

# **4. A APA DA BACIA DO RIO MACACU E SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

**4.1.** Zoneamento Agroecológico

**4.2.** Associações entre Solo e Espécies Arbóreas na Vegetação Natural da BH – Guapiacu-Macacu (RJ)

**4.3.** Diagnóstico da Qualidade da Água na Bacia Guapi-Macacu,

**4.4.** levantamento florístico e fitossociológico

**4.5.** Levantamento Faunístico

**4.6.** Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica Guapi-Macacu

**ENCARTE**

**4**

## **PLANO DE MANEJO APA DA BACIA DO RIO MACACU**

### **ENCARTE 4 – A APA DA BACIA DO RIO MACACU E SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

#### **SUMÁRIO**

- 4.1. Zoneamento Agroecológico da Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu
  - 4.1.1. Levantamento das Informações Temáticas
    - 4.1.1.1. Geomorfologia
      - 4.1.1.1.1. Declividade
    - 4.1.1.2. Solos
      - 4.1.1.2.1. Fertilidade
      - 4.1.1.2.2. Capacidade de retenção de água
      - 4.1.1.2.3. Drenagem interna
  - 4.1.2. Fragilidade Ambiental
    - 4.1.2.1. Erosividade da Chuva (Fator R)
    - 4.1.2.2. Erodibilidade do Solo (Fator K)
    - 4.1.2.3. Comprimento de Rampa e Declividade (Fator LS)
    - 4.1.2.4. Potencial Natural de Erosão
  - 4.1.3. Zonas Agroecológicas
    - 4.1.3.1. Zonas Recomendadas para a Utilização com Agricultura Intensiva – ZAI
    - 4.1.3.2. Zonas Recomendadas para a Utilização com Agricultura Semi-Intensiva – ZAS
    - 4.1.3.3. Zonas Recomendadas para Utilização com Pastagens – ZP
    - 4.1.3.4. Zonas Recomendadas para Utilização com Pastagens Adaptadas às Condições de Excesso de Umidade – ZPE
    - 4.1.3.5. Zonas recomendadas para conservação ou recuperação dos recursos naturais – ZC-R
  - 4.1.4. Adequação de Uso e Detecção de Conflitos
- 4.2. Associações entre Solo e Espécies Arbóreas na Vegetação Natural da Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu.
- 4.3. Diagnóstico da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu
  - 4.3.1. Metodologia
    - 4.3.1.1. Coleta de Dados Físicos
    - 4.3.1.2. Coleta de Dados de Qualidade de Água e Avaliação
  - 4.3.2. Caracterização Física da Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu
    - 4.3.2.1. Caracterização Geomorfológica da Bacia
    - 4.3.2.2. Caracterização Morfométrica
  - 4.3.3. Caracterização Físico-Química e Biológica da Água

- 4.4. Levantamento Florístico e Fitossociológico
  - 4.4.1. Metodologia
    - 4.4.1.1. Área de Estudo
    - 4.4.1.2. Coleta de Dados
    - 4.4.1.3. Análise de Dados
  - 4.4.2. Resultados
    - 4.4.2.1. Florística
    - 4.4.2.2. Fitossociologia
      - 4.4.2.2.1. Estrutura da Vegetação
      - 4.4.2.2.2. Análise Fitossociológica por Fragmento
      - 4.4.2.2.3. Comparações entre os Fragmentos
      - 4.4.2.2.4. Análise Fitossociológica da APA da Bacia Rio Macacu
- 4.5. Levantamento Faunístico
  - 4.5.1. Inventário de Pequenos Mamíferos
  - 4.5.2. Metodologia
    - 4.5.2.1. Coleta de Dados Primários
    - 4.5.2.2. Coleta de Dados Secundários
  - 4.5.3. Resultados e Discussão – Dados Primários
  - 4.5.4. Resultados e Discussão – Dados Secundários
- 4.6. Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu
  - 4.6.1. Mapa de Uso e Cobertura da Terra
    - 4.6.1.1. Unidades de Conservação
    - 4.6.1.2. Áreas de Preservação Permanentes (APPs)
  - 4.6.2. Distribuição Fundiária
  - 4.6.3. Produção Agrícola do Município de Cachoeiras de Macacu
  - 4.6.4. Produção Pecuária do Município de Cachoeiras de Macacu
  - 4.6.5. Atrativos Turístico do Município de Cachoeiras de Macacu

#### **4.1. Zoneamento Agroecológico da Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu**

Waldir de Carvalho Júnior  
César da Silva Chagas  
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo  
Bernadete da C.C.G. Pedreira  
Silvio Barge Bhering  
Nilson Rendeiro Pereira

### **INTRODUÇÃO**

O uso sustentável dos agroecossistemas requer a formulação de modelos de desenvolvimento conservacionistas, compreendendo um conjunto de tecnologias e práticas que permitam otimizar a conservação do solo, da água e da biodiversidade de forma integrada. Já no início desta década, ciente destas questões, o Brasil, como os demais países signatários da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – realizada no Rio de Janeiro em 1992, assumiu o compromisso de elaborar e implementar a sua própria Agenda 21, onde foram definidos seis eixos temáticos básicos, dentre os quais destacamos a busca por uma agricultura sustentável.

Os principais modelos empregados para estimar a sustentabilidade de agroecossistemas encontram-se na categoria de modelos de simulação, como o descrito por Lerohl (1991), que modela a relação da produção com a dinâmica dos solos ou o de Singh & Thornton (2002) que descreve o modelo com base na relação da produção com a degradação das terras. Outros modelos de simulação, como WOFOST (van Diepes et al., 1988), CROPWAT (FAO, 1989), QUEFTS (Janssen et al., 1989) e IBSNAT (IBSNAT/SMSS, 1987) são de caráter preditivo, com foco na estimativa de produção.

Diversos métodos foram elaborados no Brasil com o objetivo de realizar uma classificação técnica ou interpretativa do comportamento dos solos sob manejos específicos e sob certas condições ambientais para subsidiar o planejamento agrícola. Dentre estes, podem ser destacados os Sistemas de Classificação da Capacidade de Uso das Terras (Lepsch et al., 1983) e de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras desenvolvida por Ramalho Filho & Beek (1983), bem como os zoneamentos agrícolas elaborados por Camargo et al. (1977), Ramalho Filho et al. (1983), CEPA/BA (1985), Silva et al. (1993), Embrapa (2000) entre outros.

De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 1997), o Zoneamento Agroecológico define zonas homogêneas com base na combinação das características dos solos, da paisagem e do clima. Os parâmetros utilizados na definição são baseados nos requerimentos climáticos e edáficos das culturas e no sistema de manejo adotado. Cada zona agroecológica tem uma combinação similar de limitações e potencialidades de uso da terra que orientam as recomendações para a melhoria da situação de uso da terra existentes, através do aumento de produção e/ou pela redução da degradação das terras.

Segundo Silva et al. (1993), a característica fundamental dos zoneamentos agroecológicos é a organização sistêmica dos conhecimentos adquiridos sobre recursos naturais e sócio-econômicos, e o estabelecimento das vocações agroecológicas dos geoambientes. Têm por princípio a geração e a sistematização de informações visando o uso sustentável dos recursos naturais para fins agrícolas e não agrícolas.

Desta forma, o Zoneamento Agroecológico é uma ferramenta fundamental para o esforço que o país vem realizando visando alterar o seu perfil agrossocioeconômico. No



entanto, torna-se premente aplicar os modelos de avaliação sobre bases de conhecimento sólidas, assim como registrar a ocorrência e distribuição destas áreas em material cartográfico compatível com o nível de decisão esperado pelas atividades de produção.

Com base nestes preceitos, este estudo tem como objetivo elaborar o Zoneamento Agroecológico da bacia hidrográfica Guapi-Macacu, estado do Rio de Janeiro. Espera-se que os resultados obtidos com base na metodologia adotada possam contribuir para oferecer maior segurança na indicação da ocorrência e distribuição de áreas passíveis de exploração agrícola sustentável, bem como aquelas com necessidades especiais de recuperação e preservação.

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA E CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

A área estudada compreende a bacia hidrográfica Guapi-Macacu, abrangendo o município de Cachoeiras de Macacu e, parcialmente, os municípios de Itaboraí e Guapimirim, no estado do Rio de Janeiro, estando localizada entre as coordenadas UTM 7 488 000 e 7 526 500 m de latitude sul e 699 000 e 752 500 m de longitude oeste e apresenta uma superfície aproximada de 1 265 km<sup>2</sup> (figura 4.1.).

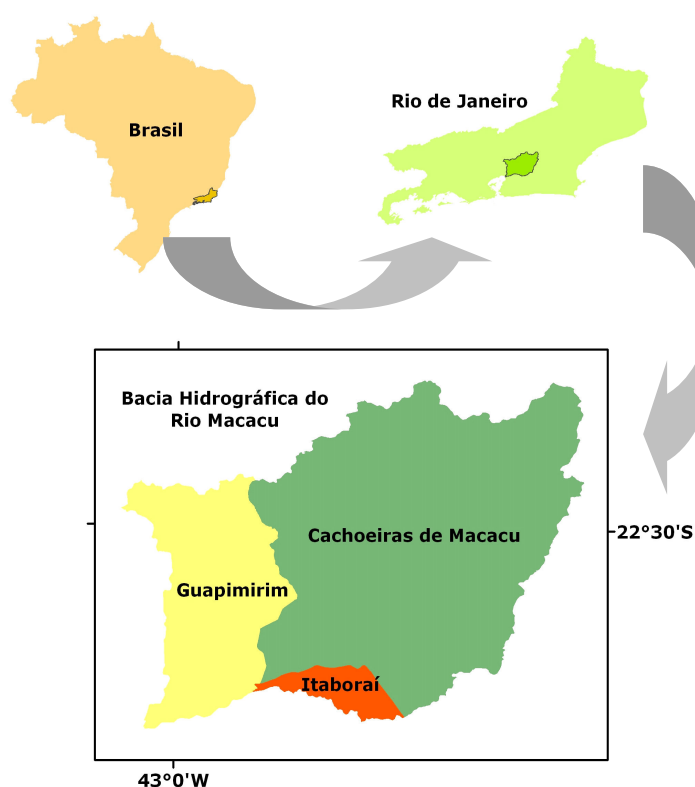


Figura 4.1. Localização da área de estudo

### 4.1.1. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES TEMÁTICAS

O processo de estratificação do ambiente natural da área de estudo foi baseado no conceito de unidade de paisagem, definida como uma entidade espacial na qual a geomorfologia, o clima, o solo (tipo de solo, seus atributos e limitações), a vegetação e

o tipo de uso do solo formam um conjunto representativo e homogêneo na paisagem, com características mensuráveis suficientemente diferentes de outra unidade, de acordo com a escala cartográfica adotada. Para tanto, foram utilizadas as informações descritas a seguir.

#### **4.1.1.1 Geomorfologia**

Segundo Dantas (2000), os sistemas de relevo da área de estudo compreendem relevos de agradação e de degradação. Constituem-se em relevos de agradação continentais as Planícies Aluviais (Planícies de Inundação, Terraços Fluviais e Leques Alúvio-Colúviais) representadas por superfícies sub-horizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos canais-tronco; as Planícies Colúvio-Alúvio-Marinhas (terrenos argilo-arenosos das Baixadas), representadas por superfícies sub-horizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes à linha de costa, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais (processos fluviais e de encosta) e Marinhas. São terrenos mal drenados, com padrão de canais meandrante e divagante. Presença de superfícies de aplainamento e pequenas colinas ajustadas ao nível de base das Baixadas; e as Planícies Flúvio-Marinhas (terrenos argilosos orgânicos de fundo de baías ou enseadas dominadas por maré), representadas por superfícies planas, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais e Marinhas. São terrenos muito mal drenados com padrão de canais bastante meandantes e divagantes, sob influência de refluxo de marés.

Estas áreas de relevos de agradação são constituídas por solos mal, e muito mal drenados, notadamente os Gleissolos, Planossolos e Neossolos Flúvicos.

As formas de relevos de degradação entremeados na baixada são representados por Colinas Isoladas que são formas de relevo residuais, com vertentes convexas e topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios, remanescentes do afogamento generalizado do relevo produzido pela sedimentação flúvio-marinha que caracteriza as baixadas litorâneas. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 100m e gradientes suaves.

Os Morrotes e Morros Baixos Isolados também representam as formas de relevo de degradação entremeados na baixada, e constituem-se de formas de relevo residuais, com vertentes convexas a retilíneas e topos aguçados ou arredondados, com sedimentação de colúvios, remanescentes do afogamento generalizado do relevo produzido pela sedimentação flúvio-marinha, que caracteriza as baixadas litorâneas. Predomínio de amplitudes topográficas entre 100 e 200m e gradientes suaves a médios.

Tanto as Colinas Isoladas quanto os Morrotes e Morros baixos possuem densidade de drenagem muito baixa com padrão de drenagem dendrítico e drenagem imperfeita dos fundos de vales afogados.

Outra forma de relevo de degradação entremeados na baixada são os Alinhamentos Serranos Isolados e "Pães-de-Açúcar", representados por formas de relevo residuais, com vertentes retilíneas a côncavas e escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha, remanescentes do afogamento generalizado do relevo produzido pela sedimentação flúvio-marinha que caracteriza as baixadas litorâneas. Densidade de drenagem baixa com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predominam amplitudes topográficas superiores a 200m e gradientes médios a elevados.

As formas de relevos de degradação em áreas montanhosas constituídas pelas Escarpas Serranas são representadas por um relevo montanhoso, extremamente acidentado,

transicional entre dois sistemas de relevo. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados. Densidade de drenagem muito alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico, ou treliça a retangular. Predomínio de amplitudes topográficas superiores a 500m e gradientes muito elevados, com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rochas.

