIZAKI & MOULTON, 2000). Esta floresta tem sido drasticamente reduzida desde a chegada dos europeus, devido aos diversos ciclos econômicos, destacando-se a exploração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) e a substituição das matas por atividades agropecuárias, como o café, a cana-de-açúcar (DEAN, 1997) e as pastagens. Atualmente, soma-se a estes fatores a grande expansão dos centros urbanos e industriais (KURTZ, 1995), com aproximadamente 70% da população brasileira vivendo em seu entorno (R. R. OLIVEIRA, 2005). Como resultado disso tem-se uma floresta altamente fragmentada, com perda de serviços ambientais, como regulação dos mananciais hídricos; retenção de solo e sua fertilidade; fornecimento de recursos florestais diversos, como madeira, alimentos e medicamentos; melhoria das condições climáticas, em nível local e regional, por influenciar o ciclo hidrológico (PIELKE *et al.*, 1997) e global, estocando também carbono em sua biomassa (SCHNEIDER, 1995); além do grande risco de extinção de espécies.

De acordo com projeções históricas, o estado do Rio de Janeiro era quase totalmente coberto por floresta de Mata Atlântica — aproximadamente 97% de sua área — o que significa cerca de 44.000 km<sup>2</sup> de florestas (FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA/INPE, 2002). Porém, com as transformações no uso do solo nos últimos 400-500 anos, sua área de cobertura florestal foi reduzida a menos de 20% em relação àquela existente originalmente (CIDE, 2003). Este nível de devastação pode ser explicado tanto pelo valor econômico de suas espécies florestais, como pelo uso do solo e a intensa ocupação humana, o que implica em todo tipo de pressão antrópica (THOMAS *et al.*, 1998; SIPS, 1999).

Dentre as Unidades de Conservação presentes no município do Rio de Janeiro destacam-se por sua extensão o Parque Municipal do Mendanha, o Parque Nacional da Tijuca e o Parque Estadual da Pedra Branca. Estes abrigam importantes remanescentes florestais de Mata Atlântica, sendo responsáveis por amortecer a poluição da cidade e melhorar a qualidade de vida da população, dando oportunidades de lazer agradáveis e gratuitas, como cachoeiras e caminhadas pela mata.

A região do entorno do maciço da Pedra Branca se encontra em plena expansão urbana, não somente por parte da cidade formal, mas principalmente pela chamada cidade informal, através da proliferação de favelas e loteamentos irregulares. Tanto uma forma de urbanização como outra, avança sobre a área do PEPB, ameaçando a conservação da biodiversidade local, seja pela supressão da floresta, seja pela contaminação de rios e lençóis freáticos devido à falta de saneamento básico. A presença do PEPB não é suficiente para impedir o avanço de favelas ou residências de luxo sobre as encostas de Mata Atlântica do maciço (R. R. OLIVEIRA, 2005).

Desta forma, os objetivos gerais deste trabalho visam utilizar o Sistema de Informações Geográficas (SIG) e o sensoriamento remoto como ferramenta para estudos ambientais de análise de cobertura vegetal; fazer um cruzamento de informações entre os levantamentos fitossociológicos realizados em campo e as análises das imagens de satélite a fim de estabelecer as possibilidades e limitações na determinação dos estágios sucessionais através da imagem de satélite; além de gerar informações importantes para área de gerenciamento estratégico e gestão ambiental de unidades de conservação.

Já os objetivos específicos são diferenciar estágios sucessionais florestais através de uma classificação baseada em interpretação visual; definir que estágios sucessionais identificados em campo são visíveis nas imagens de satélite de alta resolução (IKONOS); e definir conhecimentos geográficos (Modelo Digital do Terreno, declividade, face de orientação) que permitam a melhor discriminação de classes na classificação visual.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Histórico

A ocupação do Maciço da Pedra Branca data do final do século XVI, quando Salvador Correia de Sá doou, em 1594, todas as terras existentes entre a restinga da Tijuca e Guaratiba a seus dois filhos, Gonçalo e Martim de Sá. No início do século XVII, os franceses tentaram dominar o Rio de Janeiro, aportando em Guaratiba e utilizando a Baixada de Jacarepaguá como passagem. O fato despertou a atenção das autoridades para a necessidade de povoamento da região. Foi então aberto o Caminho da Grota Funda, no Maciço da Pedra Branca, que deu origem a mais importante ligação entre as Baixadas de Jacarepaguá e de Sepetiba (SMAC, 1998; ARAÚJO, 1995).

No entanto, não foram apenas razões estratégicas que potencializaram a ocupação da área. Dadas as características fisiográficas, o potencial hídrico do Maciço sempre foi notável, tanto que, tal como o Maciço da Tijuca, a história de proteção de suas florestas sempre esteve associada à preservação deste potencial. A devastação que ocorreu no Estado para dar lugar às diversas culturas também se alastrou na região. Durante o século XIX, quando o café tornou-se o principal suporte da economia fluminense, várias fazendas prosperaram no Maciço (SMAC, 1998). O eventual comprometimento de tais recursos impulsionou a primeira iniciativa de proteção em 1908, quando o governo federal adquiriu as áreas dos mananciais do Rio Grande e do Rio Camorim, visando o aprimoramento dos sistemas de captação e distribuição de água potável, que havia sido represada desde o século XIX para o abastecimento das populações vizinhas (SEA, 2006).

Na primeira metade do século XX, com o crescimento populacional do entorno e dos subúrbios cariocas, não havia garantias de que importantes áreas de floresta iriam ser preservadas. Por isso, o governo federal instituiu, nessa época, as Florestas Protetoras da União do Camorim, Rio Grande, Caboclos, Batalha, Guaratiba, Quininha, Engenho Novo de Guaratiba, Colônia, Piraquara e Curicica, com o objetivo de proteger os recursos naturais. Apesar desta proteção, ocorreu, com o avanço da urbanização, uma intensa subdivisão das fazendas e iniciou-se o plantio da banana (SMAC, 1998), que recobre até hoje os flancos do Maciço até altitudes superiores a 400 m. Nas encostas, a exploração das capoeiras para lenha e carvão teve grande importância para o abastecimento dos fogões domésticos do Rio de Janeiro até 1940 (R. R. OLIVEIRA, 2005).

O processo de criação do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) foi iniciado em abril de 1963, pelo Decreto nº 1.634, que declarou a área de utilidade pública para fins de desapropriação. Somente em 1974, após longa fase de estudos, o mesmo foi criado, por meio da Lei Estadual nº. 2.377, de 28 de junho de 1974, cujos limites atuais englobam, inclusive, as Florestas Protetoras da União (SEA, 2006). Com isso, a lavoura feita no sistema de derrubada-pousio foi praticamente extinta na vertente sul do maciço e, com o tempo a sucessão ecológica promoveu a cicatrização dessas clareiras (R. R. OLIVEIRA, 2005).

### 2.2. Sucessão Ecológica

A sucessão ecológica pode ser dividida em dois tipos, primária e secundária. A sucessão primária ocorre em áreas onde não havia vegetação presente e a secundária é derivada de um distúrbio, como por exemplo, em áreas desmatadas para cultivo (FINEGAN, 1984).

De acordo com BUDOWSKI (1963), sucessão florestal é o processo que envolve a substituição ordenada de uma comunidade de plantas por outra ao longo do tempo. Isto implica em mudanças na composição florística, na fisionomia e na estrutura da comunidade.

FINEGAN (1984) afirma que o termo sucessão é utilizado para descrever vários tipos de mudanças na vegetação em diferentes escalas extremamente abrangentes tanto em espaço quanto em tempo. Dessa forma, o autor define que sucessão é a mudança direcional da composição de espécies e da fisionomia da vegetação, ao longo do tempo, em um local onde o clima permanece efetivamente constante. Para EWEL (1980), a sucessão tropical apresenta uma grande variabilidade causada tanto pelas condições de umidade quanto pelas mudanças de temperatura associada à altitude. O autor também considera dois fatores importantes que podem dar início ao processo de sucessão em uma área perturbada. Uma é a presença de sementes no solo que foram dispersas antes do distúrbio, formando o banco de sementes, e a outra é a fonte de sementes dispersas a partir de fragmentos adjacentes para área perturbada após a retirada da vegetação original.

### **2.2.1. Tipologias sucessionais**

A fim de estabelecer relação entre o padrão sucessional e a distribuição das florestas tropicais, BUDOWSKI (1965) fez uma ampla análise, em florestas de diferentes idades, sob diversos parâmetros como altura das árvores, composição florística, presença de epífitas, dentre outros, em áreas cuja idade e a intervenção pretérita eram conhecidas (BUDOWSKI, 1961, 1963). O resultado deste estudo foi a definição dos diferentes estágios sucessionais em pioneira, secundária inicial, secundária tardia e climácica. Esta classificação é comumente utilizada por botânicos e ecólogos até os dias de hoje (GANDOLFI *et al.*, 1995; TABARELLI & MANTOVANI, 1999; R. J. OLIVEIRA *et al.*, 2001; R. R. OLIVEIRA, 2002) que consideram, principalmente, o comportamento das espécies em relação à tolerância ou não à luminosidade.

Com o objetivo de proteger os remanescentes florestais de Mata Atlântica do desmatamento, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da resolução nº 10 de 01/10/93, (BRASIL, 1993a) (Anexo A) estabeleceu parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão secundária deste bioma, visto que o decreto nº 750 de 10/02/93 (BRASIL, 1993b) (Anexo B) dispôs no Art. 1º que “ficam proibidos o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica”. Daí decorre a necessidade da regulamentação e descrição dos estágios sucessionais ao longo do bioma.

Em 04 de maio de 1994, o CONAMA, através da resolução nº 06 descreveu os parâmetros básicos dos estágios sucessionais para o estado do Rio de Janeiro (BRASIL, 1994) (Anexo C). Esta inclui DAP (diâmetro à altura do peito) e altura, além de área basal e espécies indicadoras, para cada estágio de sucessão secundária, neste caso, definidos como estágio inicial, médio e avançado. Os parâmetros definidos na resolução são mais concisos, ou seja, levam mais em consideração a estrutura (DAP, altura e área basal) e a composição florística (espécies indicadoras) do que outros fatores, como tamanho de sementes e regeneração. Esta classificação tem sido mais utilizada por pesquisadores que trabalham na área de sensoriamento remoto (KONRATH *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2003; SILVA & FERREIRA, 2004), por ser de aplicação mais rápida e prática.

### **2.3. Avaliação da Cobertura Vegetal**

A intensa pressão antrópica sobre as áreas florestais ao longo do tempo, além de sua própria dinâmica natural de clareiras, resultou em diversas transformações dessa paisagem,

formando um mosaico de diferentes estágios sucessionais. É importante que estas áreas remanescentes sejam monitoradas com o mínimo de periodicidade, já que as florestas secundárias podem ser extremamente importantes como reserva da diversidade genética, estoque de carbono e nutrientes e reguladoras do ciclo hidrológico (VIEIRA *et al.*, 2003).

Desta forma, se fizeram necessários estudos sobre a estrutura, distribuição e evolução temporal de seus remanescentes. Primeiramente, estes estudos eram inteiramente baseados em extensivos trabalhos de campo. Com o avanço tecnológico começaram a ser utilizadas fotos aéreas e imagens de satélite, que permitem uma avaliação mais rápida, necessária para ações de fiscalização e tomadas de decisão, principalmente no âmbito da legislação ambiental. Além disso, esses dados podem servir de base para uma atuação mais específica, a fim de aprimorar a localização, distribuição e a área de abrangência dos trabalhos de campo.

## 2.4. Sensoriamento Remoto

Segundo MOREIRA (2005), para o sensoriamento remoto, a energia solar é base de todos os princípios em que se fundamenta essa tecnologia. Desta forma, a função de um sensor remoto consiste em captar e medir a quantidade de energia refletida e/ou emitida por alvos, e assim obter informações sobre a natureza e/ou condições destes alvos, de maneira a associá-los com o mundo real (CENTENO, 2004). As informações geradas são obtidas através da interação da radiação eletromagnética emitida por fontes naturais (Sol) ou artificiais (Radar) com estes alvos.

Independente de sua fonte, toda a radiação detectada por sensores remotos passa através da atmosfera. Porém, a extensão percorrida através das camadas pode variar bastante. Assim, o efeito da atmosfera no sensoriamento remoto pode ser diferenciado dependendo das variações de extensão percorrida pela radiação, bem como das condições atmosféricas presentes e dos comprimentos de onda envolvidos no processo (LILLESAND & KIEFER, 2000).

Quando se pretende utilizar o sensoriamento remoto para obtenção de informações da cobertura vegetal de uma região, deve-se levar em consideração a interação da energia solar com a vegetação. Esta interação se dá principalmente através dos pigmentos contidos nas folhas. A clorofila, por exemplo, absorve bem a energia na faixa de comprimento de onda entre 0,45 e 0,67  $\mu\text{m}$ . Porém, há uma diferenciação de absorção entre a clorofila 'a' e 'b', apesar de sua estrutura ser basicamente a mesma. A clorofila 'a' não absorve a luz na região do verde, enquanto a curva de absorção da clorofila 'b' é deslocada em direção à luz verde, mais ou menos até 0,53  $\mu\text{m}$  (MOREIRA, 2005).

Conforme o espectro eletromagnético se direciona do visível ao infravermelho próximo, em torno de 0,7  $\mu\text{m}$ , a reflectância da vegetação saudável aumenta fortemente. A reflectância captada da vegetação entre 0,7 e 1,3  $\mu\text{m}$  é resultado da estrutura interna das folhas (LILLESAND & KIEFER, 2000). Por isso, sensores que trabalham nesta faixa de comprimento de onda, conseguem captar alterações ocasionadas por algum tipo de estresse. Outro dado interessante é que a reflectância no infravermelho próximo aumenta com o número de camadas de folhas em uma copa (BAUER *et al.*, 1986 *apud* MOREIRA, 2005), podendo servir de identificação do estágio de desenvolvimento da vegetação.

### 2.4.1. Satélites e Sensores

De origem latina (*satelles, satellitis*), a palavra satélite é empregada, na literatura portuguesa, com vários significados. Segundo FLORENZANO (2002), um satélite é um objeto que se desloca em círculos em torno de um outro objeto, podendo ser natural ou artificial. Em sensoriamento remoto, satélite artificial é definido como um engenho colocado em órbita pelo homem à volta de um planeta ou até mesmo de um satélite natural (MOREIRA, 2005).

Mesmo tendo funções semelhantes, os satélites artificiais são agrupados em categorias, de acordo com os objetivos para os quais foram criados, sendo eles militares, científicos, de comunicação, meteorológicos e os de recursos naturais ou de observação da Terra (MOREIRA, 2005).

Existem diversos tipos de sensores que dependendo de sua aplicação são gerados distintos produtos com diferentes qualidades. Os satélites da série Landsat, por exemplo, possuem os sensores MSS e TM. O sensor MSS opera com quatro bandas, duas na região do visível, uma na região do infravermelho próximo e uma na região termal, e o sensor TM opera com sete bandas, três na região do visível, três na região do infravermelho refletido e uma na região do termal (MOREIRA, 2005). Já o Ikonos possui um sensor de alta resolução espacial e opera em cinco faixas espectrais, gerando dois tipos de imagem. A imagem multiespectral é uma composição colorida, possui quatro bandas, três na região do visível e uma na região do infravermelho próximo. Já a imagem pancromática é uma composição em níveis de cinza e possui uma única banda, mas que opera com uma resolução espectral que vai desde o visível ao infravermelho próximo.

### 2.5. Imagens de satélite

O uso de satélites voltado para recursos naturais da Terra teve início na década de 70 (MOREIRA, 2005). As primeiras imagens foram geradas pela NASA através do programa LANDSAT, fornecendo imagens contínuas da superfície terrestre. Isto permitiu que fossem feitos estudos sobre planejamento de áreas urbanas, padrão de cobertura vegetal, delimitação de terras, além de se obter informações meteorológicas mais precisas.

Por serem imagens de média resolução, as imagens LANDSAT possibilitam ter uma visão geral da superfície, podendo-se gerar mapeamentos de cobertura vegetal compatíveis com a escala de 1:50.000 (LILLESAND & KIEFER, 2000). Porém, nesta escala, é dificultada a definição mais precisa dos limites do processo de mudança e, conseqüentemente, a definição de parâmetros operacionais que permitam ações objetivas na solução de problema locais (SMAC, 2000).

No final da década de 90, um novo sensor orbital foi desenvolvido produzindo imagens de alta resolução espacial. Apesar deste tipo de resolução já estar disponível há muitos anos na forma de fotografia aérea, o lançamento do IKONOS-2 iniciou uma nova era em sensoriamento remoto (SAWAYA *et al.*, 2003), devido à alta resolução temporal, em escala global e a baixo custo. As imagens IKONOS possibilitam a produção de mapeamentos em escalas maiores, como 1:10.000, pois possuem uma melhor resolução espacial, o que permite uma compreensão detalhada tanto do padrão de cobertura do espaço como do nível de alteração deste padrão, ao longo do tempo (ANTUNES, 2003). Este tipo de imagem é indicado para estudos em nível local, como é o caso deste trabalho, oferecendo um alto nível de detalhe e acurácia.

Junto a isso, o processo de classificação também teve que evoluir. Simples análises baseadas em *pixel* não eram mais adequadas para classificar imagens de alta resolução, onde cada *pixel* está relacionado não com a característica de um objeto ou à uma área como um

tudo, mas com partes destes (BLASCHKE & STROBL, 2001). Por outro lado, a classificação espectral de imagens de alta resolução não leva, automaticamente a uma classificação mais detalhada (EHLERS *et al.*, 2003; REGO, 2003).

As imagens de satélite, para gerar informações úteis na compreensão do espaço geográfico, necessitam ser classificadas em diferentes técnicas. A técnica da interpretação visual é comumente utilizada para classificação de imagens de satélite, pois possui uma alta precisão, contudo o processo é mais lento e subjetivo, por depender da análise do intérprete. Em busca de análises e resultados mais rápidos e objetivos esta vem sendo substituída por métodos de classificação automática que permitem em poucas semanas, realizar um trabalho que demandaria alguns meses (REGO, 2005), porém com menor precisão.

A tecnologia de geração de imagens obtidas por sensores remotos instalados em satélites artificiais foi essencial para os estudos ambientais, já que as imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (em diferentes datas) de extensas áreas da superfície terrestre (FLORENZANO, 2002). Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre problemas urbanos, rurais e ambientais (CÂMARA & MEDEIROS, 1997), essas tecnologias representam uma importante ferramenta.

Atualmente pode-se destacar a utilização das imagens na área ambiental para previsão do tempo, detecção e monitoramento de focos de incêndios e áreas queimadas, desmatamento, erosão, dentre outros. No caso do monitoramento de florestas, por exemplo, esta tecnologia é de grande importância para avaliar a cobertura e dinâmica da floresta e a detecção de alterações ambientais causadas por fatores naturais ou de origem antrópica. A análise da distribuição das florestas tropicais é importante para estudos sobre estoque de carbono, conservação da biodiversidade e para prover informações básicas para o manejo sustentável (MAYAUX *et al.*, 1998).

Levantamentos de cobertura e uso do solo são fundamentais para realização de inventários sobre flora e fauna de regiões desconhecidas, e podem ser obtidos a partir da interpretação de imagens aéreas ou orbitais (KONRATH *et al.*, 2003).

### **2.5.1. Processamento da Imagem**

As imagens de satélite ao expressar a realidade de uma região montanhosa muitas vezes o fazem de forma plana, o que causa algumas distorções. Estas podem ser retificadas por um processo que envolve a inserção de informação de relevo, quando o processo de geocodificação é acompanhado por informação altimétrica normalmente chamado ortorretificação (REGO, 2003). A ortofoto equivale geometricamente ao mapa de traço, onde todos os pontos se apresentam na mesma escala, permitindo que seus elementos sejam medidos e vetorizados com precisão (INFOGEO, 2000). A vantagem é a possibilidade de medir distâncias, posições, ângulos e áreas diretamente, como em um mapa. Devido a essas características, a ortofoto tem sido amplamente utilizada.

### **2.5.2. Classificação da Imagem**

O objetivo geral do procedimento de classificação de imagem é categorizar todos os *pixels* da imagem em classes ou temas (LILLESAND & KIEFER, 2000). Uma maneira de tornar a interpretação de imagens mais simples consiste em separar grupos de *pixels* com características espectrais similares em classes de uso e cobertura do solo (CENTENO, 2004).

Existem dois métodos possíveis para classificação de imagens orbitais. O primeiro, denominado classificação automática, se fundamenta em algoritmos que matematicamente

definem padrões que caracterizam classes de cobertura na imagem. É muito utilizado quando o objetivo é classificar grandes áreas com poucas classes, pois o processo é mais rápido.

No segundo método, denominado interpretação visual, são identificados, na imagem, padrões de cor, textura, estrutura, forma, além de informações auxiliares de cunho espacial. Esses padrões definem as características das classes de cobertura que, então, são digitalizadas diretamente sobre a imagem em meio digital (AVERY & BERLIN, 1985). Este tipo de classificação é geralmente utilizado quando o objetivo é classificar uma área menor com maior precisão.

Muitos trabalhos utilizam a interpretação visual como método de classificação (FOODY & CURRAN, 1994; KONRATH *et al.*, 2003; THENKABAIL *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2003; SILVA & FERREIRA, 2004; ARAÚJO, 2007; CRUZ *et al.*, 2007). Alguns parâmetros como cor, textura e tonalidade aparecem como prioritários para separação das classes (SILVA & FERREIRA, 2004; ARAÚJO, 2007). Outro elemento amplamente empregado na divisão das classes de vegetação são as bandas do vermelho e infravermelho próximo, pois é a faixa do espectro em que a vegetação reflete melhor. Neste tipo de classificação é importante o uso de uma chave de interpretação a fim de determinar exatamente os parâmetros utilizados e guiar melhor o trabalho do intérprete. Essa metodologia é ainda pouco utilizada na literatura, tais como KONRATH *et al.* (2003) e ARAÚJO (2007).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

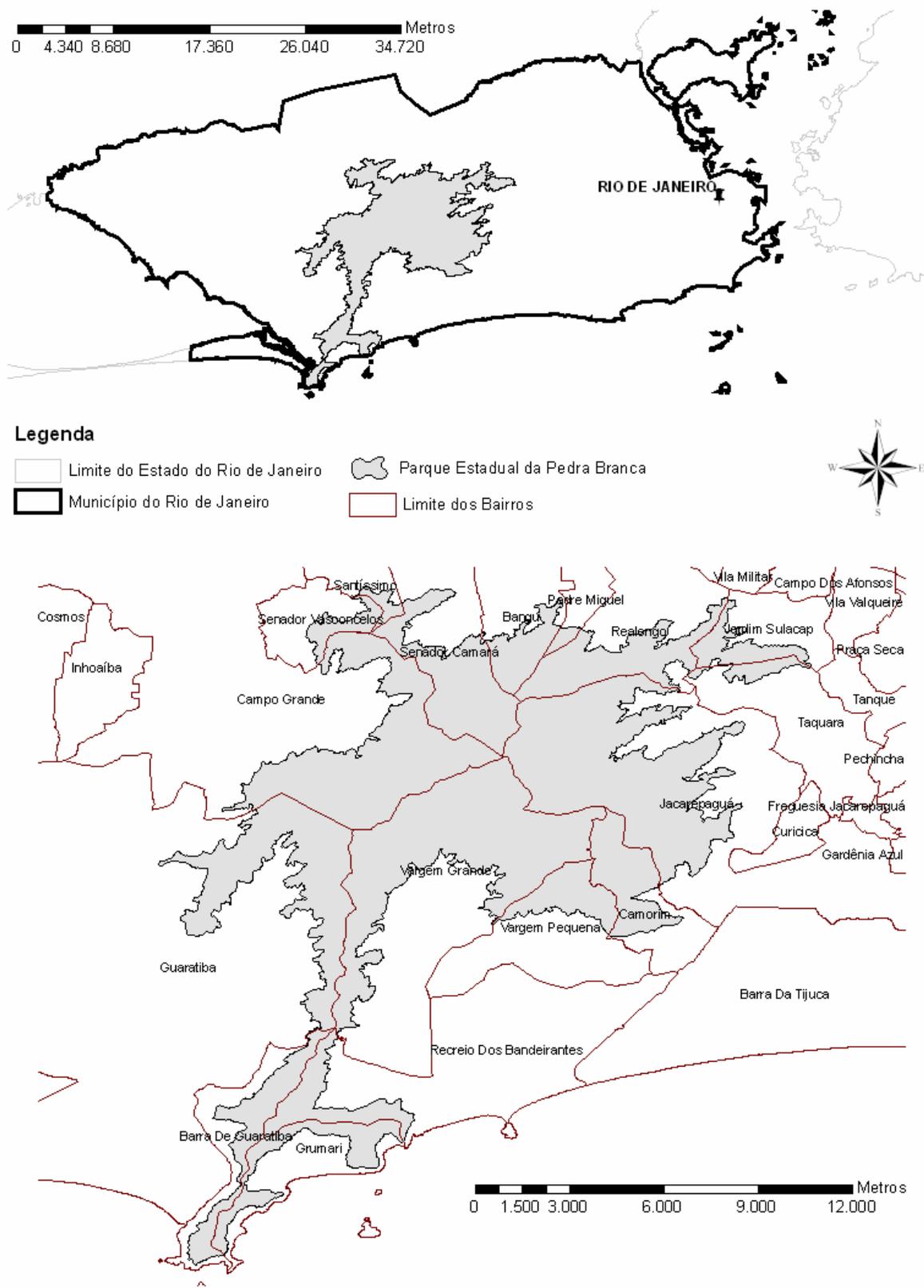
#### 3.1. Área de Estudo

Este trabalho foi realizado no Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) com ênfase na bacia do rio Camorim (Figura 1), localizada na parte meridional do parque. O PEPB se encontra na zona oeste da Região Metropolitana do Município do Rio de Janeiro. Esta unidade de conservação distribui-se por 12.500 ha, compreendendo todas as encostas localizadas acima da cota de 100 m de altitude (SMAC, 1998), entre as coordenadas 22° 50' e 23° 15'S, 43° 20' e 43° 40'W (COSTA & SILVA, 2004). O parque é circundado pelos bairros de Guaratiba a oeste, Bangu e Realengo ao norte, Jacarepaguá a leste, Barra da Tijuca a sudoeste e ao sul, Recreio dos Bandeirantes e Grumari ao sul e Campo Grande a noroeste. Em seu interior encontra-se o ponto culminante do município, o Pico da Pedra Branca, com 1.024 m de altitude.

A geologia do local se destaca por apresentar corpo ígneo (batólito da Pedra Branca) de composição granodiorítica/tonalítica a tipos ácidos de composição granítica, com marcante estrutura fluidal proporcionada pelos cristais de feldspato (PENHA, 1984). Segundo R. R. OLIVEIRA (2005), a bacia do rio Camorim é caracterizada, nas partes mais baixas, pela presença de gnaiss melanocrático enquanto, nas porções mais elevadas, por granitos de diversos tipos. O autor também ressalta a presença desses granitos sob a forma de matações, nos trechos de baixa encosta e fundos de vale, oriundos de desabamentos ocorridos em épocas pretéritas.

O clima da região, segundo o Mapa de Clima do Brasil (IBGE, 2006) é do tipo Tropical quente e superúmido, com a estação chuvosa no verão. Esta classificação está de acordo com Köppen que classifica como Aw, tropical, quente e úmido, com estação chuvosa no verão. Apresenta temperatura média anual superior a 22° C, que no verão varia de 30° C a 32° C. O inverno é ameno, com médias acima de 18° C. A pluviosidade varia de 1.500 a 2.500 mm. Segundo a estação meteorológica do autódromo de Jacarepaguá, localizado nas proximidades da área de estudos, o tipo climático da região do Camorim é subúmido, com pouco ou nenhum déficit hídrico, megatérmico, com calor distribuído pelo ano todo (R. R. OLIVEIRA, 2005).

A vegetação predominante no Maciço da Pedra Branca pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 1992). Na caracterização fisionômico-florística desta cobertura vegetal, SOLÓRZANO & R. R. OLIVEIRA (2003) destacam que podem ser reconhecidas a Floresta Ombrófila sub-montana e montana. Usos anteriores da floresta, principalmente o consumo de recursos florestais no período colonial e a agricultura de subsistência, foram responsáveis pela transformação da sua paisagem, favorecendo o estabelecimento de uma grande variabilidade sucessional. Considerando que a área de estudos possui predominantemente vertentes orientadas para o sul, recebe mais umidade proveniente dos ventos convectivos do mar e das frentes frias. Ao mesmo tempo, recebe uma incidência menor de insolação do que a vertente norte, devido à posição no hemisfério sul e, por este motivo, a recomposição da floresta geralmente se dá em tempo relativamente curto, além de ser menos suscetível a incêndios florestais do que a vertente norte (R. R. OLIVEIRA *et al.*, 1995).



Fonte: IPP, 1999.

**Figura 1:** Localização do PEPB no município do Rio de Janeiro.

A escolha do PEPB para o presente trabalho se deve aos enormes problemas ambientais que esta Unidade de Conservação enfrenta, principalmente, por sua inserção na cidade do Rio de Janeiro, com múltiplas frentes de contato, como a expansão urbana irregular, áreas agrícolas na área do parque e constantes problemas com incêndios. Isto fundamenta a necessidade de se produzir mapeamentos de cobertura que reflitam, de maneira acurada, estas pressões. Em função da existência de pesquisas anteriores (R. R. OLIVEIRA & COSTA, 1985; FIRME *et al.*, 2001; COSTA, 2002; FIRME *et al.*, 2005; R. R. OLIVEIRA, 2005; SOLÓRZANO, 2006), a bacia do rio Camorim se presta à caracterização e determinação de padrões espectrais dos estágios de sucessão a seguir descritos, visando a co-validação de dados obtidos por sensoriamento remoto.

### 3.2. Materiais

Para a análise da cobertura vegetal e auxílio na classificação visual foram utilizadas duas imagens IKONOS, livres de nuvens de 16 de fevereiro de 2001, com uma resolução radiométrica de 11 bits e uma foto aérea ortoretificada da área de estudo de 1999, além de dados vetoriais cedidos pelo Instituto Pereira Passos (IPP) como, hidrografia, localização de afloramentos rochosos, dados topográficos, dentre outros (Tabelas 1 e 2).

Os programas utilizados para a manipulação e classificação da imagem foram Arcview 3.2, ArcGis 9.0 e Erdas Imagine 8.4. Em todos os trabalhos de produção das chamadas verdades de campo e pontos de referência houve suporte de um aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global) Promark II.

**Tabela 1.** Lista de imagens utilizadas na interpretação visual.

<b>Imagens</b>	<b>Resolução</b>	<b>Fonte</b>
Ikonos Multiespectral	4 m.	Space Imaging Co.
Ikonos Pancromática	1 m.	Space Imaging Co.
Foto aérea	1 m.	Instituto Pereira Passos

**Tabela 2:** Lista de dados vetoriais utilizados na elaboração do banco de dados espaciais.

<b>Dados vetoriais</b>	<b>Detalhes</b>	<b>Fonte</b>
Limite Municipal	Rio de Janeiro	Instituto Pereira Passos
Delimitação da área	Parque Estadual da Pedra Branca	Instituto Pereira Passos
Hidrografia	Rio de Janeiro	Instituto Pereira Passos
Bacias Hidrográficas	Rio de Janeiro	Instituto Pereira Passos
Topografia	Curvas de 25 m e de 5 m	Instituto Pereira Passos

### 3.3. Processamento da Imagem

As imagens foram georeferenciadas ao sistema de projeção cartográfica Transversal Universal de Mercator (UTM), coordenadas planas e reprojetaadas no Datum América do Sul 1969 (SAD 69), Zona 23 S.

As imagens foram ortoretificadas a partir das bases topográficas (curvas de nível, 25 m), cedidas pelo Instituto Pereira Passos (IPP) com os pacotes dos softwares ER Mapper e Orthowarp. O processo de ortoretificação da imagem pancromática, baseado em um modelo digital de elevação, tem uma acurácia geral de menos de dois *pixels*. Já a acurácia da ortoretificação da imagem multiespectral é de cerca de 0,5 *pixels* e se encaixa bem com a banda pancromática retificada. Após a retificação da imagem as bandas multiespectrais foram topograficamente normalizadas com método *C-factor* do pacote do software Silvics a fim de reduzir os efeitos causados pela alta energia do relevo na área de estudo (REGO, 2003).

### 3.4. Classes

A interpretação da imagem obedeceu a uma hierarquia de classes do nível geral (Nível I) para o específico (Nível II). As classes de Nível I representam tipos gerais de uso do solo. Foram classificados como tipos de uso do solo presentes na região, floresta, afloramento rochoso, campo, ocupação urbana, atividade antrópica, massa de água e linha de transmissão. Também foram inseridas as classes ‘Sombra’, como indicação de sombra de relevo, e ‘Não classificado’. Ambas representam situações, nas quais não foi possível determinar o tipo de uso do solo. Destas, as classes ‘Floresta’ e ‘Afloramento rochoso’ foram detalhadas (Nível II). As formações florestais foram classificadas segundo a resolução CONAMA n° 06 como estágio inicial, estágio médio, estágio avançado e floresta primária (BRASIL, 1994). A íntegra desta resolução encontra-se no Anexo C. Em função desta não abranger todas as tipologias vegetais existentes na área, foi criada a partir da classe ‘Floresta’ (Nível I), uma classe ‘Eucaliptal’ (Nível II), já que a imagem de alta resolução permitiu esta diferenciação. A vegetação presente em afloramento rochoso (Nível I) foi classificada, de acordo com FIRME *et al.* (2001), em vegetação rupícola e saxícola (Nível II) (Figura 2).

As classes são descritas a seguir com detalhes:

#### Nível I

**Floresta:** Formação florestal em diferentes níveis de conservação, representada por todos os estágios sucessionais desde o mais inicial, fisionomias herbáceo-arbustivas até o mais avançado, fisionomias totalmente arbóreas.

**Afloramento rochoso:** Presença de rocha exposta.

**Campo:** Inclui campos antrópicos (pastagem) ou naturais dominados por gramíneas, vegetação esparsa ou solo exposto.

**Massa de água:** Inclui lagos e açudes. Não inclui rios.

**Ocupação urbana:** Quaisquer tipos de edificação presente seja urbana formal ou informal (favela).

**Atividade antrópica:** Inclui atividades como exploração de pedreiras e agricultura.

**Linha de transmissão:** Inclui corredores e torres de transmissão de energia elétrica.

**Sombra:** Foram classificadas somente aquelas provocadas pelo relevo, excluído-se as sombras de árvores e edificações.

**Não classificado:** Áreas nas quais ou não foi possível identificar a classe ou não foi possível separar as diferentes classes, pois havia uma mistura de diferentes tipos de uso do solo.

## Nível II

### (Floresta)

**Estágio Inicial:** Fisionomia herbáceo-arbustiva com cobertura aberta ou fechada. Geralmente apresenta dominância de uma única espécie observada por uma textura e um padrão espectral (cor) mais homogêneos. Além disso, a espécie dominante apresenta uma distribuição agregada, o que também pode ser observado, através da textura e reflectância semelhantes.

**Estágio Médio:** Fisionomia arbustivo-arbórea com cobertura fechada. Há início de diferenciação em estratos, observada nas diferenças de altura das árvores em diferentes pontos da imagem. Ainda são observadas algumas espécies com distribuição agregada, porém a textura revela um início de heterogeneidade.

**Estágio Avançado:** Fisionomia arbórea com cobertura fechada formando um dossel relativamente uniforme no porte. A textura se torna mais rugosa e não há mais sinais de dominância de espécies com distribuição agregada. Ou seja, a textura é heterogênea, com padrão espectral (cor) mais diversificado, o que revela um aumento na diversidade.

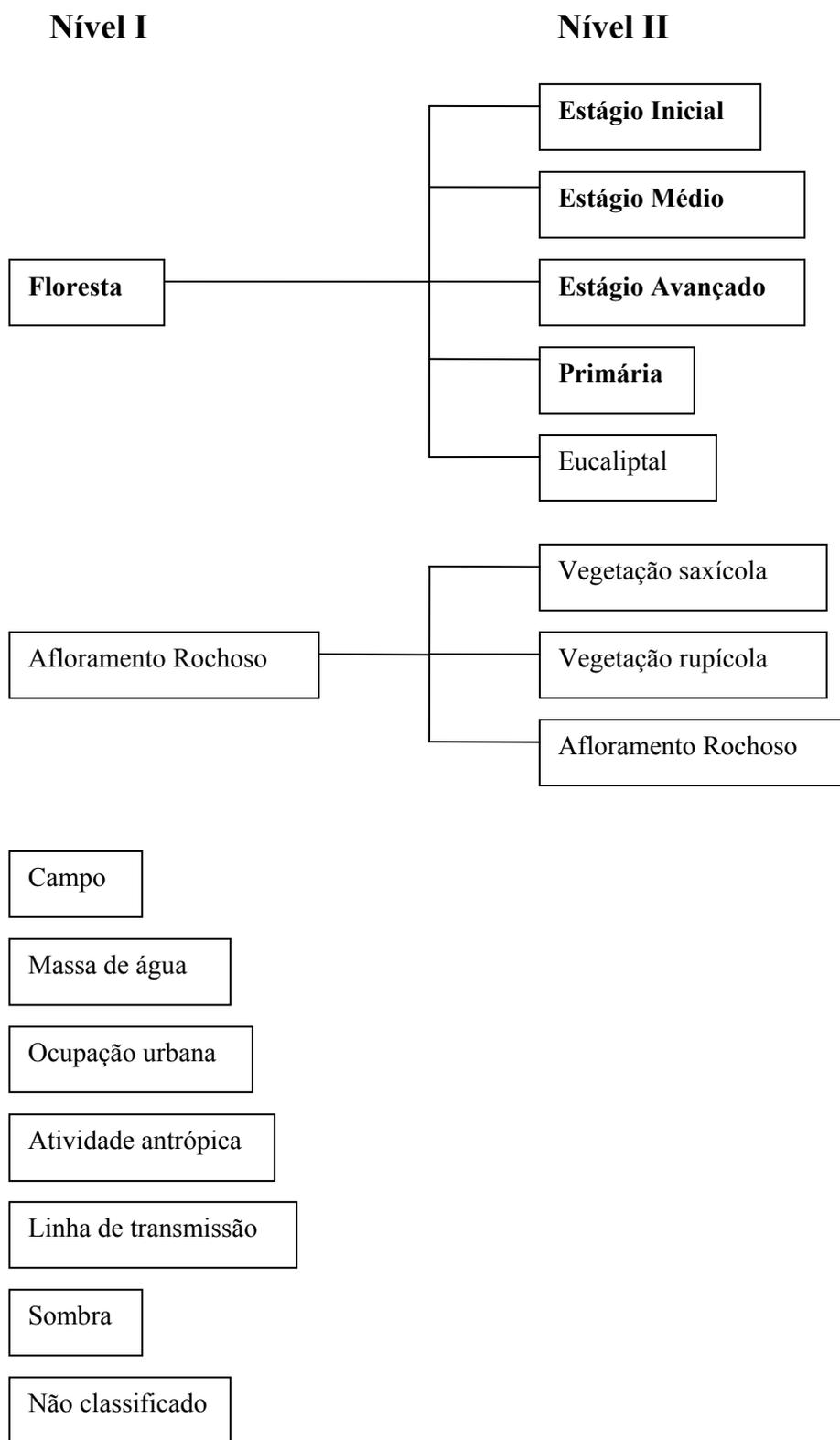
**Floresta Primária:** Floresta sem sinal de alteração antrópica, ou alteração antrópica mínima. Grande diversidade refletida pela textura bastante rugosa. Máxima diversidade de padrão espectral.

**Eucaliptal:** Aglomerado de árvores pertencentes ao gênero *Eucalyptus* spp, com textura homogênea e, geralmente, com altura diferenciada das demais. Textura marcadamente diferenciada por não apresentar rugosidade.

### (Afloramento rochoso)

**Vegetação rupícola:** Vegetação que se desenvolve diretamente sobre a rocha.

**Vegetação saxícola:** Vegetação que se desenvolve sobre fendas e cavidades onde se acumula o solo.



**Figura 2:** Diagrama das classes de uso do solo reconhecidas na imagem. Em negrito o detalhamento da classe floresta de acordo com critérios sucessionais da resolução CONAMA nº 06.

### 3.5. Inventários de Campo

A partir da aplicação dos critérios listados na resolução CONAMA nº 06 – feitas as adaptações necessárias às particularidades locais da bacia do rio Camorim - foram escolhidas áreas típicas de ocorrência de cada um dos estágios sucessionais (estágio inicial, médio, avançado e primário). No entanto, já existiam dados referentes à florística e fitossociologia de duas áreas na bacia do Camorim gerados estudo anterior (SOLÓRZANO, 2006). Estes dados foram analisados de acordo com a resolução CONAMA supracitada e concluiu-se que se caracterizavam em estágio avançado e estágio médio de sucessão.

A área de estágio inicial foi identificada em campo. Além dos parâmetros presentes na resolução CONAMA nº 06, como fisionomia arbóreo-arbustiva, foram utilizados também como indicação deste estágio a presença de espécies pioneiras como embaúba (*Cecropia* sp.) e quaresmeira (*Tibouchina* sp.).

Para realização do inventário de campo adotou-se uma avaliação quali-quantitativa, que utiliza parâmetros presentes na legislação (BRASIL, 1994). Foi escolhida, então uma área de floresta primária na bacia do rio Camorim. Como esta possui suas vertentes predominantemente voltadas para sul, foi escolhida também uma área em estágio médio de sucessão, presente na vertente norte na bacia do rio Grande. Nessas áreas foram feitos transectos para se estimar a estrutura da floresta. Cada transecto possuía 50 m x 6,66 m (333 m<sup>2</sup>), sendo repetido três vezes em cada área, o que perfazia ~ 1.000 m<sup>2</sup>. O critério de inclusão utilizado foi DAP (diâmetro à altura do peito – ou a 1,3 m do solo) maior ou igual a 5 cm, o que significa um perímetro (circunferência) maior ou igual a 15 cm. Árvores com caules ramificados e árvores mortas em pé também foram registradas, seguindo o critério de inclusão. Os caules foram considerados ramificados quando a ramificação ocorria abaixo de 1,3 m. Os parâmetros obtidos em campo foram: área basal total; diâmetro médio; maior diâmetro; coeficiente de variação do diâmetro; altura média; maior altura; coeficiente de variação da altura; árvores mortas em pé; troncos múltiplos; e densidade total. Para a obtenção desses dados foram observadas as recomendações contidas em VUONO (2002). A distribuição diamétrica percentual de todos os exemplares amostrados foi feita com uso de histogramas com classes definidas a cada 5 cm.