A Unidade Geomorfológica Escarpas das Serras do Couto e dos Órgãos está presente na área. Consiste em uma muralha montanhosa, alçada por tectônica, que delimita o recôncavo da bacia da baía de Guanabara. Na sua porção ocidental, esse escarpamento está separado da escarpa degradada da Serra das Araras pelo profundo vale do rio Santana, impresso sobre o Lineamento Jacuecanga-Conrado, e prolonga-se ininterruptamente na direção leste, como um paredão monolítico, até às cabeceiras do rio Macacu, nas proximidades de Nova Friburgo. Caracteriza-se como um relevo de transição entre os terrenos planos e elevações isoladas do recôncavo da baixada da baía de Guanabara e a zona montanhosa do planalto reverso da Região Serrana. A drenagem deste escarpamento é feita pelas principais bacias de drenagem que desembocam na baía de Guanabara, tais como as bacias dos rios Iguaçu-Tinguá, Estrela-Saracuruna-Inhomirim, Suruí, Santo Aleixo e Macacu-Guapiaçu-Guapimirim.

A escarpa da Serra dos Órgãos, entre Teresópolis e Nova Friburgo, mantém seu aspecto monolítico imponente, sendo que sua linha de cumeada sustenta altitudes entre 1.100m e 1.300m, a oeste, para 1.400m a 2.000m, a leste. Destaca-se, próximo à Nova Friburgo, o Pico da Caledônia, com 2.319m, como o ponto mais elevado da Serra do Mar em todo o território brasileiro. Mantém sua cobertura florestal preservada, principalmente dentro do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Todavia, é comum a ocorrência de movimentos de massa nas escarpas florestadas, demonstrando, assim, o processo de evolução geomorfológica dessa unidade de relevo. Assim sendo, a ocorrência de enxurradas durante eventos pluviais críticos, podem promover problemas em localidades situadas nos altos cursos de rios em posição de sopé da escarpa, tais como Guapimirim e Cachoeiras de Macacu.

Informações espaciais sobre a declividade da área de estudo foram obtidas a partir do Modelo Digital de elevação (MDE). O MDE foi gerado a partir de dados de altimetria (curvas de nível), pontos cotados e hidrografia das cartas planialtimétricas em escala 1:50 000 (IBGE, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e 2007; BRASIL, 1997), acrescidos de pontos cotados retirados dos dados SRTM (cortesia de NASA/JPL-Caltech) para áreas com nenhuma ou muito baixa concentração de informação sobre a altimetria local. Adicionalmente, foi gerado modelo digital do fluxo superficial acumulado.

#### **4.1.1.1.1 Declividade**

A declividade tem sido considerada um dos mais importantes atributos topográficos primários que controlam os processos pedogenéticos, pois afeta diretamente a velocidade do fluxo superficial e subsuperficial de água e, conseqüentemente, o teor de água no solo, o potencial de erosão/deposição, e muitos outros processos importantes (Gallant & Wilson, 2000).

O mapa de declividade foi derivado do MDE, que foi elaborado pelo método do ajustamento da superfície, utilizando o módulo TOPOGRID do software ARC/INFO. Em seguida, o mapa (figura 4.2.) obtido foi reclassificado de acordo com as seguintes classes de declive, conforme Embrapa (2006): plano (0 a 3%), suave ondulado (3 a 8%), ondulado (8 a 20%), forte ondulado (20 a 45%), montanhoso (45 a 70%) e escarpado (> 70%).

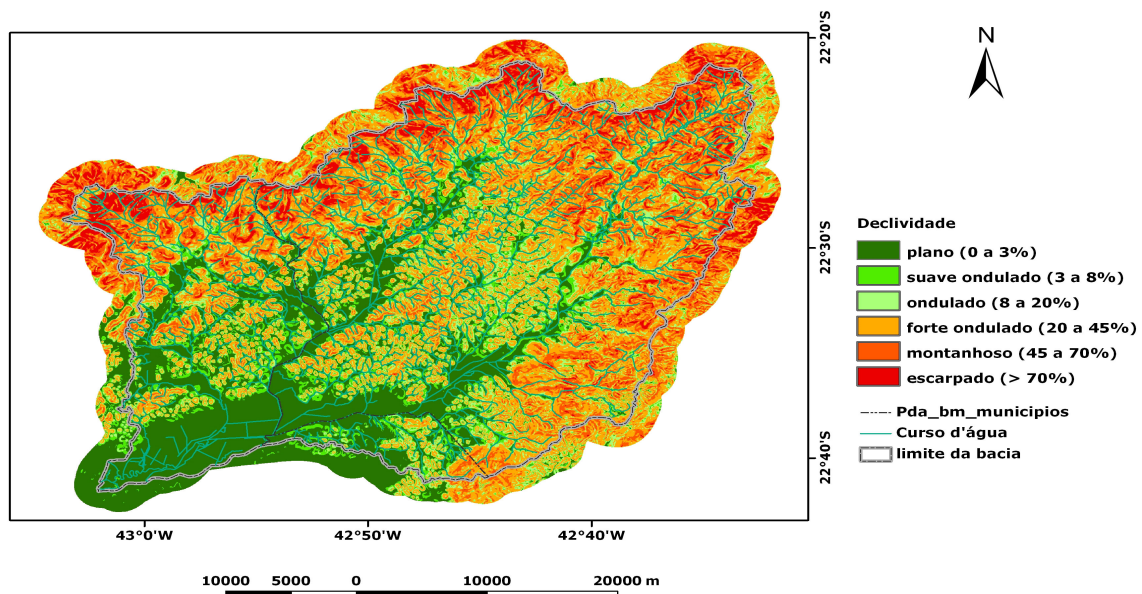


Figura 4.2. Mapa de declividade

Na área de estudo predominam as áreas com relevo forte ondulado, que perfazem 34%. As classes de declive montanhoso e escarpado (declives maiores que 45%) perfazem um total de 23% da área. Em seguida, aparece a classe de relevo plano, perfazendo 21% da área de estudo. As classes de relevo suave ondulado e ondulado somam 22% da área total deste estudo. A figura 4.3. apresenta os resultados em função da extensão em área (hectares) de cada classe de declive.

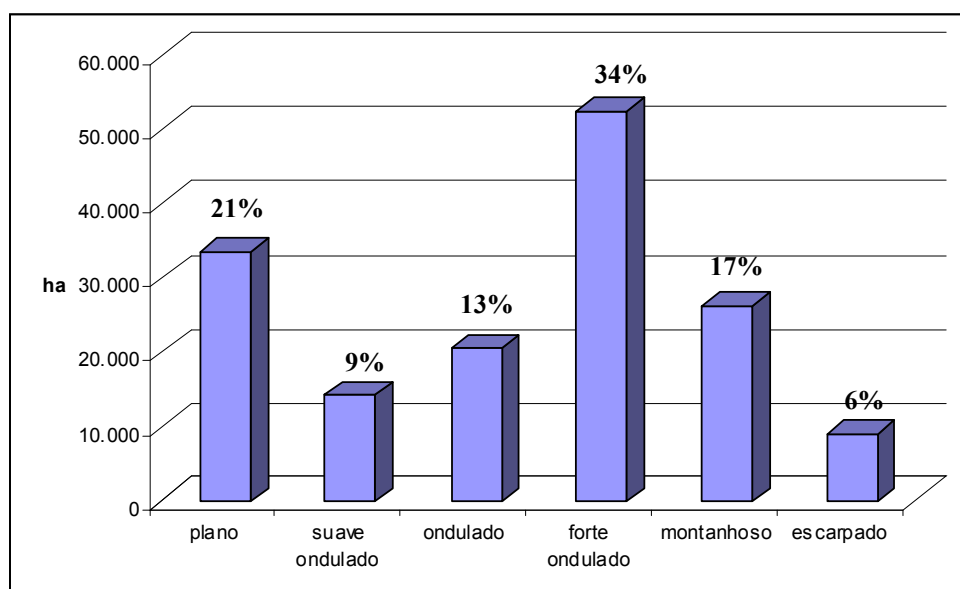


Figura 4.3. Distribuição das classes de declividade em área (ha) e percentual.

#### 4.1.1.2. Solos

A espacialização dos dados sobre os solos foi obtida do Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Estado do Rio de Janeiro (Embrapa,

2003), na escala 1:250 000 e adaptados à realidade e à escala de estudo. Foram feitas 3 campanhas de campo, quando foram realizadas 186 observações e coletados 5 perfis completos e 4 perfis complementares, para auxiliar na caracterização pedológica dos ambientes. Assim, com base nas características das unidades de mapeamento e na análise dos perfis representativos destas unidades, foram elaborados os mapas de fertilidade, drenagem interna e capacidade de retenção de água no solo, para auxiliar na avaliação da aptidão agroecológica das terras.

#### **4.1.1.2.1 Fertilidade**

Os solos da bacia hidrográfica Guapi-Macacu foram enquadrados em duas classes:

1) Solos distróficos – esta classe representa os solos com limitada reserva de nutrientes para as plantas, referente a um ou mais elementos, podendo conter elementos com concentração levemente tóxica. Durante os primeiros anos de utilização agrícola, essas terras permitem bons rendimentos, verificando-se posteriormente (supostamente depois de cinco anos), um rápido declínio na produtividade. Torna-se necessária a aplicação de fertilizantes e corretivos após as primeiras safras.

2) Solos salino-sódicos - nesta classe estão enquadrados os solos com reservas muito limitadas de um ou mais elementos nutrientes, podendo conter sais tóxicos em quantidade tais que permitem apenas o desenvolvimento de plantas com tolerância. Normalmente se caracterizam pela baixa soma de bases trocáveis (excluindo o sódio), podendo estar a condutividade elétrica quase sempre entre 4 e 15 dS/m a 25° C e a saturação por sódio acima de 15%.

#### **4.1.1.2.2. Capacidade de retenção de água**

A capacidade de um solo em armazenar água para o crescimento e desenvolvimento das plantas está relacionada a vários atributos físicos e químicos dos solos, dentre eles, a textura, a estrutura, a capacidade de retenção de cátions (CTC) e o teor de matéria orgânica no solo. Devido à impossibilidade de determinação direta da capacidade de retenção da água dos solos da área de estudo, optou-se por se realizar uma avaliação qualitativa com base na relação entre este parâmetro e a textura do solo, conforme utilizado por Sans et al. (2001). As classes consideradas foram:

1) muito baixa - nesta classe foram agrupados os solos que apresentam baixíssima capacidade de retenção de água, normalmente inferior a 20 mm de armazenamento de água na zona radicular. Aqui foram enquadrados os Neossolos Flúvicos e Litólicos. Solos correspondentes ao tipo 1, conforme Sans et al. (2001).

2) moderada - pertencem a esta classe os solos que apresentam média capacidade de retenção de água (40 mm), ou seja, solos com teor de água disponível entre 5 e 15%. Nesta classe foram agrupados os Cambissolos e os Argissolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos. Solos tipo 2, segundo Sans et al. (2001).

3) alta - foram agrupados nesta classe os solos que apresentam alta capacidade de retenção de água (> 60 mm), ou seja, solos com teor de água disponível > 15%. Pertencem a esta classe os solos Gleissolos, Planossolos e Latossolos de textura argilosa. De acordo com Sans et al. (2001), solos tipo 3.

#### **4.1.1.2.3. Drenagem interna**

As plantas cultivadas geralmente apresentam maiores produtividades quando cultivadas em solos profundos e bem drenados, excetuando-se algumas culturas específicas. Desta

maneira, as classes de drenagem interna dos solos consideradas são descritas a seguir (Embrapa, 2006; Embrapa, 2000).

1) boa - nesta classe foram agrupados os solos pertencentes às classes de drenagem excessivamente, fortemente, acentuadamente e bem drenada, nas quais a água é removida do solo rapidamente.

2) moderada - foram considerados como pertencentes a esta classe os solos classificados como moderadamente drenados, nos quais a água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por pouco tempo. Normalmente, apresentam camada impermeável em profundidade, com presença de lençol freático acima dela.

3) ruim - os solos enquadrados nesta classe são mal a muito mal drenados, onde a água é removida do solo tão lentamente que esse permanece molhado por boa parte do ano. O lençol freático está próximo ou na superfície do solo durante considerável parte do ano. É freqüente a ocorrência de gleização e o acúmulo de material orgânico.

#### 4.1.2. FRAGILIDADE AMBIENTAL

A fragilidade ambiental das terras, aqui entendida como risco potencial de degradação do ambiente natural, relacionada à erosão do solo, foi estimada com base no ajuste do potencial natural de erosão (PNE) que os solos apresentam. O PNE, definido através dos termos da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) proposta por Wischmeier & Smith (1978), considera apenas os fatores que representam os parâmetros do meio físico e corresponde às estimativas de perdas de solos em áreas destituídas de vegetação natural e sem intervenção antrópica, sendo definido pela equação a seguir.

$$PNE = RKLS$$

Onde: PNE = potencial natural de erosão ( $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ); R = fator erosividade da chuva ( $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ ano^{-1}$ ); K = fator erodibilidade do solo ( $t\ h\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ ); L = fator comprimento de rampa (adimensional); e S = fator declividade (adimensional).

##### 4.1.2.1. Erosividade da Chuva (Fator R)

A erosividade da chuva foi estimada com base na equação desenvolvida por Lombardi Neto & Moldenhauer (1992), que por sua vez, utiliza registros pluviométricos como médias mensais e anuais de chuva a partir do coeficiente de Fournier (Fournier, 1960) modificado por Lombardi Neto (1977). A equação empregada é definida a seguir.

$$EI = 68,73(R_c)^{0,841}$$

Onde: EI = índice de erosividade; e  $R_c$  = coeficiente de chuva.

Sendo que o coeficiente de chuva é definido conforme a equação a seguir.

$$R_c = (p)^2/P$$

Onde: p = precipitação média mensal; e P = precipitação média anual.

Para a área de estudo, utilizou-se os dados de precipitação da estação de Quizanga, que fica localizada no meio da bacia Guapi-Macacu, relativos ao ano de 2006, os quais estão apresentados na tabela 4.1.

**Tabela 4.1. Dados de precipitação e erosividade para a bacia hidrográfica Guapi-Macacu**

| meses     | Precipitação média mensal (mm) | Rc   | EI    |
|-----------|--------------------------------|------|-------|
| janeiro   | 228,3                          | 30,5 | 1.216 |
| fevereiro | 214,7                          | 27,0 | 1.097 |
| março     | 178,2                          | 18,6 | 802   |
| abril     | 122                            | 8,7  | 424   |
| maio      | 56,3                           | 1,9  | 115   |
| junho     | 53,2                           | 1,7  | 105   |
| julho     | 49,5                           | 1,4  | 93    |
| agosto    | 63,3                           | 2,3  | 141   |
| setembro  | 107,9                          | 6,8  | 345   |
| outubro   | 99,3                           | 5,8  | 300   |
| novembro  | 329,7                          | 63,6 | 2.257 |
| dezembro  | 208                            | 25,3 | 1.040 |
| total     | 1710,4                         |      | 7.935 |

**4.1.2.2. Erodibilidade do Solo (Fator K)**

O fator de erodibilidade dos solos, identificado no Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos do estado do Rio de Janeiro (Embrapa, 2003), foi estimado pelo método indireto, através da utilização da equação a seguir, conforme utilizado por Mannigel (2002) na estimativa da erodibilidade dos solos de São Paulo.

$$\text{Fator K} = ((\% \text{areia} + \% \text{silte}) / (\% \text{argila})) / 100$$

O fator K foi calculado para cada componente de unidade de mapeamento, com base nos dados de perfis representativos das classes de solos identificadas na área, considerando-se a média ponderada dos sub-horizontes até uma profundidade de 100 cm. Visto que as unidades de mapeamento estabelecidas possuem até três componentes, foi obtido um fator K para cada uma destas unidades, por meio do cálculo da média ponderada, levando-se em conta a proporção que cada componente tem na unidade de mapeamento. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 4.2. e na figura 4.4.

**Tabela 4.2. Valores do Fator K estimados para as unidades de mapeamento**

| UM            | componente | %   | textura        | K componente | K unidade |
|---------------|------------|-----|----------------|--------------|-----------|
| <b>AR3</b>    | AR         | 60  | --             | 0,074358974  | 0,074359  |
|               | CXbd       | 40  | média          | 0,074358974  |           |
| <b>AR5</b>    | AR         | 60  | --             | 0,074358974  | 0,074359  |
|               | RLd        | 40  | média          | 0,074358974  |           |
| <b>CXbd4</b>  | CXbd       | 60  | média          | 0,074358974  | 0,049924  |
|               | LVAd       | 40  | argilosa       | 0,013271028  |           |
| <b>CXbd6</b>  | CXbd       | 50  | argilosa       | 0,049152542  | 0,031212  |
|               | LVAd       | 30  | argilosa       | 0,013271028  |           |
|               | LAd        | 20  | argilosa       | 0,013271028  |           |
| <b>CXbd9</b>  | CXbd       | 50  | média          | 0,049152542  | 0,031212  |
|               | LVAd       | 30  | argilosa       | 0,013271028  |           |
|               | LAd        | 20  | argilosa       | 0,013271028  |           |
| <b>GJi</b>    | GJi        | 50  | argilosa       | 0,01503268   | 0,015033  |
|               | GJh        | 30  | argilosa       | 0,01503268   |           |
|               | GJo        | 20  | argilosa       | 0,01503268   |           |
| <b>GMa</b>    | GMa        | 50  | argilosa       | 0,01503268   | 0,015033  |
|               | GJh        | 30  | argilosa       | 0,01503268   |           |
|               | GXvd       | 20  | argilosa       | 0,01503268   |           |
| <b>GXbd1</b>  | GXbd       | 50  | média          | 0,01503268   | 0,015033  |
|               | GMbd       | 30  | argilosa       | 0,01503268   |           |
|               | GMa        | 20  | muito argilosa | 0,01503268   |           |
| <b>GXbd3</b>  | GXbd       | 60  | argilosa       | 0,01503268   | 0,041549  |
|               | RYbd       | 40  | média          | 0,081323204  |           |
| <b>LVAd10</b> | LVAd       | 60  | argilosa       | 0,013271028  | 0,013271  |
|               | LAd        | 40  | argilosa       | 0,013271028  |           |
| <b>LVAd11</b> | LVAd       | 60  | argilosa       | 0,013271028  | 0,013271  |
|               | LAd        | 40  | argilosa       | 0,013271028  |           |
| <b>LVAd12</b> | LVAd       | 50  | argilosa       | 0,013271028  | 0,012746  |
|               | LAd        | 30  | argilosa       | 0,013271028  |           |
|               | PVAd       | 20  | argilosa       | 0,010644258  |           |
| <b>LVAd19</b> | LVAd       | 50  | argilosa       | 0,013271028  | 0,010617  |
|               | LAd        | 30  | argilosa       | 0,013271028  |           |
|               | PVAd       | 20  | média          | 0,010644258  |           |
| <b>LVAd23</b> | LVAd       | 50  | argilosa       | 0,013271028  | 0,020447  |
|               | LAd        | 30  | argilosa       | 0,013271028  |           |
|               | CXbd       | 20  | argilosa       | 0,049152542  |           |
| <b>LVAd24</b> | LVAd       | 50  | argilosa       | 0,013271028  | 0,020447  |
|               | LAd        | 30  | argilosa       | 0,013271028  |           |
|               | CXbd       | 20  | argilosa       | 0,049152542  |           |
| <b>LVAd26</b> | LVAd       | 50  | argilosa       | 0,013909465  | 0,020767  |
|               | LAd        | 30  | argilosa       | 0,013271028  |           |
|               | CXbd       | 20  | argilosa       | 0,049152542  |           |
| <b>LVAd9</b>  | LVAd       | 60  | argilosa       | 0,012713178  | 0,012936  |
|               | LAd        | 40  | argilosa       | 0,013271028  |           |
| <b>PAd2</b>   | PAd        | 60  | média          | 0,036363636  | 0,026076  |
|               | PVAd       | 40  | média          | 0,010644258  |           |
| <b>PAd3</b>   | PAd        | 60  | média          | 0,036363636  | 0,0261    |
|               | PVAd       | 40  | média          | 0,012554113  |           |
| <b>PVAd1</b>  | PVAd       | 60  | média          | 0,036363636  | 0,0261    |
|               | PAd        | 40  | média          | 0,012554113  |           |
| <b>PVAd21</b> | PVAd       | 40  | média          | 0,012554113  | 0,0235    |
|               | PAd        | 30  | média          | 0,036363636  |           |
|               | LVAd       | 20  | argilosa       | 0,013271028  |           |
|               | CXbd       | 10  | média          | 0,049152542  |           |
| <b>RLd</b>    | RLd        | 60  | média          | 0,049152542  | 0,049153  |
|               | CXbd       | 40  | média          | 0,049152542  |           |
| <b>RUbd2</b>  | RUbd       | 60  | média          | 0,081323204  | 0,054807  |
|               | GXbd       | 40  | média          | 0,01503268   |           |
| <b>SGd1</b>   | SXd        | 60  | arenosa        | 0,01503268   | 0,015     |
|               | GXbd       | 40  | argilosa       | 0,01503268   |           |
| <b>SGd2</b>   | SXd        | 60  | arenosa        | 0,01503268   | 0,015     |
|               | SXa        | 40  | arenosa        | 0,01503268   |           |
| <b>SM</b>     | SM         | 100 | indiscriminada | 0,01503268   | 0,015     |



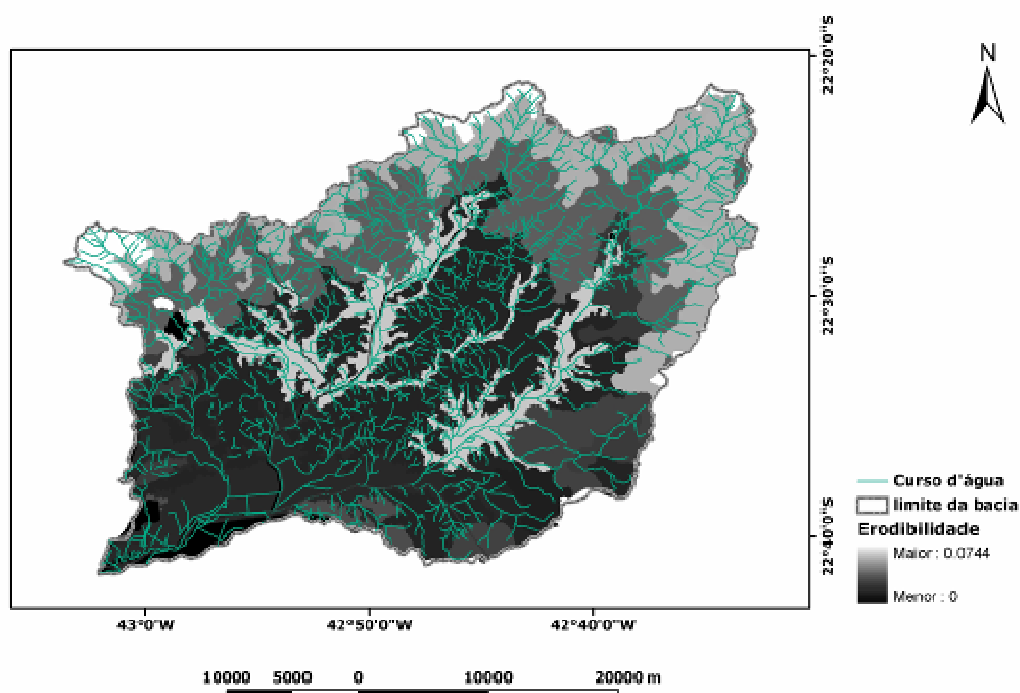


Figura 4.4. Mapa de erodibilidade dos solos (Fator K).

#### 4.1.2.3. Comprimento de Rampa e Declividade (Fator LS)

O fator LS foi obtido utilizando-se a rotina desenvolvida por Engel (1999), a partir do MDE da área, com utilização do fluxo superficial acumulado e do tamanho da célula do grid. O resultado obtido para este fator é apresentado na figura 4.5.

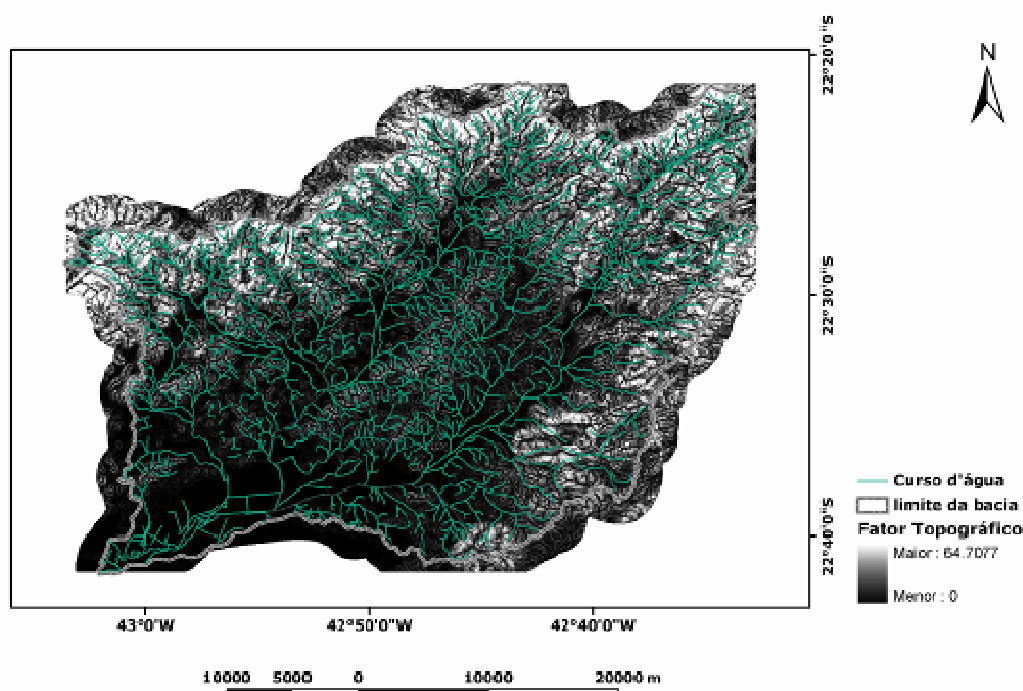


Figura 4.5. Mapa do fator topográfico (Fator LS).

#### 4.1.2.4. Potencial natural de erosão

O Mapa do potencial natural de erosão ajustado à bacia hidrográfica do rio Macacu foi obtido utilizando-se uma álgebra de mapas no software ArcGIS 9.0, a partir de um ajuste da equação a seguir:

$$\text{PNE} = \text{Fator\_R} * \text{Fator\_K} * \text{Fator\_LS}.$$

O resultado final para este tema é mostrado na figura 4.6. e Anexo 3 (este, na escala original).

A distribuição percentual de áreas classes de PNE adotadas pode ser observada na tabela 4.3.