A separação entre as classes ‘estágio avançado’ e ‘floresta primária’ feita em campo apresenta algumas dificuldades, pois nem sempre a diferença é evidente. Para definir a floresta primária foram feitas diversas incursões em campo onde se procurou delimitar a mesma através dos seguintes parâmetros: 1) inexistência de vestígios de utilização pretérita (ruínas de baldrame de casas e de fogões e vestígios de carvão no solo); 2) inexistência de espécies exóticas, especialmente as frutíferas <sup>(a)</sup>, escapadas de cultivo <sup>(b)</sup> ou de uso ritual e/ou utilitárias <sup>(c)</sup>. Além desses critérios, as florestas primárias (ou climáticas locais) caracterizam-se pela biomassa significativamente mais elevada do que a do estágio anterior (avançado) e principalmente pela elevada carga (diversidade de espécies e números de indivíduos) de epífitos, particularmente bromélias e orquídeas. Observações de campo comprovaram que nos trechos avançados dificilmente encontra-se outra espécie de Bromeliaceae além de *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb., de ampla distribuição. Ao contrário, nos trechos climáticos numerosas espécies e gêneros dessa família encontram-se presentes.

---

<sup>(a)</sup> jaqueira, *Artocarpus heterophyllus* Lam.; laranja-da-terra, *Citrus aurantium* L.

<sup>(b)</sup> chuchu, *Sechium edule* (Jacq.) Sw.; café, *Coffea arabica* L.

<sup>(c)</sup> rituais: espada-de-são-jorge, *Sansevieria trifasciata* Hort. & Prain.; comigo-ninguém-pode, *Dieffenbachia picta* Schott.; utilitárias: cabaceira *Crescentia cujete* L.

Todas as classes de floresta (Nível II) e as classes ‘Campo’ e ‘Massa de água’(Nível I) tiveram suas coordenadas obtidas na área de realização do trabalho de campo no PEPB, através do uso de um GPS Promark 2.0 com antena externa. Somente pontos com valores de *Position Dilution of Precision* (PDOP) menores que 6.00 foram aceitos (THENKABAIL *et al.*, 2003). As áreas amostradas serviram como padrão para classificação de outras áreas na imagem.

### 3.6. Classificação da Imagem

#### 3.6.1. Dados auxiliares

Foram confeccionados, a partir de curvas de nível equidistantes 5 m, mapas de altitude (hipsométrico), de declividade e face de orientação. Primeiro foi gerado um TIN (*Triangular Irregular Network*), representação vetorial da superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas (CALDAS, 2006), e então o modelo digital de elevação (MDE). Para o mapa hipsométrico e o MDE, o número de classes foi determinado segundo a fórmula:

$$k = 1 + 3,222 \cdot \log n,$$

onde *k* é o número de classes e *n* é o número de curvas de nível na área de estudo (VIEIRA, 1980). A partir do MDE foi criado o mapa de declividade através do menu *Surface* e da função *Derive slope*. A declividade foi classificada de acordo com EMBRAPA (1999) *apud* CALDAS (2006) (Tabela 3).

**Tabela 3:** Classes de declividade utilizadas na execução do mapa de declividade da bacia do rio Camorim, Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), RJ.

Declividade (graus) *	Descrição
0 – 1,7	Plano
1,7 – 4,6	Suave ondulado
4,6 – 11,3	Ondulado
11,3 – 24,2	Forte ondulado
24,2 – 37	Montanhoso
> 37	Escarpado

\*Modificado de CALDAS, 2006.

Já o mapa de orientação de encostas foi criado através do mesmo menu, mas da função *Derive Aspect*, ambos no Arcview 3.2. Considerando que as faces norte e sul são as que apresentam maior diferença estrutural em termos de vegetação, devido às diferenças de insolação, os dados foram reclassificados em norte, sul, leste e oeste (Tabela 4). Além disso, torna o mapa mais limpo, e permite a melhor visualização dos dados.

**Tabela 4:** Classificação das faces de orientação das encostas utilizadas na execução do mapa de face de orientação de encosta da bacia do rio Camorim, Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), RJ.

<b>Face de orientação da encosta</b>	<b>Descrição (graus)</b>
Norte	0 – 67,5; 292,5 – 360
Leste	67,5 – 112,5
Sul	112,5 – 247,5
Oeste	247,5 – 292,5
Plano	-1

### **3.6.2. Interpretação visual**

Para classificação das tipologias de uso do solo foi utilizado o método de interpretação visual. Primeiramente foram definidas classes gerais (Nível I) que englobassem todos os tipos de uso do solo presentes no Parque Estadual da Pedra Branca. As classes de Nível II foram definidas por meio da aplicação da resolução CONAMA n° 06, para formações florestais. A partir dos dados coletados em campo na área de estudo e a transferência dos dados obtidos com o GPS à imagem, foi definida uma chave de interpretação, que são informações visuais sobre as classes que permitem o usuário classificá-la. Estas informações servem como padrão para uma posterior classificação, seja visual ou automática, de outras áreas da imagem. No caso deste trabalho foram levados em consideração os aspectos de cor, tonalidade e textura para distinção dos diferentes estágios sucessionais e também das outras classes de uso do solo. Além disso, os dados de declividade, face de orientação e hidrografia supracitados também serviram no auxílio da classificação. A imagem foi classificada na composição NRG (bandas 4-1-2), pois é a composição que mais evidencia as diferenças na vegetação.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Inventários de Campo

Foram feitos transectos em duas áreas diferentes a fim de se verificar a estrutura da floresta a partir dos parâmetros quantitativos e qualitativos determinados pela resolução CONAMA nº 06.

A primeira área é considerada floresta primária, hipótese corroborada tanto pelos resultados quantitativos (Tabela 5) que apresentaram um valor de área basal bem superior àqueles estabelecido para um estágio avançado de sucessão, quanto pelas observações de campo (Tabela 6).

**Tabela 5:** Descritores quantitativos de trecho de floresta primária na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ.

Floresta Primária		
Parâmetros	Valores encontrados	Padrão*
Indivíduos amostrados	182	—
Área amostrada (m <sup>2</sup> )	1.000	—
Idade estimada	Sem evidências de corte anterior	> 25 anos
Área basal total (m <sup>2</sup> /ha)	90,1	> 28
Diâmetro médio (cm)	16,9	20
Maior diâmetro (cm)	121	—
Coefficiente de variação do diâmetro (%)	111,9	—
Altura média (m)	10,9	20
Maior altura (m)	38	—
Coefficiente de variação da altura (%)	71,7	—
Árvores mortas em pé (%)	2,2	—
Troncos múltiplos (%)	0 (zero)	—
Densidade total (nº ind./ha)	1.820	—

\* De acordo com a resolução CONAMA nº 06.

**Tabela 6:** Análise qualitativa da floresta primária na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ.

<b>Floresta Primária</b>		
<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados encontrados</b>	<b>Padrão*</b>
Fitofisionomia	Arbórea, cobertura fechada	Arbórea, cobertura fechada
Serapilheira	Presente	Presente
Dossel	Árvores emergentes	Árvores emergentes
Sub-bosque	Diferenciado em um ou mais estratos	Diferenciado em um ou mais estratos
Epífitas	Presentes	Presentes
Trepadeiras	Presentes	Presentes
Gramíneas	Ausentes	Ausentes

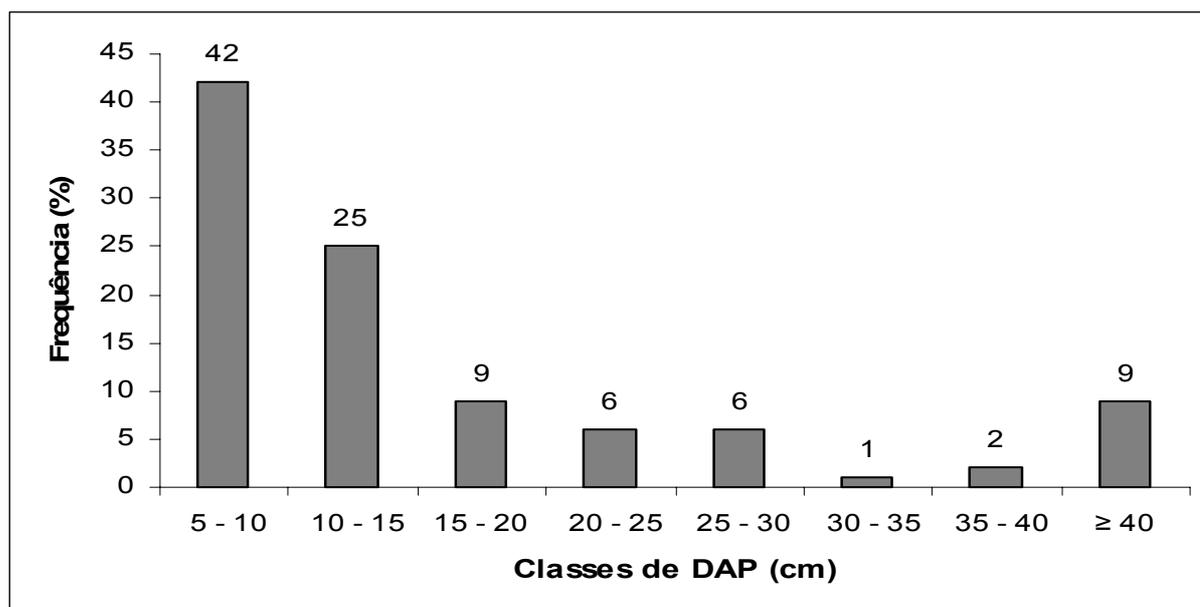
\* De acordo com a resolução CONAMA nº 06.

O maior diâmetro encontrado no transecto foi de um exemplar de *Ficus gomelleira* Kunth & Bouché. Foi feita uma simulação a fim de avaliar qual fator quantitativo era mais influenciado pela eliminação da figueira do transecto. Somente a área basal apresentou mudança significativa, reduzindo para um valor bem próximo daquele encontrado por ENGEMANN *et al.*, 2005 (Tabela 7).

**Tabela 7:** Comparação da análise estrutural da floresta primária estudada através da retirada de um indivíduo da espécie *Ficus gomelleira*. O parâmetro que apresentou diferença significativa encontra-se em negrito.

<b>Parâmetro</b>	<b>Com <i>Ficus gomelleira</i></b>	<b>Sem <i>Ficus gomelleira</i></b>
Diâmetro médio (cm)	16,9	16,3
Altura média (m)	10,9	10,8
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	<b>90,1</b>	<b>78,8</b>

Através da análise das classes de DAP (Figura 3) podemos verificar a presença de alguns indivíduos com DAP > 40 cm, que representam 9% do total amostrado. Estes apresentam distribuição aleatória, característica de florestas mais conservadas (ODUM, 1988).



**Figura 3:** Estrutura diamétrica em floresta primária localizada na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ.

A segunda área amostrada foi considerada como uma floresta em estágio médio de sucessão e está localizada na bacia do rio Grande. Tanto os dados quantitativos (Tabela 8) quanto os dados qualitativos (Tabela 9) indicam que a floresta pertence a este estágio sucessional.

**Tabela 8:** Descritores quantitativos de estrutura da floresta em estágio médio de sucessão na bacia do rio Grande, localizada no PEPB, RJ.

Estágio Médio		
Parâmetros	Valores encontrados	Padrão*
Indivíduos amostrados	159	—
Área amostrada (m <sup>2</sup> )	1000	—
Idade estimada	30 anos	Entre 11 e 25 anos
Área basal total (m <sup>2</sup> /ha)	22,7	Entre 10 e 28
Diâmetro médio (cm)	11	Entre 10 e 20
Maior diâmetro (cm)	37	—
Coefficiente de variação do diâmetro (%)	55,4	—
Altura média (m)	6	Entre 5 e 12
Maior altura (m)	18	—
Coefficiente de variação da altura (%)	50,2	—
Árvores mortas (%)	5,7	—
Troncos múltiplos (%)	13,2	—
Densidade total (nº ind./ha)	2.387	—

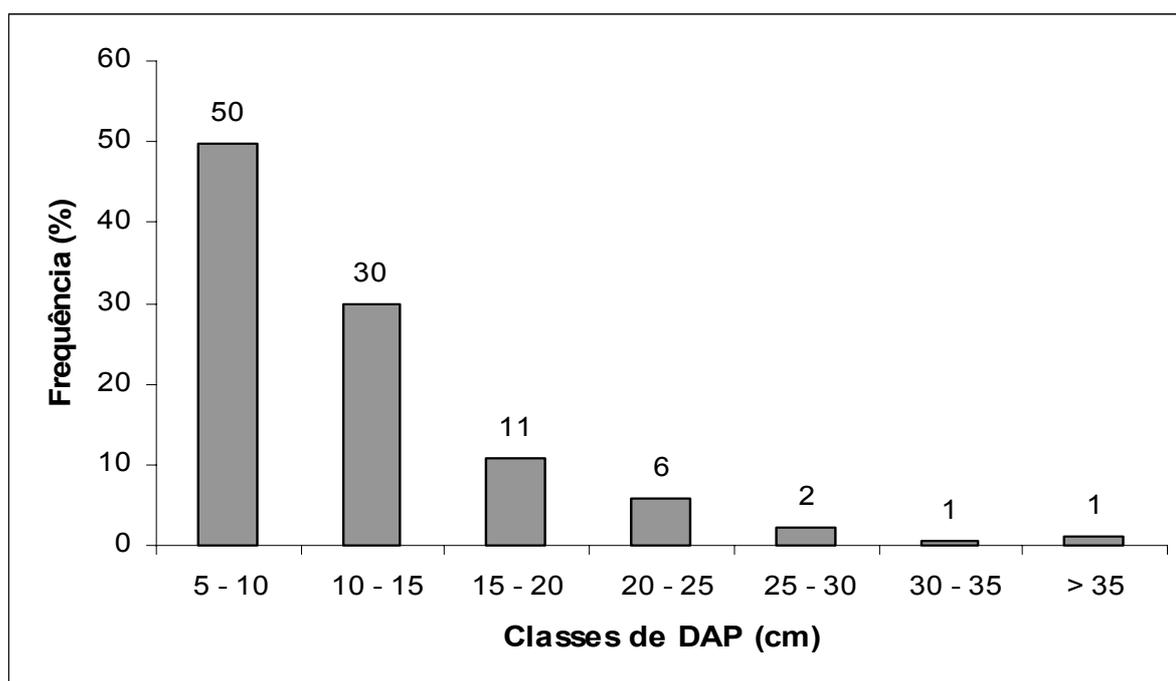
\*De acordo com a resolução CONAMA nº 06.

**Tabela 9:** Análise qualitativa da floresta em estágio médio de sucessão da bacia do rio Grande, localizada no PEPB, RJ.

Estágio Médio		
Parâmetros	Resultados encontrados	Padrão*
Fitofisionomia	Arbórea, cobertura fechada	Arbustiva/Arbórea, cobertura fechada
Serapilheira	Presente	Presente, com muitas plântulas
Dossel	Homogêneo	Homogêneo
Sub-bosque	Presente	Presente
Epífitas	Ausentes	—
Trepadeiras	Presentes	Presentes
Gramíneas	Presentes	—

\*De acordo com a resolução CONAMA nº 06.

A análise das classes de DAP demonstra a ausência de indivíduos maiores que 40 cm (Figura 4) e uma predominância dos indivíduos menores, pertencentes às classes de 5 a 10 cm e de 11 a 20 cm, bastante característico desse estágio de sucessão.

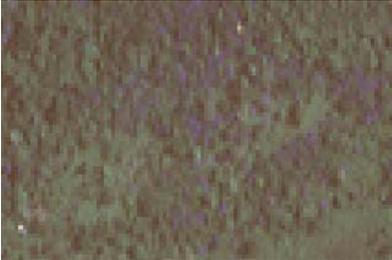
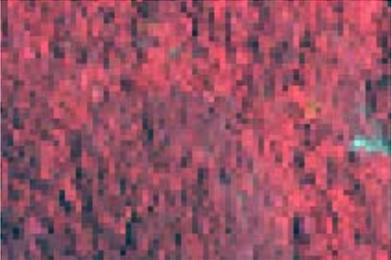
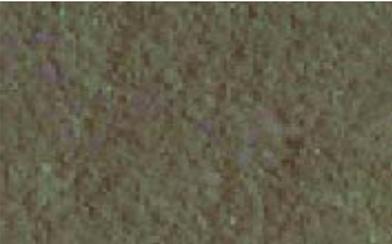
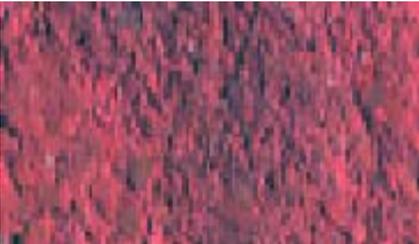


**Figura 4:** Estrutura de DAP da floresta em estágio médio de sucessão na bacia do rio Grande, PEPB, RJ.

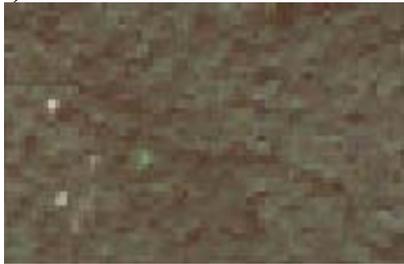
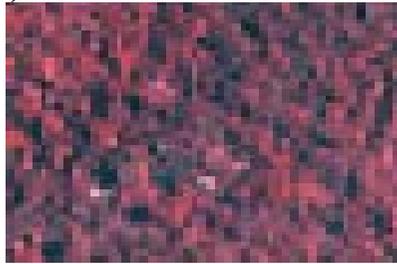
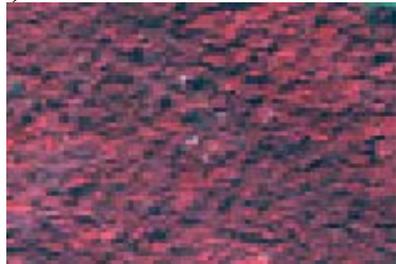
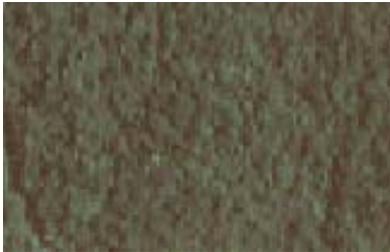
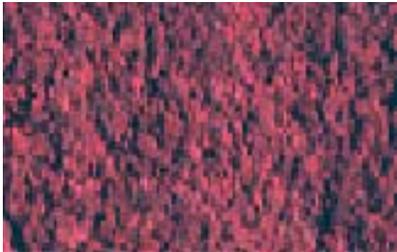
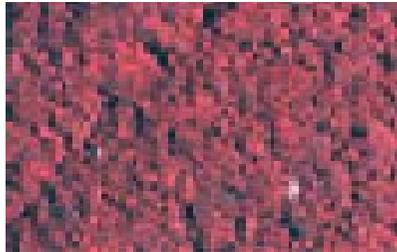
#### 4.2. Chave de Interpretação

Após os trabalhos de campo feitos na área de estudo e a transferência dos dados coletados do GPS à imagem, foi possível criar a chave de interpretação (Tabelas 10 e 11) com os padrões espectrais, de cor e textura de cada uma das classes visitadas em campo.

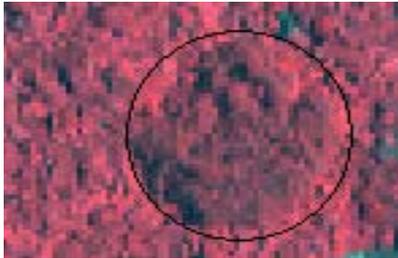
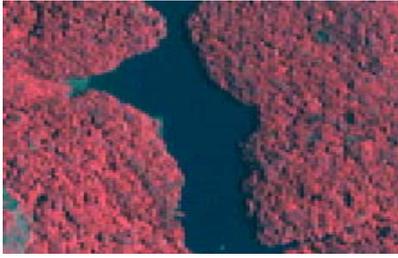
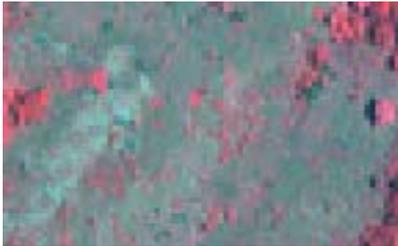
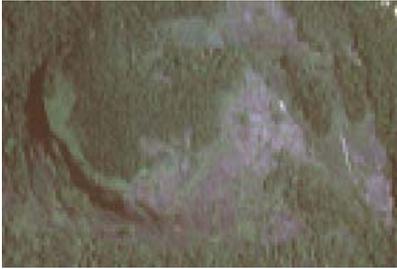
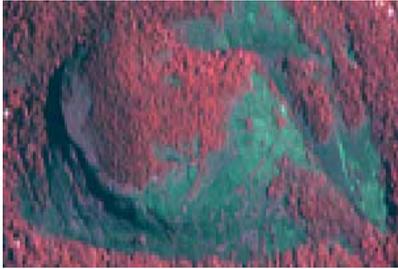
**Tabela 10:** Chave de interpretação com os padrões espectrais utilizados na interpretação visual dos estágios sucessionais das imagens Ikonos, no PEPB, RJ. As colunas (a) e (b) representam a mesma área amostral em diferentes composições. As colunas (c) e (d) são variações da mesma classe em outras áreas amostrais (continua).