**Tabela 4.3. Distribuição da área das classes de PNE relativas à área da bacia hidrográfica Guapi-Macacu**

| Classe     | % da área da bacia hidrográfica do Rio Macacu |
|------------|-----------------------------------------------|
| Baixo      | 50                                            |
| Médio      | 2                                             |
| Alto       | 12                                            |
| Muito Alto | 36                                            |

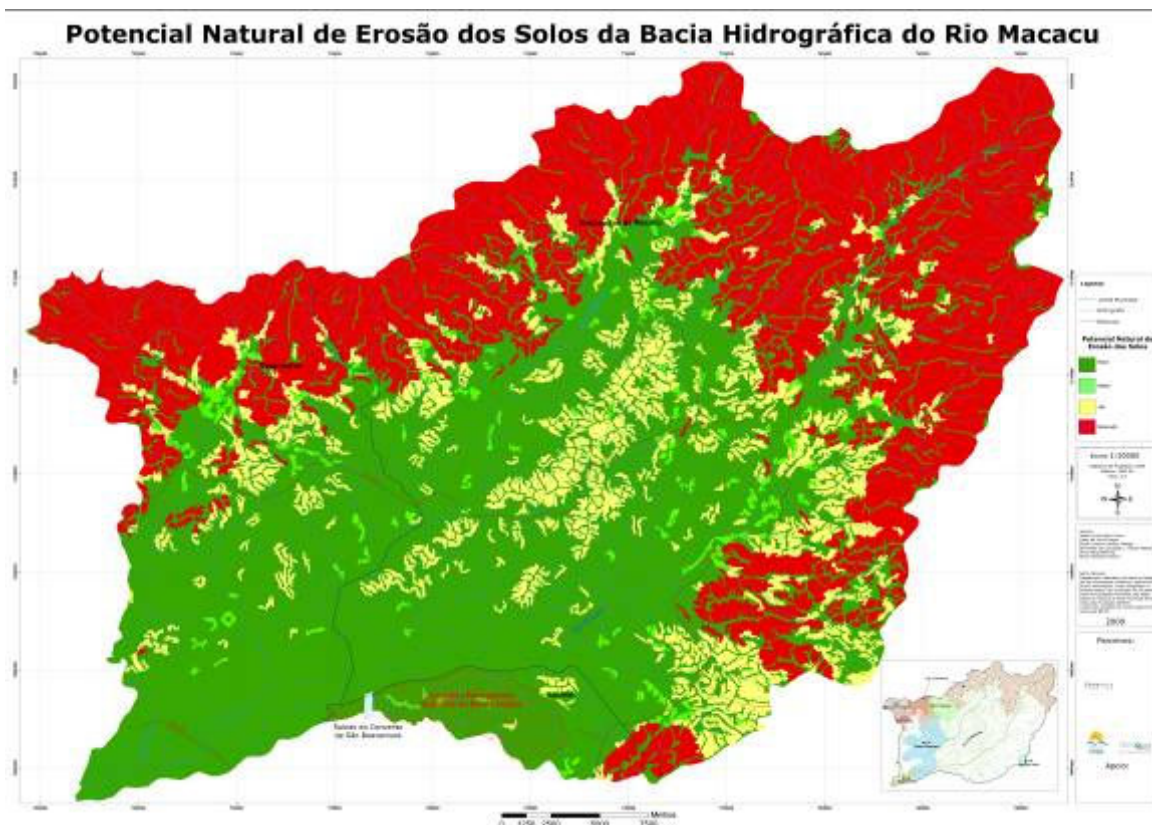


Figura 4.6. Mapa do potencial natural de erosão.

#### 4.1.3. ZONAS AGROECOLÓGICAS

Os parâmetros utilizados na definição das Zonas Agroecológicas são baseados na combinação das condições climáticas, geomorfológicas, pedológicas e de uso e cobertura das terras que interferem no desenvolvimento e produção sustentáveis das culturas agrícolas, e nos seus sistemas de manejo. Desta maneira, cada unidade de paisagem apresenta uma combinação única de características, limitações e potencialidades para o uso das terras, ou seja, determina uma zona agroecológica.

Assim, cada unidade de paisagem representa uma Zona Agroecológica. As características temáticas identificadas no diagnóstico ambiental (solos, PNE e Erosividade, entre outras), sua localização na paisagem, assim como seu potencial e limitações, são os elementos básicos das Zonas Agroecológicas, pois condicionam, em grande parte, o tipo de utilização da terra, a estratégia para sua conservação e a possibilidade da introdução de inovações tecnológicas, visando tanto a produção quanto a proteção ambiental (Embrapa, 2003).

Os critérios utilizados na avaliação das Zonas Agroecológicas, abaixo descritos, utiliza as informações geradas pelos temas de solos e do MDE. O mapa do Zoneamento agroecológico pode ser visto na figura 4.7. e no Anexo 4 (este, na escala original), bem como a tabela 4.4. mostra a distribuição de área das classes aqui definidas.

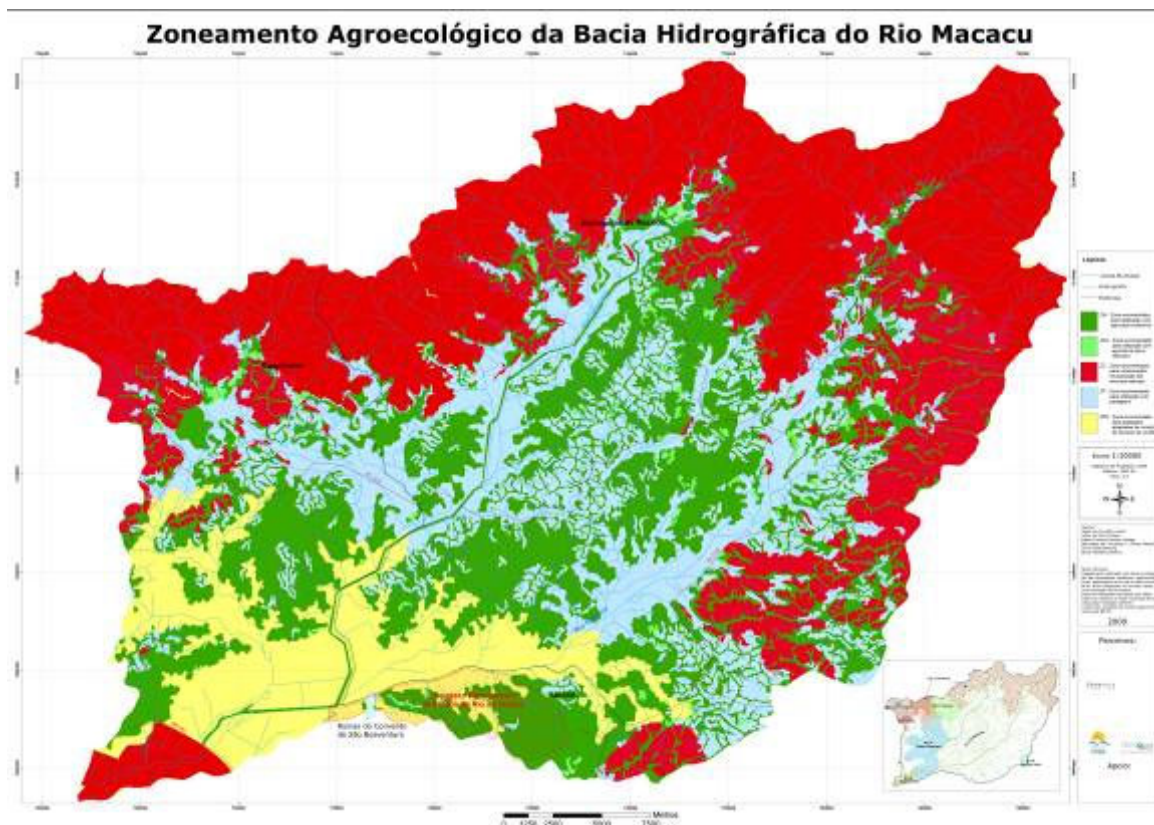


Figura 4.7. Mapa do Zoneamento Agroecológico da bacia do rio Macacu

**Tabela 4.4. Distribuição da área das classes do Zoneamento Agroecológico relativas à área da bacia hidrográfica Guapi-Macacu**

| Zonas | hectares | %    |
|-------|----------|------|
| ZAI   | 36.848   | 29,5 |
| ZAS   | 1.105    | 0,9  |
| ZC-R  | 45.511   | 36,4 |
| ZP    | 27.099   | 21,7 |
| ZPE   | 14.333   | 11,5 |

#### 4.1.3.1. Zonas recomendadas para a utilização com agricultura intensiva - ZAI

Estas zonas apresentam baixa fragilidade ambiental e são constituídas por áreas propícias à motomecanização agrícola, englobando terras situadas em posição mais rebaixada na paisagem, em relevo plano ou suave ondulado (0 a 8% de declive). Pertencem às classes de retenção de água no solo alta e média, com restrição no máximo, moderada de fertilidade, e também as terras situadas em baixadas, com restrições ligeiras ou moderadas de drenagem.

Em termos de extensão territorial é a segunda maior zona agroecológica, ocupando 29,5% da área de estudo, estando atrás apenas das zonas de conservação.

#### **4.1.3.2. Zonas recomendadas para a utilização com agricultura semi-intensiva - ZAS**

Compreende zonas que apresentam moderadas limitações à motomecanização. Ocorrem nas partes altas da paisagem, em relevo ondulado (8 - 20% de declive), com moderada fragilidade ambiental e restrição no máximo moderada de fertilidade. De modo geral, apresentam solos das classes de retenção de água no solo alta e média. São áreas que apresentam limitações mais acentuadas para agricultura tecnificada. O reflorestamento com espécies exóticas é um dos tipos de utilização indicados nesta categoria. Observou-se que apenas 0,9% das terras da bacia hidrográfica Guapi-Macacu estão inseridas nesta zona agroecológica.

#### **4.1.3.3 Zonas recomendadas para utilização com pastagens - ZP**

Estas zonas se caracterizam por apresentarem restrições relacionadas ao relevo declivoso ou a baixa capacidade de retenção de água no solo, sendo, portanto, não adequadas para usos mais intensivos (moderada a forte fragilidade ambiental). As áreas situadas nas porções mais elevadas da paisagem, com relevo forte ondulado e eventualmente ondulado (quando ocorre maior restrição de solo), são indicados para utilização com espécies forrageiras protetoras do solo, em especial as estoloníferas. Nestas terras o uso de mecanização, é restrito a algumas práticas culturais e recomenda-se a utilização de implementos com tração animal (Embrapa, 2003). Representa 21,7% da área de estudo, sendo a 3ª em ordem decrescente de área das zonas definidas neste estudo.

#### **4.1.3.4. Zonas recomendadas para utilização com pastagens adaptadas às condições de excesso de umidade - ZPE**

Estas zonas se caracterizam por apresentarem restrições devido à condição de drenagem, sendo, portanto, não adequadas para usos mais intensivos, podendo, entretanto, apresentar baixa fragilidade ambiental. Estas terras, que normalmente estão localizadas em baixadas, são indicadas para utilização com espécies forrageiras adaptadas a restrições de drenagem interna, risco de inundação e presença de elementos tóxicos às plantas, tais como sódio ou sais (Embrapa, 2003). Esta zona agroecológica ocupa 11,5% das terras da bacia hidrográfica Guapi-Macacu.

#### **4.1.3.5. Zonas recomendadas para conservação ou recuperação dos recursos naturais – ZC-R**

As zonas indicadas para conservação dos recursos naturais constituem áreas que apresentam elevada fragilidade ambiental (sem vocação para o uso agrícola) e/ou constituem áreas especiais (unidades de conservação e áreas de preservação permanente), e que se encontram ainda preservadas. As zonas indicadas para recuperação ambiental são constituídas por áreas com características semelhantes às zonas de conservação, porém estão sendo indevidamente utilizadas com exploração agrícola e/ou se encontram em diferentes estágios de degradação. Estão definidas como zonas de conflito de uso, identificadas no próximo item.

Normalmente, apresentam fortes limitações condicionadas pelo relevo e pela elevada fragilidade ambiental, onde se faz necessária a recomposição da vegetação original, são indicadas para reflorestamento com espécies nativas, protetoras do solo, de preferência

que contenham espécies com possibilidade de retorno econômico direto, visando reduzir o custo de sua implantação e manutenção.

Estas zonas perfazem pouco mais de 36% das terras da bacia hidrográfica Guapi-Macacu, ocupando preferencialmente as áreas mais declivosas e que muitas vezes estão ainda cobertas por vegetação nativa.

#### 4.1.4 ADEQUAÇÃO DE USO E DETECÇÃO DE CONFLITOS

Nesta etapa de identificação de áreas de conflito de uso, procedeu-se uma avaliação integrada de informações geradas pelo mapeamento do uso atual das terras da bacia hidrográfica Guapi-Macacu (Pedreira et al., 2007) em comparação com as zonas agroecológicas definidas.

Esta avaliação iniciou-se com a reclassificação do mapa de uso das terras, com base em valores atribuídos de forma a gerar conjuntos mais generalizados, agrupando classes, conforme é apresentado na tabela 4.5., além de transformar a forma de representação de vetorial para matricial, com a mesma resolução do mapa de Zoneamento Agroecológico, permitindo, assim, realizar operações de álgebra de mapas.

**Tabela 4.5. Valores utilizados na reclassificação do mapa de uso das terras da bacia hidrográfica Guapi-Macacu**

| Classe do mapa de Uso da Terra                                 | Nova Classe |
|----------------------------------------------------------------|-------------|
| Solo exposto                                                   | 1           |
| Agricultura                                                    | 1           |
| Pastagem                                                       | 2           |
| Floresta Inicial (Vegetação em estágio inicial de regeneração) | 3           |
| Área urbana                                                    | 4           |
| Campo inundado                                                 | 5           |
| Campo de altitude                                              | 100         |
| Afloramento rochoso                                            | 100         |
| Floresta Médio (Vegetação em estágio médio de regeneração)     | 100         |
| Floresta Densa (Vegetação em estágio avançado de regeneração)  | 100         |
| Mangue                                                         | 100         |

A informação espacial, originalmente em formato vetorial, referente às unidades de conservação de proteção integral (UCPI), também foi convertida para o formato matricial, na mesma resolução que os outros temas, ou seja, de 30 metros.

Em seguida, utilizou-se uma operação de álgebra de mapas com a finalidade de se criar uma matriz que representasse os dados de uso da terra e as unidades de conservação de proteção integral (às quais foi atribuído o valor 200), com o objetivo de facilitar um novo cálculo entre esta matriz e aquela que representa o Zoneamento Agroecológico.

Essas informações espaciais foram integradas ao Zoneamento Agroecológico, seguindo uma lógica apresentada na tabela 4.6., gerando um produto denominado de adequação e conflito de uso da terra, que pode ser visualizado na figura 4.8. e Anexo 5.



**Tabela 4.6. Esquema de detecção de conflitos de uso da área de estudo**

| Zoneamento Agroecológico                       | Uso da terra reclassificado e unidade de conservação de proteção integral |              |                       |               |                  |              |            |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|---------------|------------------|--------------|------------|
|                                                | Agricultura (1)                                                           | Pastagem (2) | Veg. Est. Inicial (3) | Área Urb. (4) | Campo Inund. (5) | Várias (100) | UCPI (200) |
| Área apta para agricultura anual (1)           | 11                                                                        | 12           | 13                    | 300           | 15               | 100          | 200        |
| Área apta para agricultura perene (2)          | 21                                                                        | 22           | 23                    | 300           | 25               | 100          | 200        |
| Área apta para pastagem (31)                   | 31                                                                        | 32           | 33                    | 300           | 35               | 100          | 200        |
| Área apta para culturas adaptadas (32)         | 51                                                                        | 52           | 53                    | 300           | 55               | 100          | 200        |
| Área imprópria para uso agrossilvipastoril (4) | 41                                                                        | 42           | 43                    | 300           | 45               | 100          | 200        |

Legenda:

 – Áreas sem conflito de uso, com uso adequado a fragilidade ambiental, indicando sustentabilidade ambiental.

 – Áreas que requerem atenção, pois podem apresentar conflito entre o uso e a capacidade de utilização das terras definidas pelo zoneamento agroecológico, porém requerem uma análise em campo, face ao nível de detalhe dos mapeamentos temáticos utilizados.

O caso **21** representa áreas em uso com agricultura e consideradas pelo zoneamento agroecológico como aptas para culturas perenes. Devido à restrição ao uso agrícola intensivo, requer análise das culturas em uso e do sistema de manejo face às restrições devidas às características de solo e relevo.

O caso **31** representa áreas em uso com agricultura e consideradas aptas para pastagem. Da mesma forma que no caso anterior (21), é necessária a análise das culturas em uso e do sistema de manejo utilizado, pois as condições de solo e relevo são mais restritivas ao uso.

No caso **51**, incluem-se áreas sujeitas à inundação e utilizadas com agricultura. O uso agrícola dessa área dependerá do emprego de culturas adaptadas e sistemas de manejo adequados que garantam a sustentabilidade da produção e a preservação da qualidade da água.

O caso **52** representa áreas sujeitas à inundação e utilizadas com pastagens. Como no caso anterior (51), dependerá do emprego de espécies adaptadas e sistemas de manejo adequados que garantam a sustentabilidade ambiental.

No caso **43**, estão incluídas áreas impróprias para uso agrossilvipastoril cobertas por vegetação em estágio inicial de regeneração. Indica-se essas áreas para dar continuidade no processo de regeneração da vegetação, sendo inadequado seu uso.

 – Áreas onde o uso das terras está em conflito com o tipo de utilização preconizado pelo zoneamento agroecológico. São áreas impróprias para uso agrossilvipastoril, porém utilizadas com agricultura (**41**) ou pastagem (**42**). Da mesma forma que as áreas que requerem atenção, estas regiões precisam ser checadas em

campo, procurando confirmar o diagnóstico e melhorar a compreensão dos processos de ocupação das mesmas.

**100** – Área com vegetação natural, cujo uso não é permitido pela legislação atual.

**200** – Área de unidade de conservação de proteção integral. Neste caso, as regras de uso são definidas nos respectivos planos de manejo. Desta forma, não foi feita a detecção de conflitos ou a adequação de uso.

**300** – Área urbanizada. Neste caso, as regras de uso são definidas em legislação municipal.

**400** – Situações não encontradas na bacia hidrográfica Guapi-Macacu empregando o método adotado.

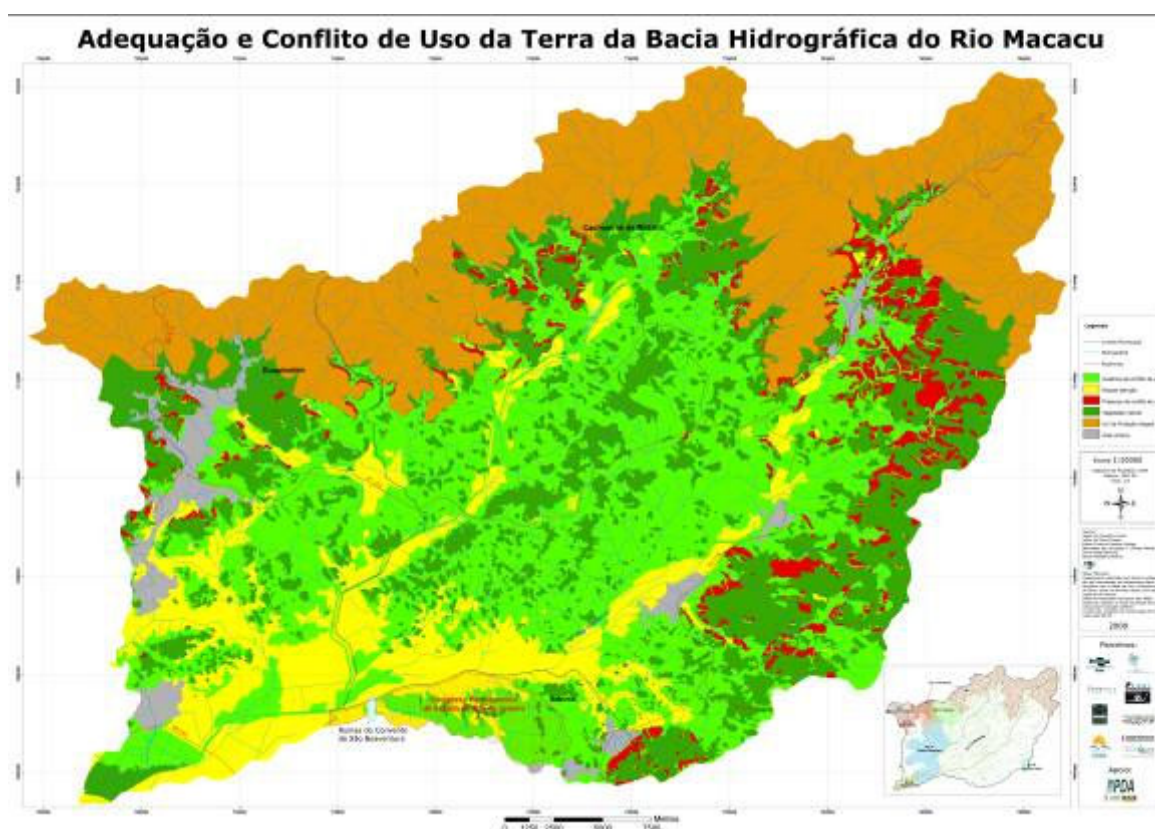


Figura 4.8. Adequação e conflito de uso da terra em relação às zonas agroecológicas

## CONCLUSÕES

O presente Zoneamento Agroecológico foi elaborado com base nas informações disponíveis na literatura e naquelas geradas para este fim. Tendo em mente uma agricultura ambientalmente sustentável, que procura produzir levando em consideração os preceitos de um desenvolvimento limpo, foram analisados vários aspectos do meio físico, organizando-os de acordo com suas características, qualificando-os e quantificando-os e, ao fim, integrando-os de forma lógica e estruturada para produzir o mapa final do Zoneamento Agroecológico da bacia Guapi-Macacu. Este zoneamento é um produto dinâmico, que pode ser alterado em função da alteração (melhoria) das bases de dados utilizadas. Todas as informações produzidas estão atreladas ao nível de



conhecimento das particularidades locais que, em última instância, estão atreladas à escala geográfica na qual as informações foram elaboradas. Sendo assim, os resultados apresentados devem ser alvo de checagem e controle de campo, já que a escala de trabalho utilizada não permite uma definição exata dos problemas apontados.

**Referências:**

- BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico. **Rio Bonito**: folha SF-23-Z-B-V-2 MI-2746/2. 5. ed. Rio de Janeiro, 1997. Carta topográfica na escala 1:50.000.
- CAMARGO, A. P.; PEDRO JUNIOR, M. J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R. R. Aptidão ecológica de culturas agrícolas. In: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. (Org.). **Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo**. Campinas, 1977, v.2, p.7-131.
- CEPA/BA. **Aptidão pedoclimática por cultura do Estado da Bahia**. Salvador, 1985. 50p.
- DANTAS, M. E. **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro**. CPRM. CDrom. 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p. : il.
- CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; SANTOS, R. D. dos; CALDERANO Filho, B.; MOTHCI, E. P.; ITURRI LARACH, J. O.; CONCEIÇÃO, M. da; TAVARES, N. P.; SANTOS, H. G. dos; GOMES, J. B. V.; CALDERANO, S. B.; GONÇALVES, A. O.; MARTORANO, L. G.; SANTOS, L. C. de O; BARRETO, W. de O.; CLAESSEN, M. E. C.; PAULA, J. L. de; SOUZA, J. L. R. de; LIMA, T. da C.; ANTONELLO, L. L.; LIMA, P. C. de; OLIVEIRA, R. P. de; AGLIO, M. L. D. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. Contém texto e mapa color., escala 1:250.000. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32). No prelo.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Zoneamento agropedoclimático do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 17).
- ENGEL, B. **Estimating Soil Erosion Using RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) Using ArcView**. Purdue University. February 20, 1999 Disponível em: <http://cobweb.ecn.purdue.edu/~engelb/abe526/gisrusle/gisrusle.html>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2008
- FAO. **Zonificación agro-ecológica**: guia general. Roma, 1997. 82 p. (FAO. Boletín de Suelos, 73).
- FAO. **Manual CROPWAT**. M. Smith, AGLW, Rome. 1989.

- FOURNIER, R. **Climate e erosion**. Press Universitaires de France, Paris, 1960. 201p.
- GALLANT, J. C.; WILSON, J. P. Primary topographic attributes. In: WILSON, J. P. & GALLANT, J. C. (Eds.). **Terrain Analysis: Principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, 2000. p.51-85.
- IBGE. **Itaboraí**: folha SF-23-Z-B-V-1. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979a. Escala 1:50.000. Carta topográfica.
- IBGE. **Itaipava**: dados digitais da carta topográfica na escala 1:50.000. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download)>. Acesso em 12 fev. 2007. Os dados foram publicados sob forma impressa em 1974.
- IBGE. **Nova Friburgo**: folha SF-23-Z-B-II-4. Rio de Janeiro, 1974. Escala 1:50.000. Carta topográfica.
- IBGE. **Petrópolis**: folha SF-23-Z-B-IV-2. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979b. Escala 1:50.000. Carta topográfica.
- IBGE. **Teresópolis**: folha SF-23-Z-B-II-3 MI-2716-3. 2. ed. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1:50.000. Carta topográfica.
- IBSNAT/SMSS. **Agrotechnology Transfer**. Newsletter nº 6. Honolulu, HI: University of Hawaii. 1987.
- JANSSEN, B. H.; GUIKING, F. C. T.; van DER EIJK, D.; SMALLING, E. M. A.; WOLF, J.; van REULER, H. QUEFTS. Wageningen, Netherlands: Winand Staring Center. 1989.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175p.
- LEROHL, M. L. The sustainability of selected prairie crop rotations. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v.39, p.667-676, 1991.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAEUR, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, v.51, p.189-196, 1992.
- LOMBARDI NETO, F. **Rainfall erosivity - its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil**. Purdue University, West Lafayette, 1977. 53p. (Master of Science)
- MANNIGEL, A. R.; PASSOS e CARVALHO, M.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.
- PEDREIRA, B. C. C. G.; ABREU, M. B.; FIDALGO, E. C. C. **Proposta de legenda para o mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Guapi-Macacu, RJ**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. (Embrapa Solos. Documentos, 91).

- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras: metodologia de interpretação e levantamentos.** Brasília/Rio de Janeiro: BINAGRI/EMBRAPA SNLCS, 1983. 71p.
- RAMALHO FILHO, A.; HIRANO, C.; DINIZ, T. D. A.; BACH, J. C. **Aptidão Pedoclimática - Zoneamento Por Produto.** Região do Programa Grande Carajás. Brasília/Rio de Janeiro: BINAGRI/CAE/EMBRAPA - IBGE, 1983. 30p.
- SANS, L. M. A.; ASSAD, D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região centro-oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 9, n. 3, p. 527-539, 2001.
- SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste, diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico.** Petrolina: EMBRAPA – CPATSA; Recife: EMBRAPA - CNPS – Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2v.
- SINGH, U.; THORNTON, P. K. Using crop models for sustainability and environmental quality assessment. **Outlook on Agriculture**, v.21, 209-218. 2002.
- Van DIEPES, V. C. A.; RAPPALST, C.; WOLF, J; van KEULEN, H. **CWFS Crop Growth Simulation Model WOFOST.** Wageningen, Netherlands: Center for World Food Studies. 1988.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington, D.C.: USDA, 1978. 57 p. (USDA. Agricultural Handbook).

## **PLANO DE MANEJO APA DA BACIA DO RIO MACACU**

### **ENCARTE 4 - APA DA BACIA DO RIO MACACU E SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

#### **4.2. Associações entre Solo e Espécies Arbóreas na Vegetação Natural da Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu**

Jorge A. S. Lima<sup>1</sup>;  
Samantha T. Mansur<sup>2</sup>;  
Mariella C. Uzêda<sup>3</sup>;  
Daniel V. Pérez<sup>4</sup>.

### **INTRODUÇÃO**

Nos municípios fluminenses de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, a conversão de Mata Atlântica em pastos e cultivos teve início no século 17, intensificando-se com a abertura de estradas no início do século 20 (Portal, 2008). Atualmente em torno de 41% do território local continua sob florestas (~53.753 ha), percentual que está bem acima da média estadual (18,6%) e da nacional (7,3%) para o Bioma (SOS Mata Atlântica, 2008). Entretanto, a futura implantação de complexo industrial de grande porte no município vizinho de Itaboraí deverá promover o crescimento do número de habitantes e de áreas urbanas, o que pode aumentar o grau de fragmentação dos ecossistemas (Rio de Janeiro, 2007).

A conectividade que favorece o funcionamento de ecossistemas fragmentados pode ser obtida com corredores de vegetação. Estes devem, pelo menos em parte, incluir espécies locais para criar continuidade florística, favorecendo o fluxo de gens através de polinizadores e dispersores (Pires et al. 2004). Portanto inventários de florestas nativas em diversas fases sucessionais são necessários para definir as populações de interesse (Kageyama, 2003).

---

<sup>1</sup>Eng. Agr. DSc. da Embrapa Solos; jorge@cnps.embrapa.br; <sup>2</sup>Bióloga BSc. Bolsista IBIO/Embrapa Agrobiologia, Mestranda – European Masters of Applied Ecology – sammansur@yahoo.com; <sup>3</sup>Eng. Agr. PhD. Embrapa Agrobiologia – mariella@cnps.embrapa.br; <sup>4</sup>Eng. Agr. PhD. Embrapa Solos – daniel@cnps.embrapa.br.; Eng. Agr, PhD.