Classes	Características predominantes			
	RGB (visível)	NRG (Infravermelho)		
<b>Floresta</b>	(a)	(b)	(c)	(d)
Estágio Inicial de Sucessão				
Descrição	Fisionomia herbáceo-arbustiva com cobertura aberta ou fechada. Geralmente apresenta dominância de uma única espécie observada por uma textura e um padrão espectral (cor) mais homogêneos. Além disso, a espécie dominante apresenta uma distribuição agregada, o que também pode ser observado, através da textura e reflectância semelhantes.			
Estágio Médio de Sucessão				
Descrição	Fisionomia arbustivo-arbórea com cobertura fechada. Há início de diferenciação em estratos, observada nas diferenças de altura das árvores em diferentes pontos da imagem. Ainda são observadas algumas espécies com distribuição agregada, porém a textura revela um início de heterogeneidade.			

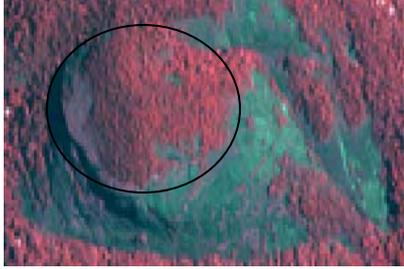
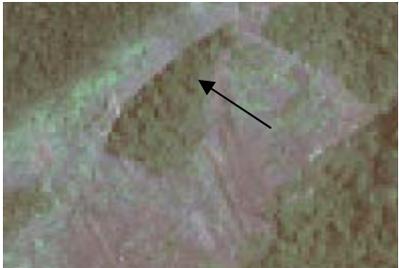
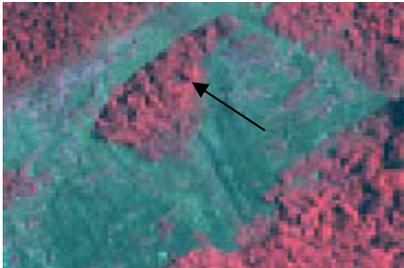
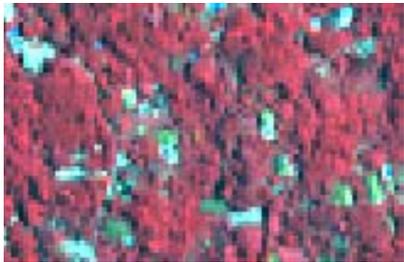
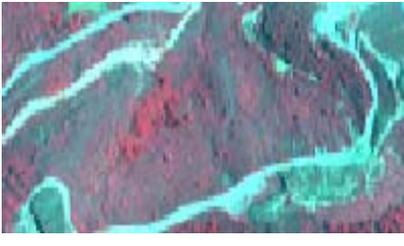
**Tabela 10:** Continuação.

Classes	Características predominantes			
	RGB (visível)	NRG (Infravermelho)		
<b>Floresta</b>	(a)	(b)	(c)	(d)
Estágio Avançado de Sucessão				
Descrição	Fisionomia arbórea com cobertura fechada formando um dossel relativamente uniforme no porte. A textura se torna mais rugosa e não há mais sinais de dominância de espécies com distribuição agregada. Ou seja, a textura é heterogênea, com padrão espectral (cor) mais diversificado, o que revela um aumento na diversidade.			
Floresta Primária				
Descrição	Floresta sem sinal de alteração antrópica, ou alteração antrópica mínima. Grande diversidade refletida pela textura bastante rugosa. Máxima diversidade de padrão espectral.			

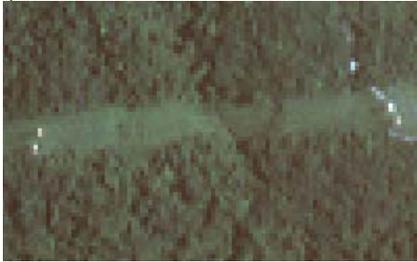
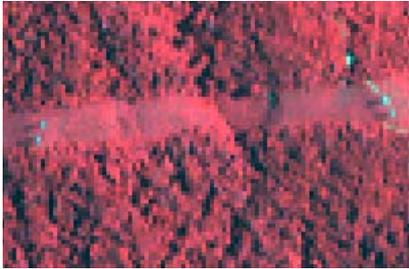
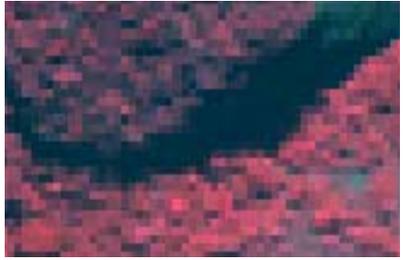
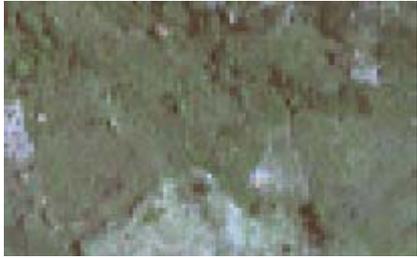
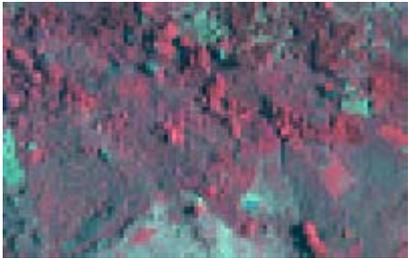
**Tabela 11:** Chave de interpretação com os padrões espectrais utilizados na interpretação visual das outras classes de uso do solo das imagens Ikonos, no PEPB, RJ. As colunas (a) e (b) representam a mesma área amostral em diferentes composições (continua).

Classes	Características predominantes	
	RGB (visível)	NRG (Infravermelho)
<b>Floresta</b>	(a)	(b)
Eucaliptal		
Descrição	Aglomerado de árvores pertencentes ao gênero <i>Eucalyptus</i> spp, com textura homogênea e, geralmente, com altura diferenciada das demais. Textura marcadamente diferenciada por não apresentar rugosidade.	
<b>Massa de água</b>		
Descrição	Inclui lagos e açudes.	
<b>Campo</b>		
Descrição	Inclui campos antrópicos ou naturais dominados por gramíneas, vegetação esparsa ou solo exposto.	
<b>Afloramento Rochoso</b>		
Descrição	Rocha exposta.	

**Tabela 11:** Continuação (continua).

Classes	Características predominantes	
	RGB (visível)	NRG (Infravermelho)
<b>Vegetação rupícola</b>		
Descrição	Vegetação que se desenvolve diretamente sobre a rocha.	
<b>Vegetação saxícola</b>		
Descrição	Vegetação que se desenvolve sobre fendas e cavidades onde se acumula o solo.	
<b>Ocupação Urbana</b>		
Descrição	Quaisquer tipos de edificação presente seja urbana formal ou informal (favela).	
<b>Atividade antrópica</b>		
Descrição	Inclui atividades como exploração de pedreiras e agricultura.	

**Tabela 11:** Continuação.

Classes	Características predominantes	
	RGB (visível)	NRG (Infravermelho)
<b>Linha de transmissão</b>	(a) 	(b) 
Descrição	Inclui corredores e torres de transmissão de energia elétrica.	
<b>Sombra</b>		
Descrição	Foram identificadas somente aquelas provocadas pelo relevo.	
<b>Não Classificado</b>		
Descrição	Áreas nas quais ou não foi possível identificar a classe ou não foi possível separar as diferentes classes, pois havia uma mistura de diferentes tipos de uso do solo.	

### 4.3. Classificação da Imagem

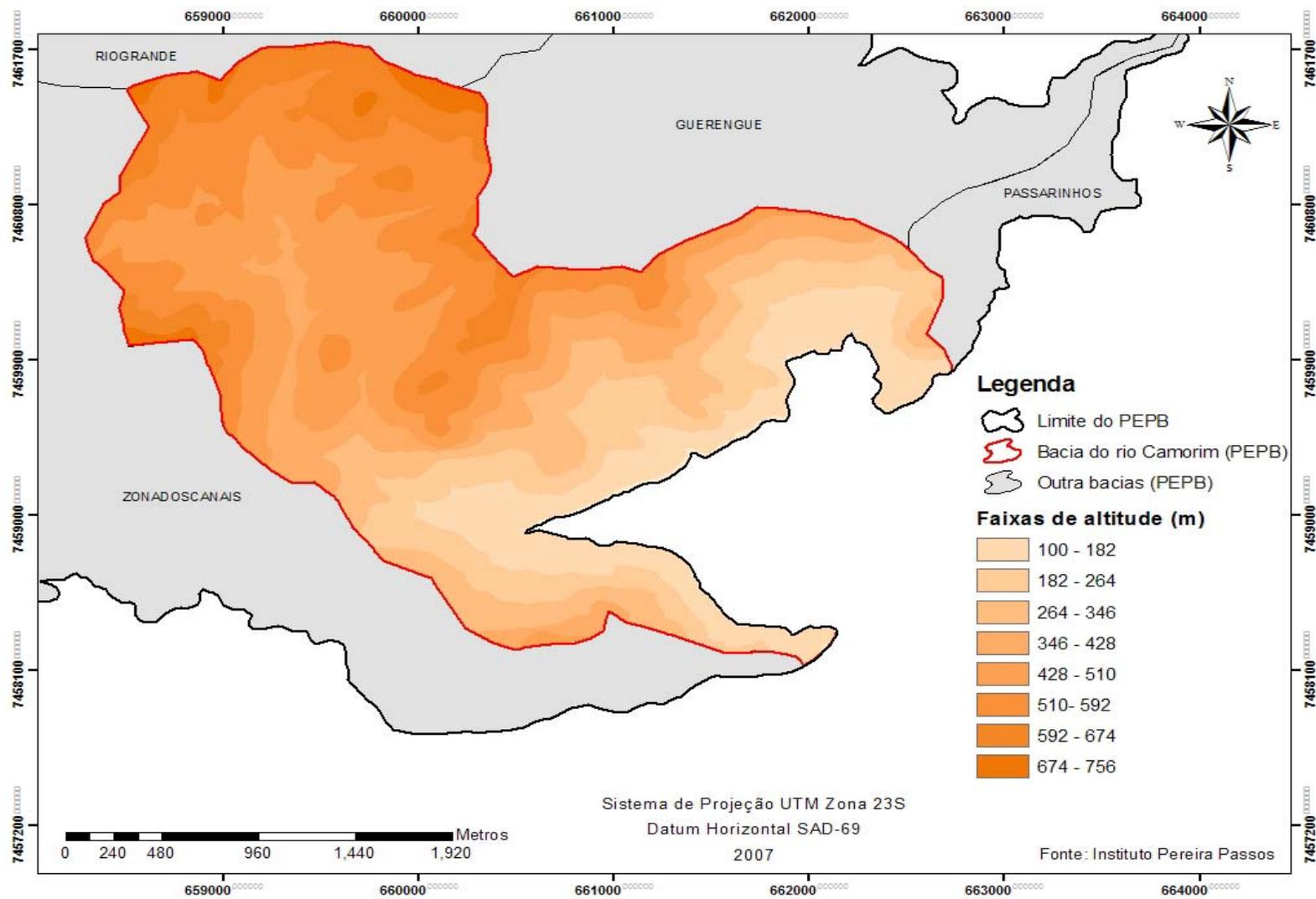
#### 4.3.1. Dados auxiliares

Como foi mencionado na metodologia, alguns dados vetoriais foram obtidos para auxiliar na diferenciação dos estágios sucessionais. A partir destes dados foram gerados alguns mapas, como o modelo digital de elevação (MDE) (Figura 5), elaborado a partir das curvas de nível (eqüidistantes 5 m) da bacia do rio Camorim. Estes dados são importantes para saber a altitude em que a vegetação se encontra a fim de se avaliar possíveis diferenças espectrais que possam refletir mudanças estruturais relativas a um possível gradiente altitudinal.

Segundo os dados analisados (Tabela 12), a maior parte da área, 162,3 ha, está na faixa de altitude de 428 m a 510 m, o que representa cerca de 20% da área total da bacia, pertencente ao Parque Estadual da Pedra Branca. Não foi observada mudança significativa de estrutura nas formações florestais analisadas na bacia do rio Camorim de acordo com a altitude. Apesar da amplitude de altitude no parque ser significativa, 924 m (100 m a 1024 m), na bacia do rio Camorim, a amplitude é bem menor, 650 m (100 m a 750 m).

**Tabela 12:** Classes de altitude encontradas na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ.

Classes de altitude (m)	Área (ha)	Área (%)
100 - 182	102,2	12,9
182 - 264	106,2	13,5
264 - 346	93,3	11,8
346 - 428	76,9	9,7
428 - 510	162,3	20,6
510 - 592	157,4	19,9
592 - 674	77,7	9,8
674 - 756	13,5	1,7
<b>Total</b>	<b>789,6</b>	<b>100,0</b>



**Figura 5:** Modelo digital de elevação (MDE) da bacia do rio Camorim, PEPB, RJ, com faixas de altitude em intervalo regular de 82 m.

A região apresenta 93,6 % de sua área com declividade superior a 11,3°, o que caracteriza a área predominantemente com relevo forte ondulado (30,1%) e montanhoso (47,7%). Apenas 15,8% da mesma se apresenta na forma de relevo escarpado, com declividade acima de 36,9° (Tabela 13). O mapa de declividade (Figura 6) foi executado a partir do MDE e, da mesma forma que o mapa hipsométrico, também auxilia na classificação visual da imagem.

**Tabela 13:** Classificação da declividade na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ.

<b>Declividade (graus)</b>	<b>Descrição</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
0 – 1,7	Plano	18,7	2,4
1,7 – 4,6	Suave ondulado	3,0	0,4
4,6 – 11,3	Ondulado	28,5	3,6
11,3 – 24,2	Forte ondulado	237,7	30,1
24,2 – 36,9	Montanhoso	376,7	47,7
> 36,9	Escarpado	125,0	15,8
<b>Total</b>		<b>789,6</b>	<b>100,0</b>

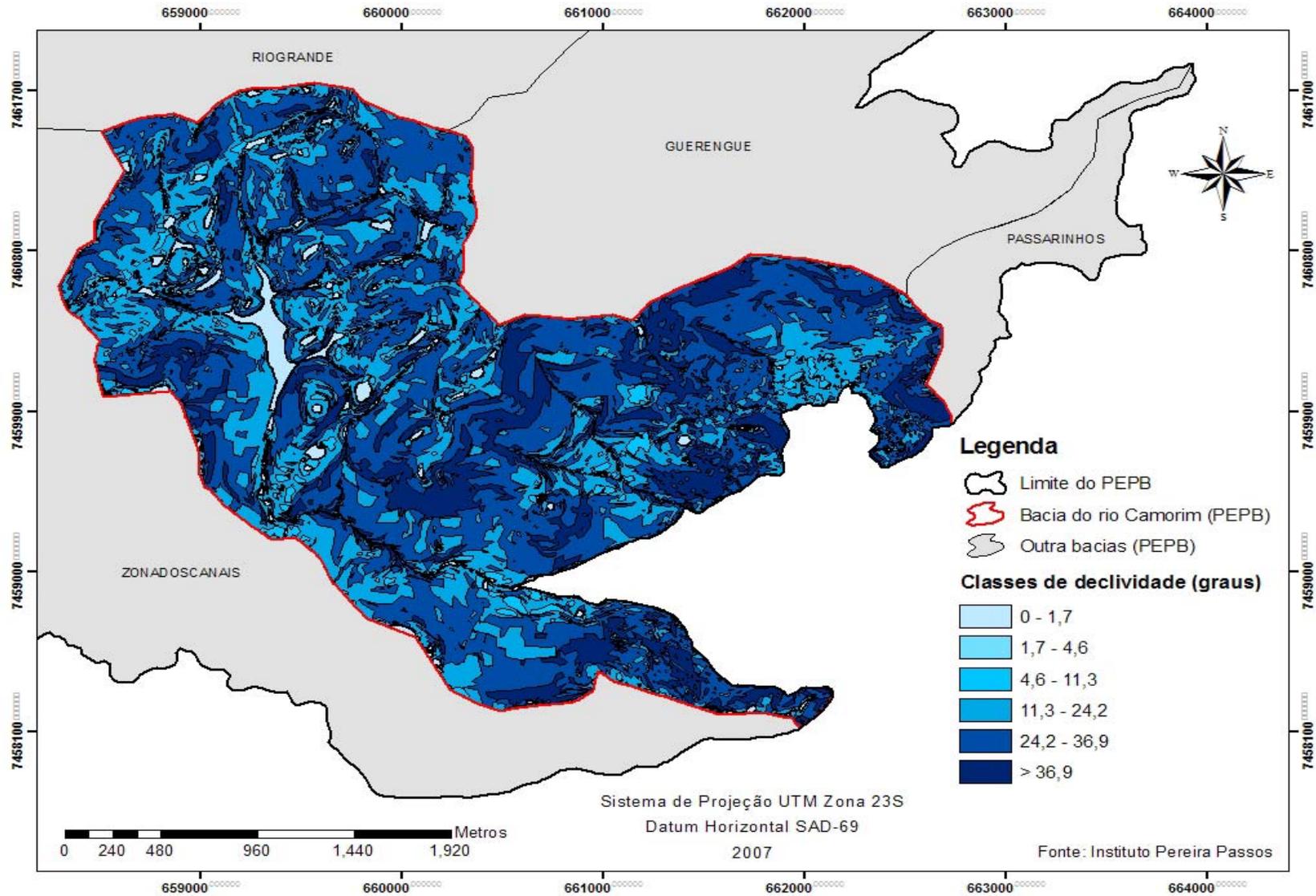


Figura 6: Mapa de declividade da bacia do rio Camorim, PEPB, RJ.

Verificou-se um predomínio de vertentes voltadas para o sul, 22% (Tabela 14) através da análise do mapa de orientação das encostas (Figura 7), confeccionado a partir dos dados hipsométricos e de declividade. A partir destes dados é possível verificar se as diferenças estruturais observadas em campo geram consequentemente, diferenças espectrais detectáveis pelo sensor do satélite Ikonos.

**Tabela 14:** Classificação da face de orientação das encostas na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ.

<b>Orientação da encosta</b>	<b>Descrição (graus)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Norte	0 - 67,5; 292,5 - 360	200,0	25,3
Sul	112,5 – 247,5	410,2	51,9
Leste	67,5 – 112,5	108,1	13,7
Oeste	247,5 – 292,5	56,0	7,1
Plano	-1	15,4	1,9
<b>Total</b>		<b>789,6</b>	<b>100,0</b>

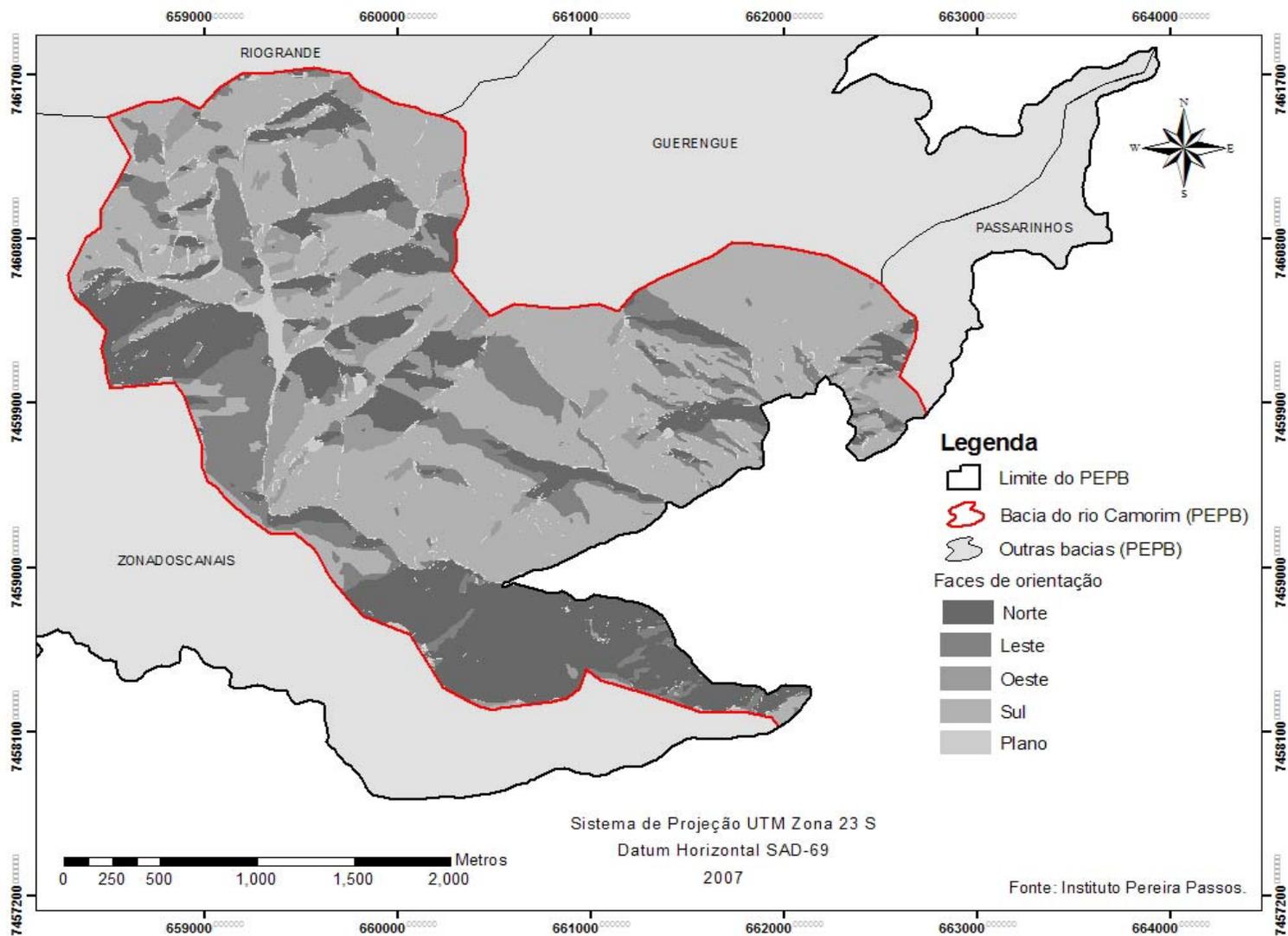


Figura 7: Faces de orientação presentes na bacia do rio Camorim localizada no PEPB, RJ.

#### 4.3.2. Interpretação visual

O trabalho de classificação da imagem por interpretação visual utiliza as informações coletadas em campo e aquelas geradas a partir das classes discriminadas no diagrama (ver Figura 2, p. 16) e na chave de interpretação (ver Tabelas 10 e 11, p. 26 a 30). A partir desses dados foram gerados mapas de uso e cobertura do solo, com a classificação geral, Nível I, do PEPB (Figura 8) e da bacia do rio Camorim (Figura 9), além de outro com a classificação específica, Nível II, somente da bacia do rio Camorim (Figura 10).

Através da análise do mapa gerado (Figura 8), verificou-se que as classes mais expressivas foram a de Floresta, com 65% (5.217,8 ha) da área analisada e Campo com 27,2% (2.182,8 ha). As outras classes ocupam menos de 1% da área, cada, exceto por Afloramento Rochoso (3,2%) e Não Classificado (2,86%) (Tabela 15).

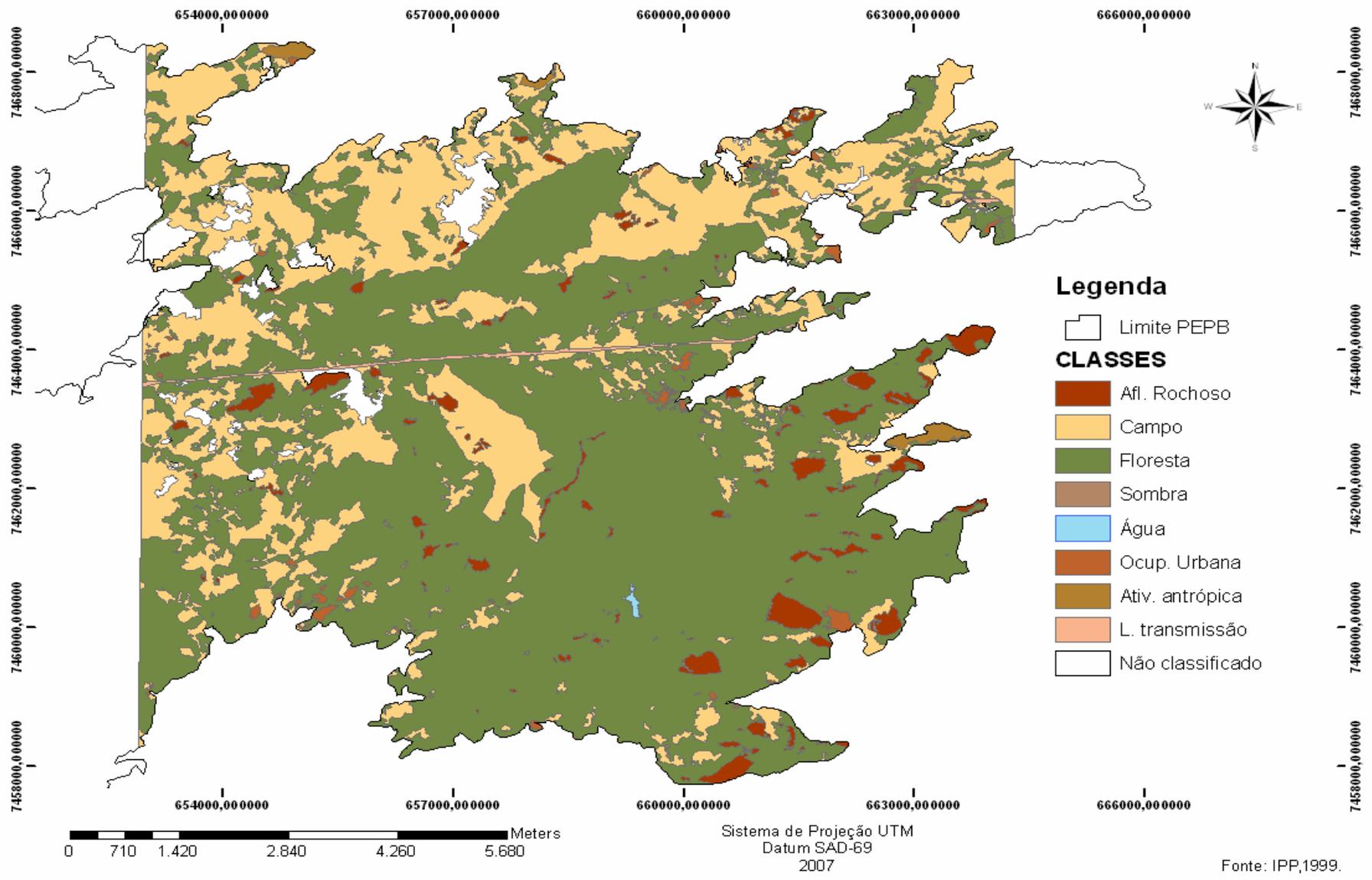
**Tabela 15:** Área ocupada pelas classes de uso do solo, Nível I, no PEPB, RJ.

Classes de uso do solo	Área ocupada (ha)	Área ocupada (%)
Floresta	5.214,8	65,0
Afloramento Rochoso	257,5	3,20
Campo	2.182,8	27,2
Água	3,9	0,05
Ocupação Urbana	59,5	0,74
Atividade Antrópica	35,5	0,44
Linha de Transmissão	33,9	0,42
(Sombra)	8,0	0,10
(Não Classificado)	229,7	2,86
Total	8.025,6	100,0

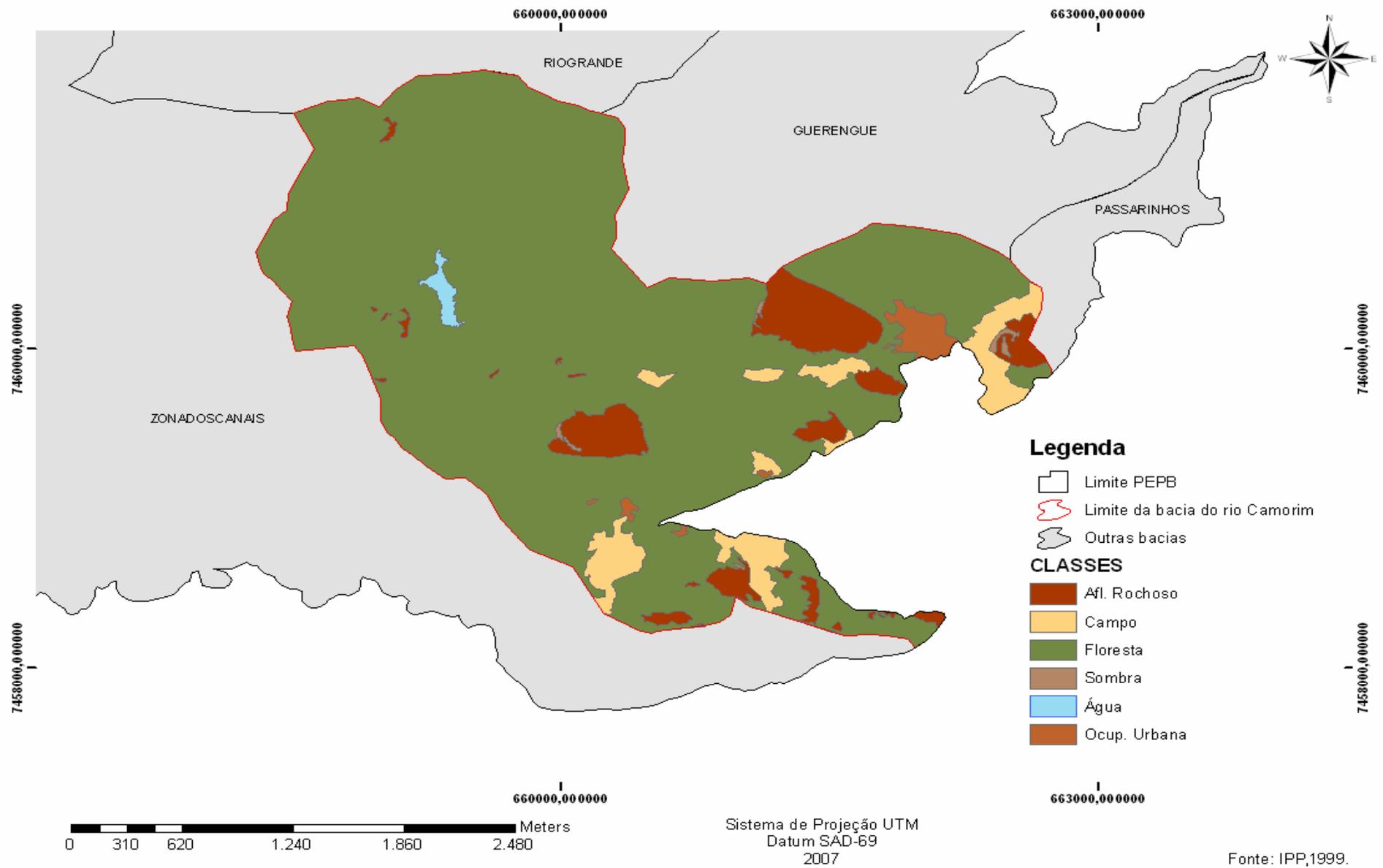
De acordo com a classificação de Nível I na bacia do rio Camorim (Figura 9), a região apresenta 85,1% da área com formação florestal, em diferentes estágios sucessionais. Posteriormente, neste estudo, esta informação será detalhada. Outra classe que apresentou destaque foi a de Afloramento Rochoso, que superou a classe Campo em mais de 10 hectares (Tabela 16).

**Tabela 16:** Área ocupada pelas classes de uso do solo, Nível I, na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ.

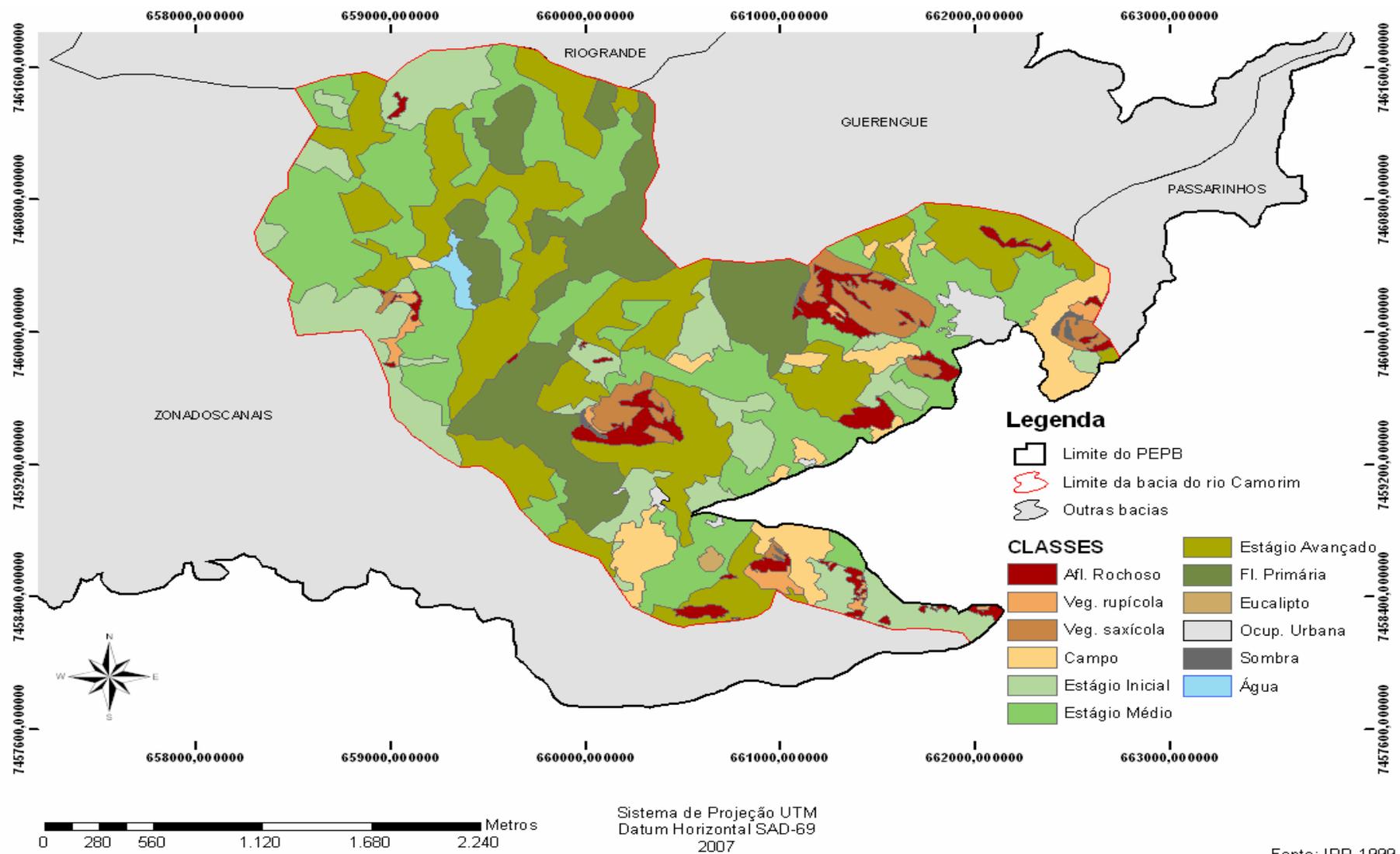
Classes de uso do solo	Área ocupada (ha)	Área ocupada (%)
Afloramento Rochoso	60,4	7,6
Floresta	676,4	85,1
Campo	42,6	5,4
Água	3,9	0,5
Ocupação Urbana	10,0	1,3
(Sombra)	1,9	0,2
Total	795,1	100,0



**Figura 8:** Classificação do uso do solo, Nível I, do PEPB, RJ, onde Afl. Rochoso – afloramento rochoso, Ocup. Urbana – ocupação urbana, Ativ. Antrópica – atividade antrópica, L. transmissão – linha de transmissão.



**Figura 9:** Classificação do uso do solo, Nível I, da bacia do rio Camorim, PEPB, RJ, onde Afl. Rochoso – afloramento rochoso.



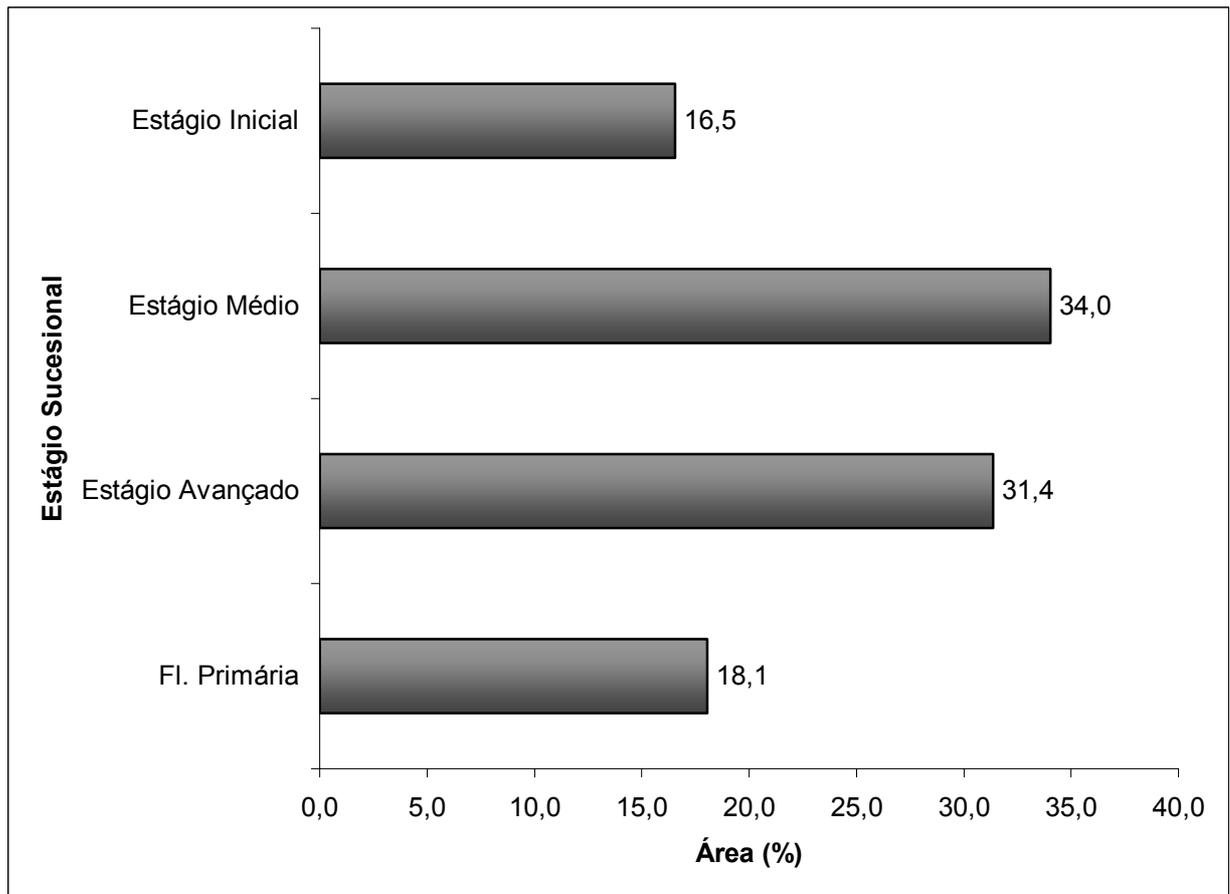
**Figura 10:** Classificação do uso do solo, Nível II, da bacia do rio Camorim, PEPB, RJ, onde Afl. Rochoso – afloramento rochoso, Veg. Rupícola – vegetação rupícola, Veg. Saxícola – vegetação saxícola, Fl. Primária – floresta primária. Ocup. Urbana – ocupação urbana.

Analisando o mapa de classificação do uso do solo, Nível II, da bacia do rio Camorim (Figura 10), pôde-se verificar que a floresta em estágio médio de sucessão ocupa a maior parte da área 28,4% (225,9 ha), seguida por estágio avançado, 26,2% (208,1 ha) e floresta primária, 15,1% (119,8 ha) (Tabela 17).

**Tabela 17:** Classificação do uso do solo, Nível II, na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ.

<b>Classes de uso do solo</b>	<b>Área ocupada (ha)</b>	<b>Área ocupada (%)</b>
Estágio Inicial	109,8	13,8
Estágio Médio	225,9	28,4
Estágio Avançado	208,1	26,2
Floresta Primária	119,8	15,1
Eucaliptal	1,4	0,2
Afloramento Rochoso	30,5	3,8
Vegetação rupícola	8,4	1,1
Vegetação saxícola	28,8	3,6
Campo	46,7	5,9
Água	3,9	0,5
Ocupação Urbana (Sombra)	10,0 1,9	1,3 0,2
<b>Total</b>	<b>795,1</b>	<b>100,0</b>

Entretanto, quando é feita somente a análise dos dados da classe de floresta pode-se observar que as áreas em estágio mais avançado de sucessão (estágio avançado e floresta primária) se equiparam em extensão às áreas em estágios mais iniciais (estágio médio e inicial), conjuntamente (Figura 11). A classe de uso do solo Eucaliptal foi excluída desta análise por apresentar um valor percentual desprezível em relação à área ocupada (0,2%), além de não ser o foco deste estudo.