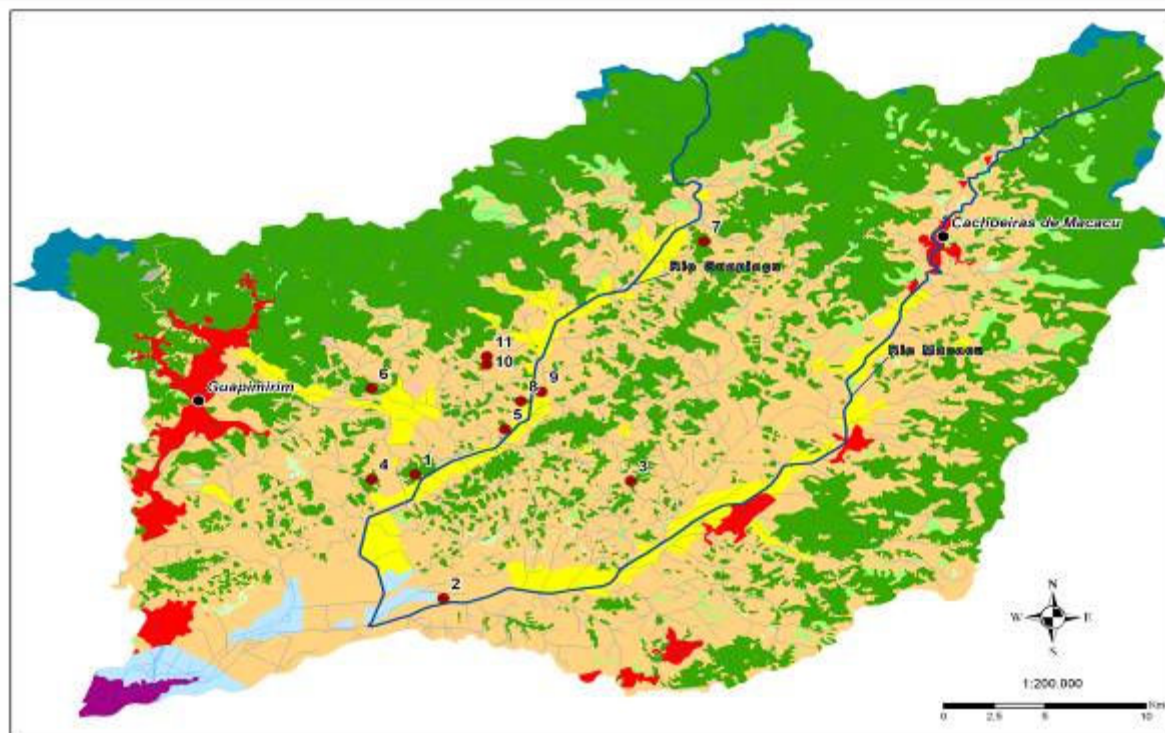


Figura 4.9. Localização e identificação dos fragmentos: 1– Daniel; 2– Colégio; 3– Alessandro; 4– Consorciadas I e II; 5– Moisés; 6– Três Morros; 7– Régua; 8– Serra Queimada; 9– Coco Duro; 10– Ana Milho; 11– Ana Pasto. BH Guapiaçu – Macacu (2007):

A sucessão é um processo ecológico no qual, em um mesmo sítio, ao longo do tempo, várias séries de comunidades vegetais se sucedem. À medida que a mata cresce, o sombreamento dificulta a regeneração das espécies mais exigentes em luz, denominadas de pioneiras, como as dos gêneros *Cecropia*, *Cupania* e *Guarea* (Lorenzi, 2002). Diferentemente o crescimento daquelas adaptadas à baixa luminosidade, classificadas como secundárias, não é afetado (Grime, 1977). Entre estas citam-se espécies dos gêneros *Neoraputia*, *Gallesia*, *Chrysophyllum* e *Calycorectes* encontradas em Macacu por Kurtz & Araújo, (2000).

A heterogeneidade ambiental, da qual as variações do solo fazem parte, influi na distribuição das espécies. No Centro Oeste Paulistano, Bertani et al. (2003) encontraram espécies exclusivas em cada tipo de solo de um mesmo fragmento. Já em Minas Gerais Martins et al. (2003) encontraram *Euphorbiaceae* e *Melastomataceae* sob distrofia, mas *Leguminosae* (*Inga* e *Piptadenia*) sob alta fertilidade. Rodrigues et al. (2007), numa área de transição entre Cerrado e Mata Atlântica encontraram *Lithraea molleoides* e *Guazuma ulmifolia* como indicadoras de melhores condições nutricionais.

Na Amazônia foram detectadas associações positivas de *Melastomataceae* com teores de alumínio (Tuomisto et al. 2002; Lima et al. 2003) e a prevalência de *Leguminosae* com nódulos nos solos mais pobres (Steege et al. 2006). John et al. (2007) encontraram correlação entre espécies e gradientes edáficos em outras florestas úmidas da América do sul e Central.

Nos solos tropicais são comuns a acidez e a elevada diluição de nutrientes essenciais (Rodrigues, 1996). Ambos são fatores decisivos para o estabelecimento das plantas, pois a alta concentração de alumínio afeta a absorção de cálcio e de magnésio, mas também o desenvolvimento radicular (Lambers et al. 1998). Já a acidez ativa ( $H^+$ ) promove a escassez de nutrientes que determina a competição entre espécies (Grime, 1977 e Tilman, 1982).

O presente trabalho teve por objetivos: (I) avaliar a associação de populações arbóreas nativas com atributos químicos do solo nos municípios de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu (RJ; Figura 4.9), (II) selecionar espécies para compor corredores ecológicos na BH Macacu Guapiaçu e (III) subsidiar o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental do Rio Macacu.

## METODOLOGIA

Tomaram-se doze amostras florestais da BH Guapiaçu Macacu, de junho à novembro de 2007 em propriedades dedicadas à agropecuária. Nessa zona a vegetação natural reveste colinas baixas raramente superiores a 40 m de altura (Figuras 4.10 e 4.11) sendo classificada como Floresta Ombrófila Densa submontana (Veloso et al. 1991). O clima corresponde ao Af de Köppen com invernos moderadamente secos e totais anuais pluviométricos ao redor de 2500 mm.ano<sup>-1</sup>.

Em seis fragmentos (Serra Queimada, Três Morros, Colégio, Régua, Coco Duro e Consorciadas I) alocaram-se de três a quatro parcelas de 50 x 10 m em nível, distribuídas de forma a cobrir a variabilidade do terreno (Figura 4.10). Em outras seis amostras (Daniel, Moisés, Consorciadas II, Alessandro, Ana Milho e Ana Pasto), como parte de outro estudo, os fragmentos foram divididos em dois estratos: superior e intermediário (Figura 4.11) para a alocação de três parcelas de 50 x 5 m em cada um. A linha de borda foi evitada por pelo menos 50 m. No interior das parcelas mensuraram-se o DAP (diâmetro à 1,30 m) de todos os indivíduos com  $DAP \geq 10$  cm.



Figura 4.10 – Localização aproximada das parcelas (50 x 10 m) no fragmento Coco Duro (Faz. Santo Estevão, BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

A identificação de espécies se fez por comparação com exsicatas do herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Foram classificadas pelo temperamento sucessional entre pioneiras e secundárias (iniciais e tardias) de acordo com critérios utilizados na literatura (Gandolfi, 1995; Lorenzi, 2002; Carvalho, 2008) e pela experiência do 1º autor.

Para reduzir os efeitos da sucessão agruparam-se as amostras em dois lotes a partir da área basal:

- 1 - Lote Sucessional Inicial Intermediário (II). Somente as populações dos oito fragmentos de menor área basal que atingissem o critério mínimo de inclusão.
- 2 - Lote Sucessional Intermediário Avançado (IA) Somente as populações dos oito fragmentos de maior área basal que atingissem o critério mínimo de inclusão.

O critério mínimo de inclusão das espécies foi a frequência mínima de três fragmentos com um total mínimo de 30 indivíduos no lote sucessional, a partir dos dados de cada fragmento aproximado para ha.

Coletaram-se três amostras de solo compostas de três tradagens cada uma, em parcelas ou estratos até a profundidade de 10 cm. Por razões logísticas, somente seis fragmentos tiveram a textura analisada (Serra Queimada, Três Morros, Colégio, Régua, Coco Duro e Consorciadas I). Portanto a mesma foi descartada das análises. As médias de teor de argila e da relação silte:argila são apresentadas na tabela 4.9, apenas com o intuito de caracterizar sumariamente

a textura, através da(s) média(s) do(s) fragmento(s) presente(s) naquele grupo que tenha tido sua textura analisada.

Os sítios foram agrupados por semelhança do conjunto de parâmetros químicos de solo através da análise de agrupamento (*clusters*). As análises químicas e físicas do solo, na camada dos 20 cm superficiais, foram realizadas de acordo com Embrapa (1997).

A relação entre variáveis de solo e as populações arbóreas se fez através da análise de correspondência canônica, de acordo com Hair Jr. et al. (2005), por lote sucessional. Essa análise verifica a correlação entre duas matrizes de dados, no caso, número de indivíduos de cada espécie e as variáveis do solo (pH, Al, Ca+Mg, K, P e C) por fragmento. Os resultados são expressos graficamente posicionando as espécies de modo a refletir a correlação de cada uma com os componentes principais (PCAs) respectivos. Os PCAs indicam aquelas variáveis que melhor contrastam os grupos de solo formados pelos fragmentos.

As populações foram classificadas quanto aos fatores químicos do solo como:

Associadas – tanto aquelas associadas significativa e positivamente aos nutrientes, mas também significativa e negativamente ao alumínio.

Alguma associação – aquelas que apresentaram somente associação significativa e positiva aos nutrientes ou as que apresentaram somente associação significativa e negativa ao alumínio

Dissociadas – aquelas que não apresentaram correlação significativa com os fatores do solo, mas também aquelas que apresentaram correlação positiva com alumínio ou negativa com nutrientes, considerando-se que não encontraram restrições nutricionais para sua distribuição.

Ressalta-se que os fragmentos não representam repetições verdadeiras de cada lote sucessional. Portanto, os resultados aqui encontrados são avaliados sem perder de vista essa limitação.



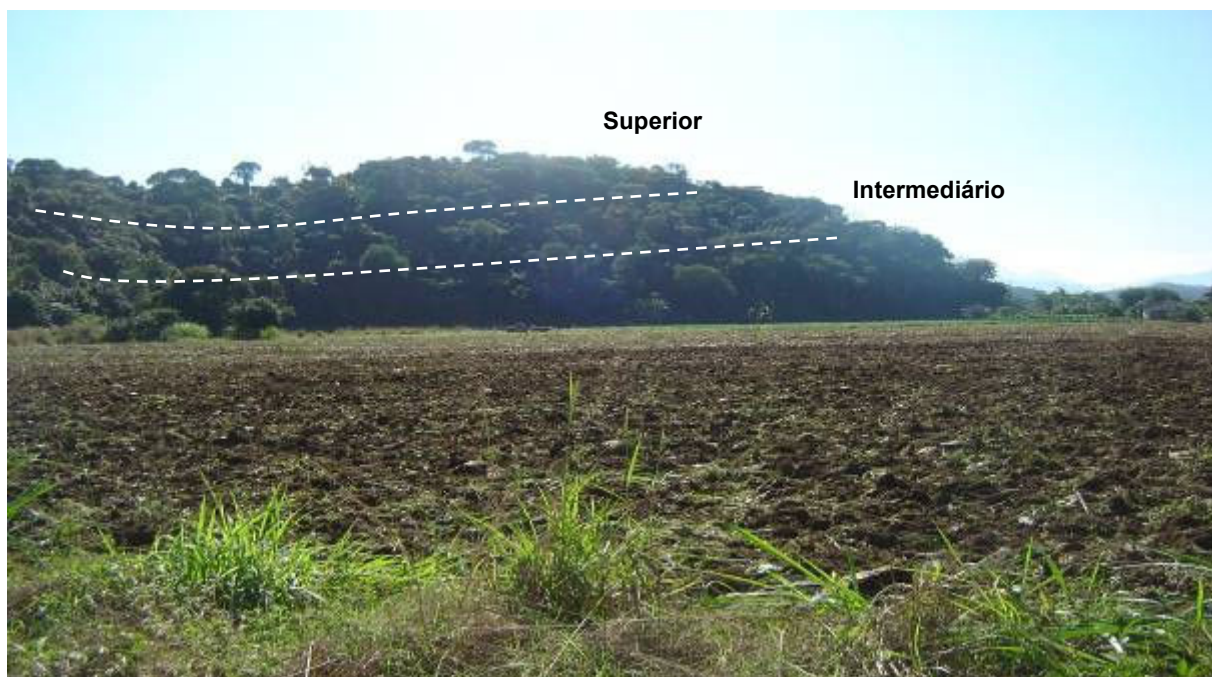


Figura 4.11. Estratificação e localização aproximada de três parcelas (50 x 5 m) no fragmento Moisés. Outras três parcelas na face posterior da colina. (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fragmentos Régua, Três Morros e Consorciadas I formaram o grupo de maior área basal (Tabela 4.7). Os demais fragmentos configuraram um nível intermediário, exceto Colégio e Serra Queimada, que apresentaram estrutura próxima do estágio inicial de sucessão.

Apesar de quatro fragmentos serem comuns aos dois lotes foram detectadas diferenças significativas em termos de área basal e nº de árvores em favor do Lote IA (Tabela 4.7) Já em termos de solo (Tabela 4.9 e Figura 4.12), a tendência à maior fertilidade de Régua e Consorciadas I os isolaram em um grupo (4). Os demais se misturaram em grupos de solos ácidos e de mais baixa fertilidade com maior teor médio de P no solo do grupo três, que reúne Coco Duro, Serra Queimada, 3 Morros e Colégio. O grupo 1 apresentou o pH mais baixo da amostra sendo essa a única diferença significativa em relação ao grupo 2 e a razão de estar isolado em posição diametralmente oposta ao grupo 4, o de maior fertilidade.