**Figura 11:** Porcentagem de área de floresta ocupada pelos estágios sucessionais na bacia do rio Camorim, PEPB, RJ.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Avaliação das Propostas de Classificação dos Estágios Sucessionais

A definição das classes dos estágios sucessionais utilizadas na interpretação visual da imagem Ikonos foi resultado de pesquisas bibliográficas. A nomenclatura proposta inicialmente estava de acordo com BUDOWSKI (1965), que divide os estágios sucessionais florestais em pioneira, secundária inicial, secundária tardia e clímax. Os parâmetros estruturais seguiram a resolução CONAMA nº 06. Entretanto, uma modificação se mostrou necessária, face à revisão de literatura, onde se pôde observar a diferença na utilização da nomenclatura (BUDOWSKI, 1963, 1965; BRASIL, 1994; GANDOLFI *et al.*, 1995; R. J. OLIVEIRA *et al.*, 2001; KONRATH *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2003; SILVA & FERREIRA, 2004). Desta forma, a nomenclatura foi substituída pela adotada pelo CONAMA na resolução supracitada, que define os estágios sucessionais em inicial, médio, avançado e floresta primária. E para análise dos parâmetros estruturais da floresta adotou-se uma avaliação quali-quantitativa, que utiliza tanto parâmetros presentes na legislação (BRASIL, 1994) como no estudo de BUDOWSKI (1965).

A descrição dos diferentes estágios sucessionais feita por BUDOWSKI (1965) é consistente e detalhada. É muito utilizada por biólogos que trabalham direta e principalmente em campo e foi adotada pela maioria dos pesquisadores, em todo o mundo. Possui parâmetros que levam algum tempo para serem analisados, mas que geram um resultado mais detalhado. Este tipo de estudo é feito com objetivo de analisar a situação ecológica de um determinado fragmento florestal e geralmente reflete uma realidade local. No entanto, em função de diferentes históricos de distúrbios, pode-se pensar que diferenças locais podem impedir ou dificultar o seu uso.

As resoluções do CONAMA possuem um caráter específico, já que foram desenvolvidas para o bioma Mata Atlântica, tendo sido criada uma resolução para cada estado brasileiro pertencente ao bioma. Apesar da aparente simplicidade, a resolução relativa ao Estado do Rio de Janeiro apresenta alguns parâmetros metodológicos confusos, que dificultam sua aplicação. Um exemplo é a determinação do critério de inclusão, que especifica um DAP médio como parâmetro de inclusão de indivíduos no inventário, quando normalmente só se utiliza médias após o inventário ter sido concluído. Segundo H. B. AMORIM (comunicação pessoal), a área basal é o parâmetro quantitativo que melhor se aplica na resolução, pois outros como o DAP e a altura são muito variáveis.

Outro parâmetro de difícil utilização é a lista de espécies indicadoras de cada estágio sucessional. A resolução foi criada para o Estado do Rio de Janeiro, que apresenta duas grandes formações florestais predominantes, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual. Contudo, a lista apresentada é incompleta e não está dividida entre as duas formações que possuem diferenciações de estrutura e florística significativas. Isto impede sua utilização para a determinação dos estágios sucessionais, fazendo com que o pesquisador tenha que procurar esta informação em publicações científicas, o que nem sempre está disponível.

Em seu Art. 3º, a resolução ressalta que a classificação dos estágios sucessionais deve levar em consideração as variações ocorridas de uma região geográfica para outra, as diferentes condições topográficas, edáficas, climáticas, assim como o uso pretérito que teve a área onde se situa uma determinada formação florestal. Desta forma, ressalta ao leitor que estes fatores devem ser levados em consideração. Ainda no Art. 3º, ressalta que “(...) os casos de dúvida ou aqueles não previstos nesta Resolução devem ser analisados e definidos pelo

Órgão competente”. Ou seja, devem ser observadas as particularidades locais, principalmente em relação à florística.

Entretanto, apesar de alguns problemas, por ser mais prática para trabalhar, e possibilitar uma geração de resultados mais rápidos, a maioria dos pesquisadores que trabalham com imagens de satélite utiliza seus parâmetros.

## 5.2. Inventários de Campo

Segundo LILLESAND & KIEFER (2000), os dados de referência ou sobre o objeto de estudo, seja solo, água ou vegetação, são importantes para auxiliar na posterior análise de dados. O processo de aquisição dos dados de referência envolve medir ou observar os objetos, áreas ou fenômenos que estão sendo analisados. Este procedimento é comumente chamado de verdade de campo, porém os autores indicam que não pode ser interpretado literalmente, já que os dados de referência podem ser coletados sem necessariamente ir a campo. Por exemplo, os dados podem ser adquiridos a partir de uma imagem aérea, de um mapa de solos ou de um laboratório de análises químicas. No entanto, o termo verdade de campo é amplamente utilizado pela comunidade científica (DORREN *et al.*, 2003; SONG & WOODCOCK, 2003; KUX & PINHEIRO, 2005; GUO *et al.*, 2006). Os dados de referência podem ser úteis no auxílio da análise e interpretação das imagens, para calibrar um sensor ou para verificar informações extraídas das imagens.

Através dos trabalhos de campo realizados na área de estudos (Maciço da Pedra Branca) foram coletados pontos através do GPS, que foram posteriormente sobrepostos à imagem Ikonos. Estas áreas foram definidas como padrão para classificação de outras regiões da imagem, a partir da criação de uma chave de interpretação, ou seja, serviram como dados de referência para a interpretação visual. Isto significa que a classificação do restante da imagem depende destes padrões, e conseqüentemente a acurácia final desta classificação também. Por este motivo é importante o trabalho de amostragem dessas áreas para que elas possam representar bem as classes que se quer identificar na imagem. Contudo, há uma dificuldade de utilização do GPS no interior da floresta, já que o aparelho não capta sinal dos satélites por causa da cobertura vegetal. No caso deste estudo, a antena externa do GPS Promark 2 (Ashtech) foi adaptada a uma tesoura de alta poda. Mesmo assim o PDOP (*Position Dilution of Precision*) variava muito e se mantinha sempre superior a 6.00. Além disso, havia a dificuldade de transporte e manipulação do equipamento. Por isso, este método foi descartado e os pontos passaram a ser coletados em clareiras próximas a área que se desejava identificar ou em algum ponto de referência visível na imagem. READ *et al.* (2003) descrevem em seu trabalho o mesmo tipo de problema e também solucionaram com a utilização de clareiras como ponto de referência para algumas áreas. O autor ainda destaca que com o desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de dados de GPS no interior da floresta irá melhorar significativamente as possibilidades de utilização das imagens Ikonos no estudo de florestas tropicais.

Na caracterização da área de floresta primária na bacia do rio Camorim os valores encontrados não variaram muito em relação a outros trabalhos. R. R. OLIVEIRA (2002), no estudo de uma floresta climácica na Ilha Grande, RJ, encontrou uma densidade de 1.996 ind./ha e uma porcentagem de indivíduos mortos em pé de 1,5%, enquanto o presente estudo verificou uma densidade de 1.820 ind./ha e 2,2 % de indivíduos mortos em pé. A área basal apresentou um valor elevado (90,1 m<sup>2</sup>/ha), quando comparado ao estudo de ENGEMANN *et al.* (2005) em uma mata climácica na mesma região (Maciço da Pedra Branca), que encontrou 79,8 m<sup>2</sup>/ha. Já o trabalho feito pelo Laboratório de Geohidroecologia da UFRJ (GEOHECO, 2000) na Mata do Pai Ricardo, Maciço da Tijuca, RJ, encontrou valor superior, 97,3 m<sup>2</sup>/ha. (Tabela 18).

**Tabela 18:** Comparação da área basal entre diferentes estudos em áreas de floresta primária (climácica).

Local	Critério de inclusão (DAP em cm)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Fonte
Maciço da Tijuca, RJ <sup>1</sup>	2,5	68,7	R. R. OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1995.
Guapimirim, RJ	5,0	57,2	KURTZ & ARAÚJO, 2000.
Maciço da Tijuca, RJ <sup>2</sup>	2,5	97,3	GEOHECO, 2000.
Ilha Grande, RJ	2,5	57,9	R. R. OLIVEIRA, 2002.
Maciço da Pedra Branca, RJ	5,0	79,3	ENGEMANN <i>et al.</i> , 2005.
Maciço da Pedra Branca, RJ	5,0	90,1	<b>Este estudo</b>

<sup>1</sup> Vertente Sul.

<sup>2</sup> Mata do Pai Ricardo.

O valor apresentado pela área basal neste estudo também foi ampliado por conta da presença de um indivíduo do gênero *Ficus* encontrada no transecto (*Ficus gomelleira*), de grandes proporções. Nas regiões de ocupação caíçara, como é o caso do PEPB, quando os camponeses abriam a mata para instalar uma roça de subsistência eles derrubavam todas as árvores presentes, preservando apenas os indivíduos do gênero *Ficus* (FONSECA, 2005). Em seu trabalho na região sul do estado do Rio de Janeiro, R. C. SVORC (comunicação pessoal) também verificou este padrão, já que a estrutura da mata desenvolvida ao redor dessas espécies não condizia com a estrutura das figueiras, constatando que elas são consideravelmente anteriores à mata que regenerou em volta delas. Entretanto, este não parece ser o caso da área analisada na bacia do rio Camorim (PEPB), pois a mata se encontra em estágio de floresta primária, com várias árvores de mesmo porte que o indivíduo de *Ficus gomelleira*. Além disso, há de se considerar seu histórico de conservação, já que não há registro de intervenção antrópica por mais de um século, pois ali há a captação de água do rio Camorim que abastece a região. A floresta, portanto desempenha um importante papel na conservação dos recursos hídricos da região. Igualmente, inexistem vestígios quer no solo, quer na biota, de utilização anterior da mesma.

Em relação à análise do DAP, foram encontrados numerosos indivíduos com diâmetros acima de 40 cm (ver Figura 3, p. 23) e que apresentam claramente uma distribuição aleatória, característica de florestas mais conservadas. De acordo com R. J. OLIVEIRA *et al.* (2001), em seu estudo de uma floresta de encosta em Peruíbe, SP, espécies classificadas como secundárias tardias-climácicas apresentam padrão de distribuição agregado quando plântulas, mas tendem a distribuição aleatória conforme há o aumento da classe de tamanho diamétrico.

Segundo KURTZ & ARAÚJO (2000), a presença de regeneração das espécies arbóreas dominantes pode indicar a maturidade de uma floresta. Acredita-se que a taxa de recrutamento deve ser alta na floresta primária analisada neste estudo devido ao alto número de indivíduos das primeiras classes, entre 5 e 10 cm e entre 11 e 20 cm. Por outro lado, segundo PESSOA & R. R. OLIVEIRA (2006), uma curva de distribuição diamétrica em forma de J invertido representa uma estabilidade da comunidade, ainda mais se esta se der nas espécies mais bem colocadas em termos de valor de importância ou de cobertura.

A outra floresta analisada, em estágio médio de sucessão, abrange uma área próxima a uma residência rural, o sítio Bela Vista. Seu histórico de uso, informado pelo proprietário

João Corrêa, foi a agricultura há cerca de 30 anos. A floresta apresenta um intenso efeito de borda e está a 500 m de altitude, voltada para face norte, que recebe o sol à tarde e, portanto mais intenso. A região, em altitudes mais baixas é ocupada por bananais e bambuzais, pertencentes às propriedades rurais remanescentes no parque. A partir deste ponto (500 m) a declividade aumenta, dificultando o acesso e, por isso, a formação florestal é predominante, bem como afloramentos rochosos.

R. R. OLIVEIRA (2002) em seu estudo numa área de floresta de 25 anos, estágio médio, na Reserva Biológica da Praia do Sul, Ilha Grande, RJ, obteve densidade de 2.784 ind./ha, uma área basal de 26,3 m<sup>2</sup>/ha e uma porcentagem de indivíduos mortos em pé de 7,8%. LOPES *et al.* (2002), em floresta de mesmo estágio sucessional, encontrou área basal de 25,78 m<sup>2</sup>/ha. Este estudo apresentou área basal de 22,75 m<sup>2</sup>/ha e uma densidade total de 2.387 ind./ha. Além disso, foi verificada uma alta porcentagem de troncos múltiplos (13,2%), que pode ser atribuída à extração de lenha para subsistência, já que a área é próxima à propriedade supracitada.

PEIXOTO *et al.* (2005), na APA da Serra da Capoeira Grande, RJ, obteve 1.558,5 ind./ha e uma área basal de apenas 12,06 m<sup>2</sup>/ha. Além disso, 5,75% dos indivíduos estavam mortos em pé. O autor atribuiu o alto valor de indivíduos mortos às perturbações como fogo e efeito de borda, bastante intensos na área de estudos. Em relação à reduzida área basal obtida, o autor cita como principais limitações a pouca profundidade do solo e a presença de afloramentos rochosos, que naturalmente restringem o desenvolvimento das árvores. No caso, a floresta estudada também sofre intenso efeito de borda, por estar próxima de uma área aberta, contudo a área basal apresentou números compatíveis com outros estudos (Tabela 19).

**Tabela 19:** Áreas basais de diferentes estudos em áreas de floresta em estágio médio de sucessão.

Local	Critério de inclusão (DAP em cm)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Fonte
Simão Dias (RBEPS) <sup>1</sup> , Ilha Grande, RJ <sup>2</sup>	2,5	26,3	R. R. OLIVEIRA, 2002
Parque Estadual do Rio Doce, MG	5,0	25,78	LOPES <i>et al.</i> 2002
APA da Serra da Capoeira Grande, RJ	5,0	12,06	PEIXOTO <i>et al.</i> 2005
Maciço da Pedra Branca, RJ	5,0	22,75	<b>Este estudo</b>

<sup>1</sup> Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul.

De acordo com HEINSDIJK (1965) *apud* KURTZ & ARAÚJO (2000), a distribuição dos diâmetros dos troncos das árvores das florestas tropicais apresenta aproximadamente a forma de um 'J' invertido. Segundo PEIXOTO *et al.* (2005), este padrão representa uma grande quantidade de indivíduos recrutados, em relação a uma quantidade menor de indivíduos adultos, sugerindo uma ausência de problemas de regeneração natural. LOPES *et al.* (2002) acrescenta que um decréscimo acentuado no número de indivíduos, no sentido das menores para as maiores classes diamétricas pode significar que a fisionomia florestal encontra-se em pleno desenvolvimento em direção a estádios mais avançados, uma vez que

existe um contingente de indivíduos jovens que irão suceder àqueles que já se encontram senis ou em decrepitude.

Porém, este tipo de resultado não significa que a distribuição esteja balanceada, ou seja, que o fator de redução do número de indivíduos de uma classe para a seguinte seja constante (KURTZ & ARAÚJO, 2000). SILVA & NASCIMENTO (2001) afirmam que este padrão em forma de 'J' invertido não necessariamente indica ausência de problemas de regeneração, devendo ser considerado com cautela. A análise mais detalhada de seus resultados, em nível específico indicou que algumas espécies possuíam padrões distintos de distribuição.

### **5.3. Classificação da Imagem**

#### **5.3.1. Dados auxiliares**

A partir dos dados de hipsometria da área foi possível efetuar um modelo digital de elevação, um mapa de declividade e outro de faces de orientação que juntos tiveram um papel essencial na classificação por interpretação visual. A região apresenta relevo predominantemente ondulado e montanhoso, com cerca de 16% de suas encostas com mais de 36,9°. Mais de 50% de suas encostas está voltada para o sul (51,9%). Estes fatores conjugados provavelmente contribuem significativamente para preservação das florestas na bacia do rio Camorim, já que a declividade representa um empecilho a possíveis atividades antrópicas. A predominância das encostas voltadas para o sul favorece a regeneração, devido à maior umidade e menor insolação, reduzindo o risco de incêndios. Estes fatos foram confirmados pela classificação dos estágios sucessionais na bacia do rio Camorim, que identificou uma porcentagem significativa de florestas em estágio avançado de sucessão e floresta primária.

Conforme aumenta o gradiente de declividade, ocorrem significativas mudanças na estrutura e florística da mata. Isto se dá principalmente, devido a pouca profundidade do solo e à maior entrada de luz, o que permite a germinação e o crescimento de espécies adaptadas a essas condições. Assim, a inexistência de dossel fechado, por ação de declividade acentuada, deve ser observada no momento de se classificar o estágio de desenvolvimento da fitocenose estudada (PAULA *et al.*, 2004). Apesar deste fator ter sido considerado por ocasião da classificação, muitas vezes se tornou difícil decidir o que era mais importante, a declividade ou a reflectância da região, por exemplo. Por isso, uma ampliação dos trabalhos de campo em áreas com diferentes declividades seria uma contribuição significativa para a precisão da classificação dos estágios sucessionais.

A bacia do Camorim possui suas vertentes predominantemente voltadas para Sul. Isto significa que a maioria das encostas recebe mais umidade proveniente dos ventos convectivos do mar e das frentes frias. Ao mesmo tempo, recebe uma incidência menor de insolação do que a vertente norte, devido à posição no hemisfério sul e, por este motivo, a recomposição da floresta geralmente se dá em tempo relativamente curto (R. R. OLIVEIRA *et al.*, 1995), o que justifica a grande presença de florestas conservadas (50% da área) na região da bacia do rio Camorim. Ao mesmo tempo, o fator 'orientação de encosta' é relevante no que se refere à susceptibilidade a incêndios florestais. As diferenças entre as vertentes são mais nítidas e de melhor visualização do que as diferenças de declividade. Desta forma, este parâmetro se mostrou um significativo recurso no auxílio ao intérprete da imagem de satélite.

#### **5.3.2. Interpretação visual**

Dependendo do tipo de alvo na superfície terrestre que o sensor remoto atinge observa-se que há variação da curva espectral, ou seja, objetos presentes na superfície

terrestre refletem de forma diferente. Porém, alguns alvos, como a vegetação, por exemplo, podem variar de acordo com a quantidade de água, presença de pigmentos e espessura da folha. Além disso, uma mesma classe pode possuir um padrão de reflectância diferente, dependendo de sua localização na encosta, da declividade, das condições do solo ou da época do ano. Desta forma, como já explicitado anteriormente, a chave de interpretação foi extremamente importante para o analista da imagem, pois ela possui a maioria das formas possíveis de uma determinada classe se apresentar, o que minimiza a confusão entre classes e, conseqüentemente, aumenta a precisão da classificação. Além disso, cria uma padronização para as classes, facilitando o trabalho do intérprete.

A estratégia de classificação obedeceu a uma hierarquia de classes do nível geral (Nível I) para o específico (Nível II). Isso permitiu uma sistematização da classificação, o que contribui para uma melhor interpretação das classes, já que possibilita que o intérprete se concentre no desmembramento de uma classe de cada vez, evitando, assim possíveis confusões.

Primeiro foram classificadas as classes gerais no Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), onde se verificou a predominância da classe 'Floresta', ocupando cerca de 65% da área analisada. Nesta fase, com exceção da classe 'Ocupação urbana', todas as outras foram bem diferenciadas. Isto ocorreu porque havia muita vegetação no entorno das edificações, que acabou por ser parcialmente incorporada à classe.

Sobre a classificação Nível I, delimitou-se a bacia do rio Camorim, na qual se verificou que 85% da área analisada é ocupada pela classe 'Floresta'. Isto, porém não serve como um indicativo de preservação ou conservação, já que não se sabe a situação real desses fragmentos, ou seja, qual sua extensão e em que estágios sucessionais estão. Desta forma, a fim de uma análise mais detalhada, foram desmembradas as classes 'Floresta' e 'Afloramento Rochoso', o que possibilitou uma análise mais acurada da bacia.

A classe 'Floresta' foi detalhada nos estágios sucessionais definidos pela resolução CONAMA nº 06.

A classe 'Estágio inicial' foi facilmente distinguida das outras por sua uniformidade de textura, que geralmente reflete a dominância de poucas espécies. Algumas vezes pôde ser confundida com vegetação rupícola, quando esta cobria totalmente o afloramento rochoso. Nestes casos, a imagem pancromática e/ou os dados de declividade foram essenciais para decidir a que tipo de classe de uso do solo pertencia a área. É importante destacar que esta classe é a que apresenta maior variabilidade no tempo, pois é onde a sucessão ecológica ocorre com maior velocidade alterando a fitofisionomia da mesma.

A classe 'Estágio Médio' foi diferenciada das outras classes, principalmente através da observação de um início de heterogeneidade de textura. Entretanto, ainda se percebe a dominância de algumas espécies visivelmente com distribuição agregada. Este aspecto pode ser observado através da semelhança de arquitetura e textura da copa de algumas espécies. Dentre estas, na região estudada destaca-se o guapuruvú *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, cuja arquitetura de copa é inconfundível em exame de imagens.