Tabela 4.7. Número de árvores ( $\text{ha}^{-1}$ ), área basal ( $\text{ha}^{-1}$ ) e lote sucessional respectivo por fragmento (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

| Fragmento       | Nº de árvores<br>$\text{n}^\circ.\text{ha}^{-1}$ | Área basal<br>$\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ | Lote Sucessional |    |
|-----------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|----|
| RÉGUA           | 1067                                             | 47,3                                      | -                | IA |
| CONSORCIADAS I  | 993                                              | 39,7                                      | -                | IA |
| 3MORROS         | 780                                              | 36,3                                      | -                | IA |
| CONSORCIADAS II | 1020                                             | 32,9                                      | -                | IA |
| ANA MILHO       | 713                                              | 29,2                                      | II               | IA |
| ALESSANDRO      | 760                                              | 24,7                                      | II               | IA |
| COCODURO        | 600                                              | 22,9                                      | II               | IA |
| MOISES          | 415                                              | 21,9                                      | II               | IA |
| DANIEL          | 607                                              | 21,3                                      | II               | -  |
| ANA PASTO       | 647                                              | 17,2                                      | II               | -  |
| SQUEIMADA       | 575                                              | 16,1                                      | II               | -  |
| COLÉGIO         | 473                                              | 14,5                                      | II               | -  |
| Lote IA         | 794 A                                            | 31,9 A                                    |                  |    |
| Lote II         | 599 B                                            | 21,0 B                                    |                  |    |

Obs.: Letras iguais no sentido da coluna significam médias estatisticamente iguais pelo Teste  $T_{(p=0,05)}$ .

As comparações entre os lotes sucessionais não indicaram diferenças significativas, exceto por K, em favor do lote IA. Quanto a Ca+Mg, a elevada variabilidade no lote IA não permitiu configurar mais que uma tendência de apresentar maior média do que o lote II (Tabela 4.9).

A análise de componentes principais relativa aos solos do lote II indicou como variáveis associadas ao Componente Principal 1 (PCA 1) Ca+Mg e C, no PCA 2 Al, K e C. Já no lote IA, no PCA 1 – P, K e C enquanto no PCA 2 – Al e P. (Tabela 4.10).

A análise de correspondência entre as matrizes de solo e de espécies registra elevada proporção de populações que se distanciam do ponto de origem do gráfico (Figuras 4.13 e 4.14). Quanto mais distantes mais positivamente associadas ficam em relação aos vetores de solo representados pelas flechas de mesmo sentido, mas negativamente às flechas opostas.

No Lote II, houve maior distanciamento das espécies em relação à origem (Figura 4.13), talvez refletindo maior especialização das populações. Já no lote IA (Figura 4.14), a maior aproximação em relação à origem, pode ser atribuída à menor limitação nutricional de alguns solos desse lote, em especial dos fragmentos Régua e Consorciadas 1 (Tabela 4.9, Figura 4.12). Nestes obteve-se significativamente maiores de Ca+Mg, K e C, e os menores de Al.

Tabela 4.8. Famílias botânicas, nomes vernaculares e científicos das espécies com os respectivos grupos ecológicos e lotes sucessionais (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

| Família                 | Espécie                                                         | Nome vernacular         | G.Ec. | Lote    |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|---------|
| <i>Sapotaceae</i>       | <i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.                                | Aça                     | ST    | II - IA |
| <i>Leg –</i>            | <i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex                   | Angico-Branco           | PI    | II – IA |
| <i>Mimosoideae</i>      | Record                                                          |                         |       |         |
| <i>Leg –</i>            | <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.)                      | Angico-Vermelho         | ST    | IA      |
| <i>Mimosoideae</i>      | Brenan                                                          |                         |       |         |
| <i>Rubiaceae</i>        | <i>Posoqueria acutifolia</i> Mart.                              | Bacupari                | ST    | IA      |
| <i>Myristicaceae</i>    | <i>Virola oleifera</i> (Schott) A.C. Sm.                        | Bicuiba                 | ST    | IA      |
| <i>Myrtaceae</i>        | <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.                               | Caipuna                 | SI    | II – IA |
| <i>Anacardiaceae</i>    | <i>Spondias macrocarpa</i> Engl.                                | Cajazeira               | ST    | II – IA |
| <i>Asteraceae</i>       | <i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera                     | Cambará                 | PI    | II      |
| <i>Sapindaceae</i>      | <i>Cupania oblongifolia</i> Mart.                               | Camboatá                | SI    | II      |
| <i>Sapindaceae</i>      | <i>Cupania furfuracea</i> Radlk.                                | Camboatá-da-Folha-Fina  | SI    | II      |
| <i>Sapindaceae</i>      | <i>Allophylus edulis</i> (A St. Hill., Cambess. & A Juss.)Radlk | Camboatá-Folha-de-Serra | PI    | II – IA |
| <i>Lauraceae</i>        | <i>Lauraceae</i> sp4                                            | Canela                  | ST    | IA      |
| <i>Lauraceae</i>        | <i>Nectandra rigida</i> (Kunth.) Nees                           | Canela-Amarela          | SI    | II – IA |
| <i>Lauraceae</i>        | <i>Nectandra membranaceae</i> (Swartz) Griseb.                  | Canela-Branca           | ST    | II – IA |
| <i>Lauraceae</i>        | <i>Ocotea</i> sp.                                               | Canela-Preta            | ST    | IA      |
| <i>Melastomataceae</i>  | <i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.                                | Canjerana-Branca        | PI    | II      |
| <i>Melastomataceae</i>  | <i>Miconia calvenscens</i> DC.                                  | Canjerana-Preta         | PI    | IA      |
| <i>Rutaceae</i>         | <i>Hostia arborea</i> Engl.                                     | Casca-de-Anta           | NC    | IA      |
| <i>Bombacaceae</i>      | <i>Eriotheca candolleana</i> (k.Schum.) A Robyns                | Catuaba                 | ST    | IA      |
| <i>Leg –</i>            | <i>Balizia pedicellaris</i> (D.C.) Barneby & J.W.               | Farinha-Seca            | ST    | II – IA |
| <i>Mimosoideae</i>      | Grimes                                                          |                         |       |         |
| <i>Euphorbiaceae</i>    | <i>Aparisthmium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.                   | Folha-de-Bolo           | SI    | II – IA |
| <i>Leg -</i>            | <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.                    | Garapa                  | SI    | II – IA |
| <i>Caesalpinoideae</i>  |                                                                 |                         |       |         |
| <i>Lacistemaceae</i>    | <i>Lacistema pubescens</i> Mart.                                | Gonçalo                 | ST    | II – IA |
| <i>Cecropiaceae</i>     | <i>Cecropia hololeuca</i> Miq                                   | Imbaúba-Branca          | PI    | II      |
| <i>Bignoniaceae</i>     | <i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith                      | Ipê-Amarelo             | ST    | II      |
| <i>Arecaceae</i>        | <i>Astrocaryum aculeantissimum</i> Burret.                      | Iri                     | PI    | II – IA |
| <i>Myrtaceae</i>        | <i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.                                | Jabuticaba-do-Mato      | SI    | II – IA |
| <i>Melastomataceae</i>  | <i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin                      | Jacatirão               | PI    | II – IA |
| <i>Moraceae</i>         | <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber                         | Leiteira                | SI    | IA      |
| <i>Euphorbiaceae</i>    | <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax                           | Leiteira-Preta          | SI    | II – IA |
| <i>Chrysobalanaceae</i> | <i>Licania kunthiana</i> Hook. f.                               | Milho-Torrado           | ST    | II – IA |
| <i>Sterculiaceae</i>    | <i>Pterigota brasiliensis</i> Ft. All.                          | Mindubi                 | SI    | II      |
| <i>Asteraceae</i>       | <i>Vernonanthura discolor</i> (Less.) H. Rob.                   | Moluro                  | PI    | II – IA |
| <i>Malpighiaceae</i>    | <i>Byrsonima</i> sp.                                            | Murici-Café             | NC    | II – IA |
| <i>Monimiaceae</i>      | <i>Siparuna guianensis</i> Aublet                               | Negamina                | SI    | II      |
| <i>Annonaceae</i>       | <i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.                              | Pimenteira              | PI    | IA      |
| <i>Sterculiaceae</i>    | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.                                   | Piriquiteira            | PI    | II      |
| <i>Cyathaceae</i>       | <i>Cyathea</i> sp.                                              | Samambaiacú             | PI    | II      |

Grupos Ecológicos: NC (não classificada), PI (pioneiras), SI (secundárias iniciais) e ST (secundárias tardias).

Tabela 4.9. Comparações, médias e desvios padrão das variáveis de solo por grupo de fragmentos de maior similaridade e por lote sucessional (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

| CLUSTER <sup>a</sup> | Argila <sup>b</sup><br>g.Kg <sup>-1</sup>  | <i>t</i> | Silt:Arg <sup>b</sup>   | <i>t</i> | pH(H <sub>2</sub> O) | <i>t</i> | Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup><br>Cmolc.Kg-1 | <i>t</i> | K <sup>+</sup> | <i>t</i> |
|----------------------|--------------------------------------------|----------|-------------------------|----------|----------------------|----------|--------------------------------------------------|----------|----------------|----------|
| 1                    | 314                                        |          | 0,54                    |          | 3,88 (0,08)          | B        | 0,33 (0,10)                                      | C        | 0,07 (0,01)    | C        |
| 2                    | 458                                        |          | 0,30                    |          | 3,91 (0,13)          | A        | 0,43 (0,11)                                      | BC       | 0,08 (0,01)    | BC       |
| 3                    | 439                                        |          | 0,23                    |          | 4,16 (0,01)          | A        | 0,55 (0,10)                                      | B        | 0,09 (0,04)    | B        |
| 4                    | 452                                        |          | 0,47                    |          | 4,84 (0,52)          | A        | 3,45 (1,83)                                      | A        | 0,15 (0,03)    | A        |
| Lote IA              | 372                                        |          | 0,47                    |          | 4,02 (0,41)          | a        | 0,72 (1,3)                                       | a        | 0,44 (0,04)    | a        |
| Lote II              | 375                                        |          | 0,36                    |          | 3,91 (0,17)          | a        | 0,27 (0,2)                                       | a        | 0,07 (0,02)    | b        |
| CLUSTER              | Al <sup>3+</sup><br>cmolc.Kg <sup>-1</sup> | <i>t</i> | P<br>Mg.g <sup>-1</sup> | <i>t</i> | C                    | <i>t</i> | N<br>g.Kg <sup>-1</sup>                          | <i>T</i> | C:N            | <i>T</i> |
| 1                    | 2,64 (0,5)                                 | AB       | 2,3 (0,5)               | B        | 16,1 (2,3)           | A        | 1,7 (0,19)                                       | B        | 9,4 (1,6)      | BC       |
| 2                    | 2,27 (0,5)                                 | A        | 1,9 (0,7)               | BC       | 19,3 (2,2)           | A        | 1,9 (0,22)                                       | B        | 10,1 (0,4)     | AB       |
| 3                    | 1,92 (0,5)                                 | ABC      | 4,2 (0,4)               | A        | 16,0 (2,2)           | A        | 1,8 (0,31)                                       | B        | 9,2 (0,5)      | BC       |
| 4                    | 0,97 (0,6)                                 | C        | 2,3 (1,2)               | C        | 18,9 (3,4)           | A        | 2,4 (0,42)                                       | A        | 7,8 (0,3)      | C        |
| Lote IA              | 2,17 (0,68)                                | a        | 1,53 (1,34)             | a        | 19,0 (4,0)           | a        | 1,90 (0,24)                                      | a        | 9,28 (1,56)    | a        |
| Lote II              | 2,32 (0,59)                                | a        | 1,59 (1,53)             | a        | 18,9 (4,7)           | a        | 1,71 (0,22)                                      | a        | 9,25 (1,53)    | a        |

<sup>a</sup>Clusters conforme indicados na Figura 4.12. <sup>b</sup>Médias de alguns fragmentos (ver metodologia). Médias seguidas pela mesma letra, no sentido da coluna não diferem estatisticamente ao nível de p=0,05 (Maiúsculas comparam clusters - Tukey; minúsculas comparam os lotes Teste T).

A distribuição das espécies em todos os quadrantes dos gráficos denota diferentes estratégias de uso dos recursos do solo, havendo desde associação negativa à acidez (Ph e Al) e positiva a nutrientes, até outras sem qualquer associação (Figuras 4.13 e 4.14; Tabela 4.10).