A classe 'Estágio Avançado' foi melhor diferenciada dos estágios inicial e médio e mais confundido com a Floresta Primária. Esta classe foi caracterizada por ausência de homogeneidade de textura. Foi possível perceber a diferenciação da floresta em estratos pela diferença entre as alturas das árvores e o aumento da diversidade pela heterogeneidade das arquiteturas de copa das árvores.

A 'Floresta Primária' foi diferenciada dos demais estágios, e principalmente do estágio avançado, porque foi definido um padrão em campo que teve uma boa correspondência com o padrão observado na imagem. Ficou definido, então que aquele padrão espectral e, principalmente de textura (heterogeneidade), era o padrão máximo que poderia ser alcançado. A parte mais difícil foi identificar as regiões onde existiam florestas em clímax local, pois

geralmente possuíam padrões espectrais que correspondiam a estágios sucessionais mais iniciais. Isto pode ter causado algumas confusões na aplicação da interpretação visual e, possivelmente, subestimado a área de florestas mais conservadas na região. Isso significa que apesar da grande pressão antrópica que sofre em seu entorno, a bacia do rio Camorim ainda mantém remanescentes significativos para conservação da Mata Atlântica. Finalmente há que se destacar que o padrão de referência gerado no presente trabalho para a classe ‘Floresta Primária’ diz respeito a uma única posição topográfica (fundo de vale). Certamente em áreas mais declivosas ou em topo de serranias, o padrão deve se alterar.

A classe ‘Afloramento Rochoso’ foi detalhada em ‘Vegetação saxícola’ e ‘Vegetação rupícola’ (Nível II). Estas classes apresentaram alguma dificuldade em sua delimitação, pois estão sobre afloramento rochoso, mas este margeia áreas de floresta. Então é possível confundir a vegetação de afloramento rochoso com a vegetação de floresta, já que estas possuem algumas vezes aspecto semelhante. Um fator que auxiliou nesta fase do processo foi a camada de declividade, com a qual foi possível diferenciar, sobre onde efetivamente estava a vegetação.

## 6. CONCLUSÕES

A utilização dos parâmetros da resolução CONAMA n° 06 se mostrou bastante prática tanto nos parâmetros quantitativos quanto qualitativos. Porém, a determinação dos critérios de inclusão para trabalho no campo e a lista de espécies indicadoras devem ficar a cargo do pesquisador. Estes fatores são de extrema importância para o inventário de campo e para uma boa avaliação dos estágios sucessionais. Portanto, a resolução não é uma boa ferramenta para ser utilizada isoladamente. A classificação da resolução associada a alguns parâmetros qualitativos de BUDOWSKI (1965) como presença de epífitas e gramíneas mostrou-se eficiente, sendo capaz de gerar melhores resultados para uma avaliação rápida da vegetação. Desta forma, recomenda-se a utilização da resolução com cautela e sempre associada a trabalhos de campo que referenciem melhor a realidade da área de estudo, principalmente em relação às espécies vegetais.

Em relação aos transectos, pode-se afirmar, pelos resultados quantitativos, que apresentam valores bastante superiores àqueles estabelecidos para um estágio avançado de sucessão, e pelo seu histórico de conservação, que a área analisada na bacia do rio Camorim é uma floresta primária de acordo com o disposto no Art. 1° da resolução CONAMA n° 06. A presença de um indivíduo do gênero *Ficus* nesta área afetou significativamente o cálculo da área basal, porém mesmo retirando seus dados dos cálculos a região ainda apresenta um valor elevado de área basal e compatível com o seu estágio sucessional. A segunda área está em estágio médio de sucessão, de acordo com os parâmetros quantitativos e qualitativos analisados, segundo o Art. 2°, §2° da resolução supracitada. Mesmo estando próxima a uma área aberta, sofrendo o efeito de borda, a floresta apresenta bom estado de regeneração.

A estratégia de classificação por hierarquia de classes se mostrou um método adequado para interpretação visual das classes que, por ser sistemática, diminui um pouco da subjetividade do processo.

Dentre os conhecimentos geográficos analisados a face de orientação da encosta e a declividade se mostraram ótimos parâmetros no auxílio da determinação dos estágios sucessionais por imagem de satélite.

Foi possível relacionar os dados coletados em campo, com os dados observados nas imagens de satélite, sendo possível estimar a estrutura da floresta. Porém, as variáveis que determinam o estágio sucessional de uma floresta são muitos e só através de um amplo estudo em campo seriam obtidos dados mais representativos da variabilidade local. Os estágios sucessionais, mesmo com algumas dificuldades, foram diferenciados entre si. O resultado, no entanto, representa uma boa estimativa, visto que não seria possível, em tempo hábil, realizar um inventário de campo que representasse toda a bacia hidrográfica.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A resolução CONAMA nº 06 não atende às exigências científicas para determinação de estágios sucessionais, principalmente pela falta de um critério de inclusão claro e uma lista de espécies incompleta e sem embasamento dentro da ampla variedade das formações florestais do Estado do Rio de Janeiro. Desta forma, dificilmente poderia ser utilizada como um parâmetro legal face à grande variabilidade dos padrões sucessionais. A resolução, portanto, deveria ser revista e reformulada, a fim de atender aos propósitos que se presta.

Apesar de todas as dificuldades apresentadas, o estudo conseguiu cumprir com seus objetivos. A ampliação e sistematização futura dos inventários de campo feitos neste trabalho se mostram necessárias, visto a complexidade da determinação dos estágios sucessionais.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, A. F. **Classificação de ambiente ciliar baseada em orientação a objetos em imagens de alta resolução.** 2003. Tese (Doutorado) - Departamento de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

ARAÚJO, C. **Jacarepaguá de antigamente.** Capítulo II. Belo Horizonte: Carol Borges, 1995. Disponível em <<http://www.acija.org.br/jpa3.htm>> Acesso em 17 jan. 2007.

ARAÚJO, L. S. Fotografias aéreas e imagens Quickbird como suporte na gestão de Unidades de Conservação da Mata Atlântica. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 13., Abril 2007, Florianópolis, SC. **Anais eletrônicos...** Disponível em <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.14.00/doc/1599-1605.pdf>>

AVERY, T. E., BERLIN, G. L. **Interpretation of Aerial Photographs.** 4. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1985.

BLASCHKE, T., STROBL, J. What's wrong with pixel? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS. **GIS – Zeitschrift für Geoinformationssysteme**, v. 6, p.12-17, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 10 de 01 de outubro de 1993a.**

BRASIL. Presidente da República. **Decreto nº 750 de 10 de fevereiro de 1993b.**

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 06 de 04 de maio de 1994.**

BUDOWSKI, G. **Studies on forest succession in Costa Rica e Panamá.** 1961. 189 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - School of Forestry, Yale University, New Haven, 1961.

\_\_\_\_\_ Forest succession in tropical lowlands. **Turrialba**, v. 13, n. 1, p. 231-241. 1963.

\_\_\_\_\_ Distribution of tropical American Rain Forest trees in the light of sucessional process. **Turrialba**, v.15, p. 40-45. 1965.

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

CÂMARA, G., MEDEIROS, J. S. de. **GIS para Meio Ambiente.** Tutorial. São Paulo: Sagres. 1997. 139 p.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais.** Curitiba: Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, 2004. 219 p.

CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **IQM VERDE II - Índice de Qualidade dos Municípios**, Rio de Janeiro: CIDE, 2003.

COSTA, N. M. **Análise do Parque Estadual da Pedra Branca por geoprocessamento: uma contribuição ao seu Plano Diretor**. 2002. 317 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

COSTA, N. M., SILVA, J. X. da. Geoprocessamento aplicado a planos de manejo: o caso do Parque Estadual da Pedra Branca, RJ. In: SILVA, J. X. da., ZAIDAN, R. T. (Orgs.) **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 67-114.

CRUZ, C. B. M., VICENS, R. S., SEABRA, V. S., REIS, R. S., 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: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., Abril 2007, Florianópolis, SC. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.22.53/doc/5691-5698.pdf>>

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira**. Rio de Janeiro: Companhia das Letras. 1997. 484 p.

DORREN, L. K. A., MAIER, B., SEIJMONSBERGEN, A. C. Improved Landsat-based forest mapping in steep mountainous terrain using object-based classification. **Forest Ecology and Management**, v.183, p. 31–46, 2003.

EHLERS, M., GÄHLER, M., JANOWSKY, R. Automated analysis of ultra high-resolution remote sensing data for biotope type mapping: new possibilities and challenges. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, v. 57, p. 315-326, 2003.

ENGEMANN, C., CHAGAS, J., SANTOS, R. S., BORGES, A. C., OLIVEIRA, R. R. Consumo de recursos florestais e produção de açúcar no período colonial: o caso do engenho do Camorim, RJ. In: OLIVEIRA, R. R. (Org.) **As marcas do homem na floresta. História Ambiental de um trecho de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: PUC - Rio, 2005. 232 p.

EWEL, J. Tropical Succession: manifold routes to maturity. **Biotropica**, v. 59, n.2, p. 2 – 7, 1980.

FINEGAN, B. Forest Succession. **Nature**, v. 312, n. 8, p. 109-114, 1984.

FIRME, R. P., VICENZ, R. S., MACEDO, G. V., SILVA, I. M. & OLIVEIRA, R. R. Estrutura da vegetação de um trecho de mata atlântica sobre solos rasos (maciço da Pedra Branca, RJ). **Eugeniana**, v. 24, n.1, p. 3-10, 2001.

FIRME, R. P., MONTEZUMA, R. C. M., SANTOS, R. L. dos, OLIVEIRA, R. R. Aspectos estruturais da paisagem da mata atlântica em áreas alteradas por incêndios florestais. In: OLIVEIRA, R. R. (Org.) **As marcas do homem na floresta. História Ambiental de um trecho de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: PUC - Rio, 2005. 232 p.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficinas de Textos. 2002. 102 p.

FOODY, G. M., CURRAN, P. J. Estimation of Tropical Forest Extent and Regenerative Stage Using Remotely Sensed Data. **Journal of Biogeography**, v. 21, n. 3, p. 223-244. 1994.

FONSECA, D. P. R. da. A marca do sagrado (Prefácio). *In*: OLIVEIRA, R. R. (Org.) **As marcas do homem na floresta. História Ambiental de um trecho de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: PUC - Rio, 2005. 232 p.

FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA & INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período de 1995 a 2000**. Relatório final. São Paulo, 2002.

GANDOLFI, S., LEITÃO-FILHO, H. F., BEZERRA, C. L. F., Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767. 1995.

GEOHECO (Laboratório de Geo-hidroecologia). **Diagnóstico/Prognóstico sobre a qualidade ambiental do geocossistema do maciço da Tijuca - Subsídios à regulamentação da Aparu do Alto da Boa Vista**. Relatório entregue à Secretaria de Meio Ambiente/PMRJ. UFRJ, Rio de Janeiro, 2000. 145p.

GUO, B., GUNN, S. R., DAMPER, R. I. Band Selection for Hyperspectral Image Classification Using Mutual Information. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 3, n. 4, p. 522-526, oct 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série: Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Clima do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em:  
< [ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas\\_murais/clima.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/clima.pdf)>

KONRATH, J., BITTENCOURT, M. & MANTOVANI, W. Avaliação rápida de ecossistemas florestais utilizando imagens de satélite, geoprocessamento e campo. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., Abril 2003, Belo Horizonte, MG. **Anais eletrônicos...** Disponível em:  
< [http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.17.21.26/doc/19\\_284.pdf](http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.17.21.26/doc/19_284.pdf)>

KURTZ, B. C. **Composição florística e estrutura do estrato arbóreo de um trecho de Mata Atlântica situado na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, município de Cachoeira de Macacu, Rio de Janeiro**. 1995. Dissertação (Mestrado) Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

KURTZ, B. C., ARAÚJO, D. S. D. de. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 51, p. 69-112, 2000.

KUX, H. J. H., PINHEIRO, E. S. Dados do satélite QUICKBIRD para o mapeamento do uso e cobertura da terra numa seção da Mata Atlântica no Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Abril 2005, Goiânia, Brasil. **Anais eletrônicos...** Disponível em:

<<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.13.36/doc/4509.pdf>>

LILLESAND, T. M. & KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 4. ed. Nova York: John Wiley and Sons, Inc., 2000. 724 p.

LOPES, W. P., SILVA, A. F., SOUZA, A. L., NETO, J. A. A. M. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce – Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 16, n. 4, p. 443-456, 2002.

MAYAUX, P., ACHARD, F., MALINGREAU, J. Global tropical forest area measurements derived from coarse resolution satellite imagery: a comparison with other approaches. **Environmental Conservation**, v. 25, n. 1, p. 37-52. 1998.

MOREIRA, A.M. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B., KENTS, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853 – 858, 2000.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

OLIVEIRA, R. J., MANTOVANI, W. & MELO, M. M. R. F. de. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Floresta Atlântica de encosta, Peruíbe, SP. **Acta Botanica Brasílica**, v. 15, n. 3, p. 391-412, 2001.

OLIVEIRA, R. R. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. **Rodriguésia**, v. 53, n.82, p.33-58, 2002.

\_\_\_\_\_ (Org.) **As marcas do homem na floresta. História Ambiental de um trecho de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: PUC - Rio, 2005. 232 p.

OLIVEIRA, R. R. & COSTA, E. Levantamento florístico do Camorim: dados preliminares. **Atas da Sociedade Botânica do Brasil - Secção RJ**, v. 3, n. 2, p. 9-13, 1985.

OLIVEIRA, R.R., ZAÚ, A.S., LIMA, D.F., SILVA, M.B.R., VIANNA, M.C., SODRÉ, D.O. & SAMPAIO, P.D. Significado ecológico de orientação de encostas no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis: Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros**, v. 1, p.523-541, 1995.

Ortofoto: a imagem que é um mapa. **InfoGeo**. Rio de Janeiro, ano 3, n. 16, p. 36-41, nov/dez 2000.

PAULA, A., SILVA, A. F., JÚNIOR, P. M., SANTOS, F. A. M., SOUZA, A. L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 18, n. 3, p. 407-423, 2004.

PEIXOTO, G. L., MARTINS, S. V., SILVA, A. F., SILVA, E. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 539-547, 2005.

PENHA, H. M. Geologia do Maciço da Pedra Branca. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 53, n. 3, p. 355-356, 1984.

PESSOA, S. de V. A., OLIVEIRA, R. R. Análise estrutural da vegetação arbórea em três fragmentos florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 391-411, 2006.

PIELKE, R. A.; LEE, T. L.; COPELAND, J. H.; EASTMAN, J. L.; ZIEGLER, C. L., FINLEY, C. A. Use of USGS-provided data to improve weather and climate simulations. **Ecological Applications**, v.7, n.1, p. 3-21, 1997.

REGO, L. F. G. **Automatic land-cover classification derived from high resolution IKONOS satellite image in the urban Atlantic Forest in Rio de Janeiro, Brazil, by means of an objects-oriented approach**. 2003. 193 f. Tese (Doutorado) Universidade Albert-Ludwigs, Freiburg, Alemanha, 2003.

\_\_\_\_\_. O espaço geográfico visto do espaço orbital. *In*: OLIVEIRA, R. R. (Org.) **As marcas do homem na floresta. História Ambiental de um trecho de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: PUC - Rio, 2005. p. 51-62.

SAWAYA, KALI E., OLMANSON, LEIF G., HEINERT, N. J., BREZONIK, P. L., BAUER, M. E. Extending satellite remote sensing to local scales: land and water resource monitoring using high-resolution imagery. **Remote Sensing of Environment**, v. 88, p. 144-156, 2003.

SCHNEIDER, R. R. 1995. **Government and the economy on the Amazon frontier**. World Bank Environmental Paper, n.11, p. 1-65.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE. **Parque Estadual da Pedra Branca**. SEA. Disponível em: <<http://semads.rj.gov.br/apas.asp>> Acesso em 20 dez. 2006.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. **Guia das Unidades de Conservação Ambiental do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: SMAC, 1998.

\_\_\_\_\_. **Mapeamento e caracterização de usos das terras e cobertura vegetal no município do Rio de Janeiro entre os anos de 1984 e 1999**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: SMAC, 2000.

SILVA, V. V. da & FERREIRA, A. M. M. Caracterização dos estágios de sucessão ecológica secundária da Mata Atlântica no médio vale do rio Paraíba do Sul fluminense. **Geografia**. Rio Claro, v. 29, n. 3, p. 469-478, set/dez 2004.

SILVA, G. C. & NASCIMENTO, M. T. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 51-62, mar 2001.

SIPS, P. The Atlantic Forest of South Bahia, Brazil: Hotspot within a Hotspot. **European Tropical Research Network**, n. 29, p. 41- 43, 1999.

SOLÓRZANO, A. **Efeito da história de uso do solo na estrutura e composição em duas áreas de Floresta Atlântica secundária, Parque Estadual da Pedra Branca, RJ.** 2006. Dissertação (Mestrado). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SOLÓRZANO, A. & OLIVEIRA, R. R. Resultantes biogeográficas e da História Ambiental na sucessão ecológica em um trecho de Mata Atlântica no Maciço da Pedra Branca, RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Rio de Janeiro, RJ. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.4/176/176.htm>> Acesso em 05 fev.2005.

SONG, C. & WOODCOCK, C. E. Monitoring Forest Succession with Multitemporal Landsat Images: Factors of Uncertainty. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 41, n. 11, p. 2557-2567, nov. 2003.

TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica montana. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 251-261, 1999.

TANIZAKI, K. & MOULTON, T. A fragmentação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e a perda de biodiversidade. In: BERGALLO, H.G., ROCHA, C.F.D., ALVES, M.A.S. & SLUYS, M.V. (orgs.). **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Uerj, 2000. p. 23-35.

THENKABAIL, P. S., HALL, J. LIN, T., ASHTON, M. S., HARRIS, D., ENCLONA, E. A. Detecting floristic structure and pattern across topographic and moisture gradients in a mixed species Central Africa forest using IKONOS and Landsat ETM+ images. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 4, p. 255-270, 2003.

THOMAS, W.W, CARVALHO, A. M. V. de, AMORIM, A. M. A., GARRISON, J., ARBELÁEZ, A. L. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and conservation**, v. 7, n. 3, p. 311-322, 1998.

VIEIRA, I. C. G., ALMEIDA, A. S., DAVIDSON, E. A., STONE, T.A., CARVALHO, C. J. R. & GUERRERO, J. B. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazônia. **Remote Sensing of Environment**, v. 87, p. 470-481, 2003.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística.** 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1980. 196 p.

VUONO, Y. S. Inventário fitossociológico. In: SYLVESTRE, L. S. & ROSA, M. M. T. **Manual Metodológico para Estudos Botânicos na Mata Atlântica.** Cap. 4, Seropédica: EDUR, p. 51-65, 2002.

## **ANEXOS**

A – Resolução CONAMA nº 10 de 01 de outubro de 1993.

B – Decreto nº 750 de 10 de fevereiro de 1993.

C – Resolução CONAMA nº 06 de 04 de maio de 1994.

## ANEXO A

### RESOLUÇÃO Nº 10, DE 1º DE OUTUBRO DE 1993

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, com as alterações introduzidas pela Lei nº 8.028, de 12 de abril de 1990, Lei nº 8.490, de 19 de novembro de 1992, e pela Medida Provisória nº 350, de 14 de setembro de 1993, e com base no Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, e no Regimento Interno aprovado pela Resolução/conama/nº 025, de 03 de dezembro de 1986,

Considerando a deliberação contida na Resolução/conama/nº 003, de 15 de junho de 1993, resolve:

Art. 1º Para efeito desta Resolução e considerando o que dispõem os artigos 3º, 6º e 7º do Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993, são estabelecidos os seguintes parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica:

- I - fisionomia;
- II - estratos predominantes;
- III - distribuição diamétrica e altura;
- IV - existência, diversidade e quantidade de epífitas;
- V - existência, diversidade e quantidade de trepadeiras;
- VI - presença, ausência e características da serapilheira;
- VII - subosque;
- VIII - diversidade e dominância de espécies;
- IX - espécies vegetais indicadoras.

§ 1º O detalhamento dos parâmetros estabelecidos neste artigo, bem como a definição dos valores mensuráveis, tais como altura e diâmetro, serão definidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e pelo Órgão estadual integrante do SISNAMA, no prazo de 30 dias, contados da publicação desta Resolução e submetidos à aprovação do Presidente do CONAMA, "ad referendum" do Plenário que se pronunciará na reunião ordinária subsequente.

§ 2º Poderão também ser estabelecidos parâmetros complementares aos definidos neste artigo, notadamente a área basal e outros, desde que justificados técnica e cientificamente.

Art. 2º Com base nos parâmetros indicados no artigo 1º desta Resolução, ficam definidos os seguintes conceitos:

I - Vegetação Primária - vegetação de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies.

II - Vegetação Secundária ou em Regeneração - vegetação resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária.

Art. 3º Os estágios de regeneração da vegetação secundária a que se refere o artigo 6º do Decreto nº 750/93, passam a ser assim definidos:

s, predominando em clima subtropical ou temperado. Caracteriza-se por uma ruptura na seqüência natural das espécies presentes nas formações fisionômicas circunvizinhas. As cl - Estágio Inicial:

- a) fisionomia herbáceo/arbustiva de porte baixo, com cobertura vegetal variando de fechada a aberta;
- b) espécies lenhosas com distribuição diamétrica de pequena amplitude;
- c) epífitas, se existentes, são representadas principalmente por líquenes, briófitas e pteridófitas, com baixa diversidade;
- d) trepadeiras, se presentes, são geralmente herbáceas;
- e) serapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não;
- f) diversidade biológica variável com poucas espécies arbóreas ou arborescentes, podendo apresentar plântulas de espécies características de outros estágios;
- g) espécies pioneiras abundantes;
- h) ausência de subosque.

II - Estágio Médio:

- a) fisionomia arbórea e/ou arbustiva, predominando sobre a herbácea, podendo constituir estratos diferenciados;
- b) cobertura arbórea, variando de aberta a fechada, com a ocorrência eventual de indivíduos emergentes;
- c) distribuição diamétrica apresentando amplitude moderada, com predomínio de pequenos diâmetros;
- d) epífitas aparecendo com maior número de indivíduos e espécies em relação ao estágio inicial, sendo mais abundantes na floresta ombrófila;
- e) trepadeiras, quando presentes são predominantemente lenhosas;
- f) serapilheira presente, variando de espessura de acordo com as estações do ano e a localização;
- g) diversidade biológica significativa;
- h) subosque presente.

III - Estágio Avançado:

- a) fisionomia arbórea, dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme no porte, podendo apresentar árvores emergentes;
- b) espécies emergentes, ocorrendo com diferentes graus de intensidade;
- c) copas superiores, horizontalmente amplas;

- d) distribuição diamétrica de grande amplitude;
- e) epífitas, presentes em grande número de espécies e com grande abundância, principalmente na floresta ombrófila;
- f) trepadeiras, geralmente lenhosas, sendo mais abundantes e ricas em espécies na floresta estacional;
- g) serapilheira abundante;
- h) diversidade biológica muito grande devido à complexidade estrutural;
- i) estratos herbáceo, arbustivo e um notadamente arbóreo;
- j) florestas neste estágio podem apresentar fisionomia semelhante à vegetação primária;
- l) subosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio;
- m) dependendo da formação florestal, pode haver espécies dominantes.

Art. 4º A caracterização dos estágios de regeneração da vegetação, definidos no artigo 3º, desta Resolução, não é aplicável aos ecossistemas associados às formações vegetais do domínio da Mata Atlântica, tais como manguezal, restinga, campo de altitude, brejo interiorano e encrave florestal do nordeste.

Parágrafo único. Para as formações vegetais, referidas no "caput" deste artigo, à exceção de manguezal, aplicam-se as disposições contidas nos parágrafos 1º e 2º do artigo 1º desta Resolução, respeitada a legislação protetora pertinente em especial a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, a Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967, a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, a Lei nº 6.938, de 31/08/81, e a Resolução/conama/nº 004, de 18 de setembro de 1985.

Art. 5º As definições adotadas para as formações vegetais de que trata o artigo 4º, para efeito desta Resolução, são as seguintes:

I - Manguezal - vegetação com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e Santa Catarina. Nesse ambiente halófito, desenvolve-se uma flora especializada, ora dominada por gramíneas (*Spartina*) e amarilidáceas (*Crinum*), que lhe conferem uma fisionomia herbácea, ora dominada por espécies arbóreas dos gêneros *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia*. De acordo com a dominância de cada gênero, o manguezal pode ser classificado em mangue vermelho (*Rhizophora*), mangue branco (*Laguncularia*) e mangue siriúba (*Avicennia*), os dois primeiros colonizando os locais mais baixos e o terceiro os locais mais altos e mais afastados da influência das marés. Quando o mangue penetra em locais arenosos denomina-se mangue seco.

II - Restinga - vegetação que recebe influência marinha, presente ao longo do litoral brasileiro, também considerada comunidade edáfica, por depender mais da natureza do solo do que do clima. Ocorre em mosaico e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado.

III - Campo de altitude - vegetação típica de ambientes montano e alto-montano, com estrutura arbustiva e/ou herbácea, que ocorre geralmente nos cumes litólicos das serras com altitudes elevadas. Comunidades florísticas próprias dessa vegetação são caracterizadas por endemismos.

IV - Brejo Interiorano - mancha de floresta que ocorre no nordeste do País, em elevações e platôs onde ventos úmidos condensam o excesso de vapor e criam um ambiente de maior umidade. É também chamado de brejo de altitude.

V - Enclave Florestal do Nordeste - floresta tropical baixa, xerófita, latifoliada e decídua, que ocorre em caatinga florestal, ou mata semi-úmida decídua, higrófila e mesófila com camada arbórea fechada, constituída devido à maior umidade do ar e à maior quantidade de chuvas nas encostas das montanhas. Constitui uma transição para o agreste. No ecótono com a caatinga são encontradas com mais frequência palmeiras e algumas cactáceas arbóreas.

Art. 6º Para efeito desta Resolução, e tendo em vista o disposto nos artigos 5º e 7º do Decreto 750/93, são definidos:

I - Flora e Fauna Silvestres Ameaçadas de Extinção - espécies constantes das listas oficiais do IBAMA, acrescidas de outras indicadas nas listas eventualmente elaboradas pelos órgãos ambientais dos Estados, referentes as suas respectivas biotas.

II - Vegetação de Excepcional Valor Paisagístico - vegetação existente nos sítios considerados de excepcional valor paisagístico em legislação do Poder Público Federal, Estadual ou Municipal.

III - Corredor entre Remanescentes - faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária ou em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes, sendo que a largura do corredor e suas demais características, serão estudadas pela Câmara Técnica Temporária para Assuntos de Mata Atlântica e sua definição se dará no prazo de 90 (noventa) dias.

IV - Entorno de Unidades de Conservação - área de cobertura vegetal contígua aos limites de Unidade de Conservação, que for proposta em seu respectivo Plano de Manejo, Zoneamento Ecológico/Econômico ou Plano Diretor de acordo com as categorias de manejo. Inexistindo estes instrumentos legais ou deles não constando a área de entorno, o licenciamento se dará sem prejuízo da aplicação do disposto no artigo 2º da Resolução/conama/nº 013/90.

Art. 7º As áreas rurais cobertas por vegetação primária ou nos estágios avançados e médios de regeneração da Mata Atlântica, que não forem objeto de exploração seletiva, conforme previsto no artigo 2º do Decreto nº 750/93, são consideradas de interesse ecológico para a proteção dos ecossistemas.

Art. 8º A Câmara Técnica Temporária para Assuntos de Mata Atlântica, instituída pela Resolução/conama/nº 003/93, editará um glossário dos termos técnicos citados nesta Resolução.

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 10 Ficam revogadas as disposições em contrário, especialmente as alíneas "n" e "o" do artigo 2º da Resolução/conama/nº 004/85.

## ANEXO B

### DECRETO N° 750, DE 10 DE FEVEREIRO DE 1993

***Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências.***

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA**, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, e tendo em vista o disposto no art. 225, § 4º, da Constituição, e de acordo com o disposto no art. 14, alíneas "a" e "b", da Lei n° 4.771, de 15 de setembro de 1965, no Decreto-Lei n° 289, de 28 de fevereiro de 1967, e na Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981,

#### DECRETA:

**Art. 1º** Ficam proibidos o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica.

Parágrafo único. Excepcionalmente, a supressão da vegetação primária ou em estágio avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica poderá ser autorizada, mediante decisão motivada do órgão estadual competente, com anuência prévia do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA, informando-se ao Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, quando necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, mediante aprovação de estudo e relatório de impacto ambiental.

**Art. 2º** A exploração seletiva de determinadas espécies nativas nas áreas cobertas por vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica poderá ser efetuada desde que observados os seguintes requisitos:

I - não promova a supressão de espécies distintas das autorizadas através de práticas de roçadas, bosqueamento e similares;

II - elaboração de projetos, fundamentados, entre outros aspectos, em estudos prévios técnico-científicos de estoques e de garantia de capacidade de manutenção da espécie;

III - estabelecimento de área e de retiradas máximas anuais;

IV - prévia autorização do órgão estadual competente, de acordo com as diretrizes e critérios técnicos por ele estabelecidos.

Parágrafo único. Os requisitos deste artigo não se aplicam à exploração eventual de espécies da flora, utilizadas para consumo nas propriedades ou posses das populações tradicionais, mas ficará sujeita à autorização pelo órgão estadual competente.

**Art. 3º** Para os efeitos deste Decreto, considera-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais restingas campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste.

**Art. 4º** A supressão e a exploração da vegetação secundária, em estágio inicial de regeneração da Mata Atlântica, serão regulamentadas por ato do Ibama, ouvidos o órgão estadual competente e o Conselho Estadual do Meio Ambiente respectivo, informando-se ao C.

Parágrafo único. A supressão ou exploração de que trata este artigo, nos Estados em que a vegetação remanescente da Mata Atlântica seja inferior a cinco por cento da área original, obedecerá ao que estabelece o parágrafo único do art. 1º deste decreto.

**Art. 5º** Nos casos de vegetação secundária nos estágios médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, o parcelamento do solo ou qualquer edificação para fins urbanos só serão admitidos quando de conformidade com o plano-diretor do Município e demais legislações de proteção ambiental, mediante prévia autorização dos órgãos estaduais competentes e desde que a vegetação não apresente qualquer das seguintes características:

- I - ser abrigo de espécies da flora e fauna silvestres ameaçadas de extinção;
- II - exercer função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão;
- III - ter excepcional valor paisagístico.

**Art. 6º** A definição de vegetação primária e secundária nos estágios avançado, médio e inicial de regeneração da Mata Atlântica será de iniciativa do IBAMA, ouvido o órgão competente, aprovado pelo CONAMA.

Parágrafo único. Qualquer intervenção na Mata Atlântica primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração só poderá ocorrer após o atendimento do disposto no *caput* deste artigo.

**Art. 7º** Fica proibida a exploração de vegetação que tenha a função de proteger espécies da flora e fauna silvestres ameaçadas de extinção, formar corredores entre remanescentes de vegetação primária ou em estágio avançado e médio de regeneração, ou ainda de proteger o entorno de unidades de conservação, bem como a utilização das áreas de preservação permanente, de que tratam os arts. 2º e 3º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.

**Art. 8º** A floresta primária ou em estágio avançado e médio de regeneração não perderá esta classificação nos casos de incêndio e/ou desmatamento não licenciados a partir da vigência deste Decreto.

**Art. 9º** O CONAMA será a instância de recurso administrativo sobre as decisões decorrentes do disposto neste decreto, nos termos do art. 8º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

**Art. 10.** São nulos de pleno direito os atos praticados em desconformidade com as disposições do presente Decreto.

§ 1º Os empreendimentos ou atividades iniciados ou sendo executados em desconformidade com o disposto neste decreto deverão adaptar-se às suas disposições, no prazo determinado pela autoridade competente.

§ 2º Para os fins previstos no parágrafo anterior, os interessados darão ciência do empreendimento ou da atividade ao órgão de fiscalização local, no prazo de cinco dias, que fará as exigências pertinentes.

**Art. 11.** O IBAMA, em articulação com autoridades estaduais competentes, coordenará rigorosa fiscalização dos projetos existentes em área da Mata Atlântica.

Parágrafo único. Incumbe aos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), nos casos de infrações às disposições deste Decreto:

- a) aplicar as sanções administrativas cabíveis;
- b) informar imediatamente ao Ministério Público, para fins de requisição de inquérito policial, instauração de inquérito civil e propositura de ação penal e civil pública;

c) representar aos conselhos profissionais competentes em que inscrito o responsável técnico pelo projeto, para apuração de sua responsabilidade, consoante a legislação específica.

**Art. 12.** O Ministério do Meio Ambiente adotará as providências visando ao rigoroso e fiel cumprimento do presente Decreto, e estimulará estudos técnicos e científicos visando à conservação e o manejo racional da Mata Atlântica e sua biodiversidade.

**Art. 13.** Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

**Art. 14.** Revoga-se o Decreto nº 99.547, de 25 de setembro de 1990.

Brasília, 10 de fevereiro de 1993; 172º da Independência e 105º da República.

**ITAMAR FRANCO**

Fernando Coutinho Jorge

## ANEXO C

### RESOLUÇÃO Nº 6, DE 04 DE MAIO DE 1994

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei no. 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pela Lei no. 8.028, de 12 de abril de 1990, regulamentadas pelo Decreto no. 99.274, de 06 de junho de 1990, e Lei no. 8.746, de 09 de dezembro de 1993, considerando o disposto na Lei no. 8.490, de 19 de novembro de 1992, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e;

Considerando o disposto no §1º, do artigo 1º, da Resolução/conama/Nº 10, de 01 de outubro de 1993, publicada no D.O.U. de 03/11/93, que determina a apresentação de parâmetros mensuráveis para análise dos estágios de sucessão ecológica da Mata Atlântica, resolve:

Art. 1º Considera-se vegetação florestal primária no Estado do Rio de Janeiro a forma de vegetação de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies.

Art. 2º As formações florestais abrangidas pela Mata Atlântica, no Estado do Rio de Janeiro, compreendem a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional Semidecidual que, em seus estágios sucessionais secundários, apresentam os seguintes parâmetros estipulados com base em amostragens que consideraram indivíduos arbóreos com DAP médio de 10 centímetros.

§1º. Estágio Inicial:

- a) fisionomia herbáceo/arbustiva, cobertura aberta ou fechada, com a presença de espécies predominantemente heliófitas; plantas lenhosas, quando ocorrem, apresentam DAP médio de 5 centímetros e altura média de até 5 metros;
- b) os indivíduos lenhosos ocorrentes pertencem a, no máximo, 20 espécies botânicas por hectare;
- c) as espécies são de crescimento rápido e ciclo biológico curto;
- d) a idade da comunidade varia de 0 a 10 anos;
- e) a área basal média é de 0 a 10 metros quadrados/hectare;
- f) epífitas raras, podendo ocorrer trepadeiras;
- g) ausência de sub-bosque;
- h) serapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não;
- i) as espécies herbáceas ou de pequeno porte mais comuns e indicadoras desse estágio são:

alecrim-do-campo - *Baccharis dracunculifolia* (Compositae)  
assa-peixe - *Vernonia polyanthes* (Compositae)  
cambará - *Lantana camara* (Verbenaceae)  
guaximba - *Urena lobata* (Malvaceae)  
guizo-de-cascavel - *Crotalaria mucronata* (Leguminosae)  
erva-colégio - *Elephantopus mollis* (Compositae)  
juá - *Solanum aculeatissimum* (Solanaceae)  
jurubeba - *Solanum paniculatum* (Solanaceae)  
pindoba - *Attalea humilis* (Palmae)  
pixirica - *Clidemia hirta* (Melastomataceae)  
sapê - *Imperata brasiliensis* (Gramineae)  
samambaia-das-taperas - *Pteridium aquilinum* (Polypodiaceae)  
oficial-de-sala - *Asclepias curassavica* (Asclepiadaceae)  
vassourinha - *Sida* spp. (Malvaceae)  
falsa-poaia - *Borreria verticillata* (Rubiaceae)  
cipó-cabeludo - *Mikania* spp. (Compositae)

- j) as espécies lenhosas mais frequentes e indicadoras desse estágio são:

angico - *Aradenanthera colubrina* (Leguminosae)  
araçá - *Psidium cattleianum* (Myrtaceae)  
aroeira - *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae)  
crindiúva - *Trema micrantha* (Ulmaceae)  
embaúbas - *Cecropia* spp. (Moraceae)  
esperta - *Peschiera laeta* (Apocynaceae)  
goiabeira - *Psidium guajava* (Myrtaceae)  
maricá - *Mimosa bimucronata* (leguminosae)  
candeia - *Vanillosmopsis erythropappa* (Compositae)  
tapiá - *Alchornea iricurana* (Euphorbiaceae)  
sangue-de-drago - *Croton urucurana* (Euphorbiaceae)

#### §2º. Estágio Médio:

- a) fisionomia arbustiva / arbórea, cobertura fechada com início de diferenciação em estratos e surgimento de espécies de sombra;
- b) as espécies lenhosas, por sombreamento, eliminam as componentes herbáceas ou de pequeno porte do estágio inicial;
- c) as árvores têm DAP médio variando de 10 a 20 centímetros, altura média variando de 5 até 12 metros e idade entre 11 e 25 anos;
- d) sempre existe uma serapilheira, na qual há sempre muitas plântulas;
- e) a área basal média varia de 10 a 28 metros quadrados/hectare;
- f) muitas das árvores do estágio inicial podem permanecer, porém mais grossas e mais altas;
- g) sub-bosque presente;
- h) trepadeiras, quando presentes são predominantemente lenhosas;
- i) outras espécies arbóreas surgem nesse estágio sendo dele indicadoras:

açoita-cavalo - *Luethea grandiflora* (Tiliaceae)  
carrapeta - *Guarea guidonia* (Meliaceae)  
maminha-de-porca - *Zanthoxylon rhoifolium* (Rutaceae)  
jacatirão - *Miconia fairchildiana* (Melastomataceae)  
guaraperê - *Lamanonia ternata* (Cunoniaceae)  
ipê-amarelo - *Tabebuia chrysotricha* (Bignoniaceae)  
cinco-folhas - *Sparattosperma leucanthum* (Bignoniaceae)  
caroba - *Cybistax antisyphilitica* (Bignoniaceae)  
guapuruvu - *Schizolobium parahiba* (Leguminosae)  
aleluia - *Senna multijuga* (Leguminosae)  
canudeiro - *Senna macranthera* (Leguminosae)  
pindaíba - *Xylopia brasiliensis* (Annonaceae)  
camboatá - *Cupania oblongifolia* (Sapindaceae)

- j) as espécies mais freqüentes que estruturam o sub-bosque são:

aperta-ruão, jaborandi - *Piper* spp. (Piperaceae)  
caapeba - *Potomorphe* spp. (Piperaceae)  
fumo-bravo - *Solanum* sp. (Solanaceae)  
grandiúva-d'anta - *Pshychotria leiocarpa* (Rubiaceae)  
sonhos-d'ouro - *Pshychotria nuda* (Rubiaceae)  
caeté - *Maranta* spp. *Ctenanthe* spp. (Marantaceae)  
pacová - *Helioconia* spp. (Musaceae)

#### §3º. Estágio Avançado:

- a) fisionomia arbórea, cobertura fechada formando um dossel relativamente uniforme no porte, podendo apresentar árvores emergentes com sub-bosque já diferenciado em um ou mais estratos formados por espécies esciófilas;
- b) grande variedade de espécies lenhosas com DAP médio 20 centímetros e altura superior a 20 metros;
- c) comunidade com idade acima de 25 anos;
- d) há cipós, trepadeiras e abundância de epífitas;

- e) a área basal média é superior a 28 metros quadrados/hectare;
- f) serapilheira sempre presente, com intensa decomposição;
- g) as espécies arbóreas podem ser remanescentes do estágio médio acrescidas de outras que caracterizam esse estágio, como:

canela-santa - *Vochysia laurifolia* (Vochysiaceae)  
araribá - *Centrolobium robustum* (Leguminosae)  
canela - *Ocotea*, *Nectandra*, *Cryptocarya* (Lauraceae)  
canjerana - *Cabralea canjerana* (Meliaceae)  
cedro - *Cedrela fissilis* (Meliaceae)  
xixá - *Sterculia chicha* (Sterculiaceae)  
sapucaia - *Lecythis pisonis* (Lecythidaceae)  
cotieira - *Johannesia princeps* (Euphorbiaceae)  
garapa - *Apuleia leiocarpa* (Leguminosae)  
figueira - *Ficus* spp. (Moraceae)  
jequitibá-branco - *Cariniana legalis* (Lecythidaceae)  
jequitibá-rosa - *Cariniana estrellensis*  
jequitibá-rosa - *Couratari pyramidata* (Lecythidaceae)  
bicuíba - *Virola oleifera* (Miristicaceae)  
vinhático - *Plathymenia foliolosa* (Leguminosae)  
perobas - *Aspidosperma* spp. (Apocynaceae)  
guapeba - *Pouteria* sp. (Sapotaceae)  
pau-d'alho - *Gallezia integrifolia* (Phytolaccaceae)  
airi - *Astrocaryum aculeatissimum* (Palmae)  
aricanga - *Geonoma* spp. (Palmae)  
palmito - *Euterpe edulis* (Palmae)  
pindobuçu - *Attalea dubia* (Palmae)

- h) o sub-bosque é menos expressivo que no estágio médio e geralmente muito rico em espécies esciofilas; aumenta o número de espécies de rubiáceas e de marantáceas, principalmente, surgindo, ainda criciúma *Olyra* spp (Gramineae), *Leandra* spp (melastomataceae), e muitas espécies e famílias de Pteridophyta.

§4º. Os parâmetros definidos neste artigo não são aplicáveis para restingas que serão objeto de regulamentação específica.

Art. 3º Os parâmetros apresentados para tipificar os diferentes estágios de sucessão ecológica secundária variam de uma região geográfica para outra e dependem das condições topográficas, edáficas, climáticas, assim como do uso pretérito que teve a área onde se situa uma determinada formação florestal, devendo os casos de dúvida ou aqueles não previstos nesta Resolução serem analisados e definidos pelo Órgão competente.

Art. 4º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.