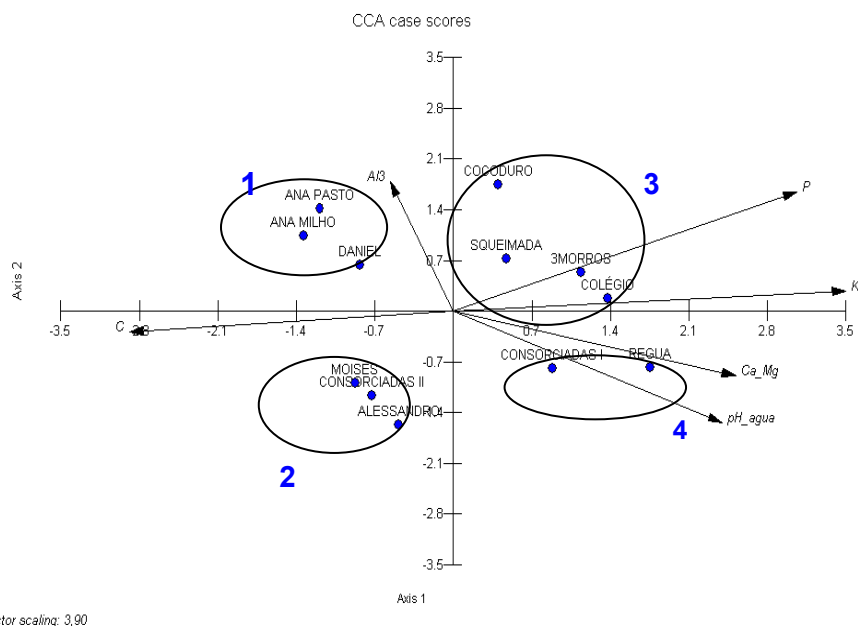


Figura 4.12 Correspondência canônica entre fragmentos e variáveis do solo (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

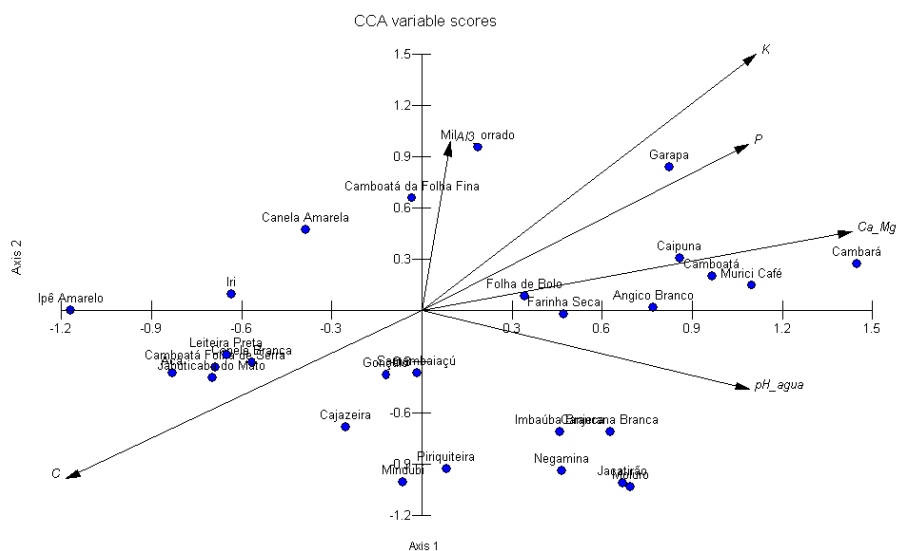


Figura 4.13. Correspondência entre variáveis de solo e populações arbóreas do Lote Sucessional II (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

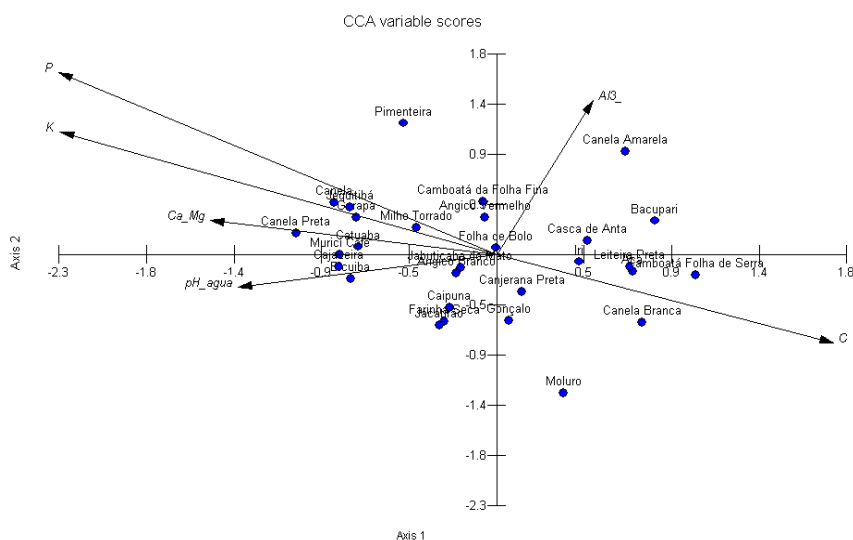


Figura 4.14. Correspondência entre variáveis de solo e populações arbóreas do Lote Sucessional IA (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

Registraram-se, entre as populações presentes nos dois lotes, algumas que mantiveram distribuição em relação à acidez e nutrientes (*Byrsonima* sp, *Licania kunthiana*, *Sapium glandulatum*, *Nectandra membranaceae* e *Apuleia leiocarpa*). Houve outras em que no Lote IA a associação foi atenuada em relação aos nutrientes (*Aparisthmium cordatum*, *Vernonanthura discolor*, *Albizia polycephala*, *Myrcia fallax* e *Nectandra rigida*) ou em

relação ao alumínio (*Myrcia fallax*, *Ecclinusa ramiflora*, *Allophylus edulis*, *Cupania furfuracea*, *Nectandra rigida* e *Spondias macrocarpa*). Essas variações podem ser observadas

nas figuras 4.13 e 4.14, mas na tabela 4.10 são mais nítidas através da ponderação quantitativa de cada uma aos respectivos componentes principais.

Tabela 4.10. Correlação multivariada das espécies aos eixos PCA e a associação edáfica por lote sucessional (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

| G.<br>Ec. | Espécie              | Sinal do score canônico |                |                 |                          | Classificação |                  |
|-----------|----------------------|-------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|---------------|------------------|
|           |                      | Lote II                 |                | Lote IA         |                          | Nutrientes    | Al <sup>+3</sup> |
|           |                      | PCA 1<br>Ca+Mg; C       | PCA 2<br>K; Al | PCA 1<br>P;K; C | PCA2<br>Al <sup>+3</sup> |               |                  |
| PI        | Camboatá F. Fina     | -0,033                  | 0,663          | -0,070          | 0,480                    | Dissociada    | Dissociada       |
| PI        | Iri                  | -0,637                  | 0,098          | 0,428           | -0,061                   | Dissociada    | Dissociada       |
| SI        | Leiteira Preta       | -0,653                  | -0,263         | 0,691           | -0,110                   | Dissociada    | Dissociada       |
| SI        | Milho Torrado        | 0,189                   | 0,962          | -0,416          | 0,243                    | Dissociada    | Dissociada       |
| SI        | Pimenteira           |                         |                | -0,483          | 1,195                    | Dissociada    | Dissociada       |
| ST        | Angico Vermelho      |                         |                | -0,060          | 0,335                    | Dissociada    | Dissociada       |
| ST        | Bicuíba              |                         |                | -0,759          | -0,218                   | Dissociada    | Dissociada       |
| ST        | Canela               |                         |                | -0,843          | 0,473                    | Dissociada    | Dissociada       |
| ST        | Catuaba              |                         |                | -0,718          | 0,074                    | Dissociada    | Dissociada       |
| ST        | Gonçalo              | -0,120                  | -0,378         | 0,066           | -0,595                   | Dissociada    | Dissociada       |
| ST        | Ipê Amarelo          | -1,174                  | 0,003          |                 |                          | Dissociada    | Dissociada       |
| PI        | Canjerana Preta      |                         |                | 0,132           | -0,335                   | Dissociada    | Associada        |
| PI        | Piriquiteira         | 0,082                   | -0,930         |                 |                          | Dissociada    | Associada        |
| PI        | Samambaiaçu          | -0,016                  | -0,368         |                 |                          | Dissociada    | Associada        |
| SI        | Camboatá F. de Serra | -0,690                  | -0,332         | 1,035           | -0,182                   | Dissociada    | Associada        |
| SI        | Jabuticaba do Mato   | -0,701                  | -0,395         | -0,186          | -0,116                   | Dissociada    | Associada        |
| ST        | Aça                  | -0,834                  | -0,369         | 0,706           | -0,154                   | Dissociada    | Associada        |
| ST        | Canela Branca        | -0,568                  | -0,308         | 0,758           | -0,615                   | Dissociada    | Associada        |
| ST        | Mindubi              | -0,063                  | -1,011         |                 |                          | Dissociada    | Associada        |
| NC        | Casca de Anta        |                         |                | 0,473           | 0,126                    | Associada     | Dissociada       |
| NC        | Negamina             | 0,467                   | -0,945         |                 |                          | Associada     | Dissociada       |
| PI        | Angico Branco        | 0,775                   | 0,016          | -0,208          | -0,166                   | Associada     | Dissociada       |
| PI        | Cambará              | 1,455                   | 0,276          |                 |                          | Associada     | Dissociada       |
| PI        | Murici Café          | 1,103                   | 0,149          | -0,814          | -0,001                   | Associada     | Dissociada       |
| SI        | Caipuna              | 0,863                   | 0,310          | -0,244          | -0,48                    | Associada     | Dissociada       |
| SI        | Camboatá             | 0,970                   | 0,204          |                 |                          | Associada     | Dissociada       |
| SI        | Canela Amarela       | -0,388                  | 0,475          | 0,671           | 0,938                    | Associada     | Dissociada       |
| SI        | Folha de Bolo        | 0,345                   | 0,087          | -0,002          | 0,066                    | Associada     | Dissociada       |
| SI        | Garapa               | 0,828                   | 0,842          | -0,727          | 0,336                    | Associada     | Dissociada       |
| ST        | Bacupari             |                         |                | 0,822           | 0,310                    | Associada     | Dissociada       |
| ST        | Canela Preta         |                         |                | -1,043          | 0,197                    | Associada     | Dissociada       |
| PI        | Canjerana Branca     | 0,631                   | -0,714         |                 |                          | Associada     | Associada        |
| PI        | Imbaúba Branca       | 0,460                   | -0,712         |                 |                          | Associada     | Associada        |
| PI        | Jacatirão            | 0,670                   | -1,014         | -0,297          | -0,64                    | Associada     | Associada        |
| SI        | Moluro               | 0,699                   | -1,037         | 0,348           | -1,255                   | Associada     | Associada        |
| ST        | Cajazeira            | -0,255                  | -0,687         | -0,82           | -0,105                   | Associada     | Associada        |
| ST        | Farinha Seca         | 0,475                   | -0,022         | -0,271          | -0,604                   | Associada     | Associada        |

Obs. Os valores indicam as posições em relação aos eixos das figuras 4.13 e 4.14. (Significativo Ponderação > 0,3; altamente significativo Ponderação > 0,8). Células vazias - spp ausente do lote sucessional. Total percentual de variação acumulada pelos autovalores. II – 54,2%; IA – 60,7%.

Um menor número de populações modificou significativamente sua distribuição. No Lote IA *Spondias macrocarpa* associou-se aos nutrientes e dissociou-se de Al. Já *Myrcia splendens*, *Miconia cinnamomifolia* e *Balizia pedicellaris* se dissociaram de nutrientes, mas acentuaram a associação negativa à Al (Figuras 4.13 e 4.14; Tabela 4.10).

Mudanças nos padrões de associação aos fatores de solo entre os lotes II e IA devem ser vistas com reservas já que esses fragmentos são vulneráveis à perturbações antrópicas que os degradam, bem como a maior fertilidade do solo de alguns fragmentos do lote IA mas é possível que a competição mais intensa por radiação solar nos fragmentos mais maduros (Grime, 1977; Tilman, 1982) possa ter maior peso do que a competição por nutrientes na distribuição espacial das populações arbóreas.

Os percentuais acumulados da variação colhidos pelos componentes principais dos dois lotes (Tabela 4.10 – rodapé) sugerem a influência de outras variáveis. Registre-se a associação positiva e significativa de *Miconia cinnamomifolia* aos nutrientes, mas negativa em relação à Al que contrastam com Tuomisto et al. (2002), Lima et al. (2003) e Martins et al. (2003). A corroboração apenas parcial à Rodrigues (2007) quanto à associação negativa de *Guazuma ulmifolia* ao Alumínio (Figura 4.13 e Tabela 4.10), também não parecem claras, mas podem ser consequências de diversos fatores desde genéticos (p.e. seleção, plasticidade e heterozigose) à ecológicos (p.e. fatores de polinização, de dispersão e de predação), assim como ao acaso.

A distribuição das populações reunidas pelos dois lotes evidenciou número próximo de espécies por grupo ecológico, mas aquelas com alguma associação representaram mais da metade das espécies (Figura 4.15). Pioneiras e secundárias iniciais apresentaram maior proporção com alguma associação aos fatores de solo. Entre as secundárias iniciais foi notável a ausência de espécies associadas. Já entre as tardias a proporção de dissociadas tendeu a ser maior.

As espécies dissociadas tenderam a apresentar médias mais altas de número de indivíduos do que as demais enquanto aquelas com alguma associação intermediaram essa distribuição, o que parece sugerir uma possível vantagem competitiva associada à menor associação aos fatores do solo (Figura 4.16). As populações secundárias, iniciais ou tardias, não apresentaram uma variação clara em resposta à associação ao solo. Contudo as pioneiras dissociadas tenderam a apresentar a média mais alta do grupo. Já as espécies secundárias

iniciais apresentaram tendência a formar as maiores populações e as tardias as menores, sugerindo o estágio sucessional intermediário da maioria dos fragmentos amostrados.

Segundo Grime (1977), as espécies tardias são mais competitivas do que as pioneiras porque a maior riqueza de espécies dos sítios maduros torna mais importante a competição interespecífica. Já as pioneiras, segundo esse autor, embora tenham descendências numerosas, apresentam alta mortalidade, o que favorece os indivíduos casualmente estabelecidos em sítios mais adequados. Aparentemente, as pioneiras dissociadas dos fatores de solo aqui apresentaram tendência a formar as maiores populações (Figura 4.16).

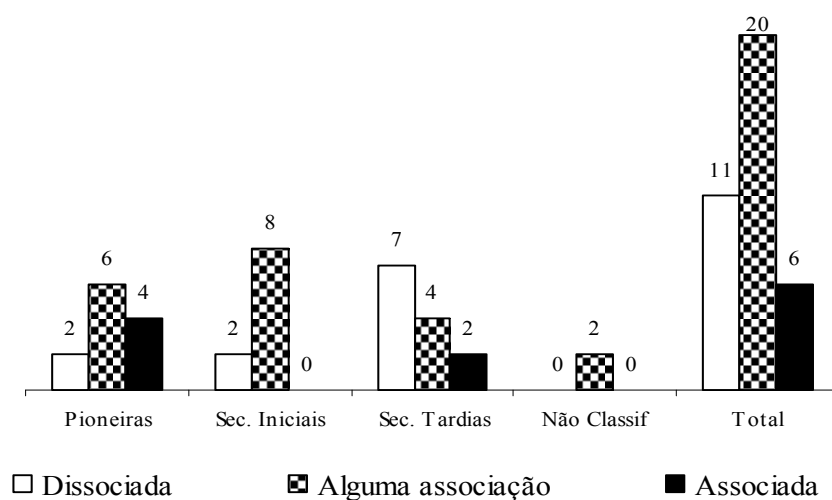


Figura 4.15. Número de espécies de cada grupo ecológico por associação aos fatores de solo (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).

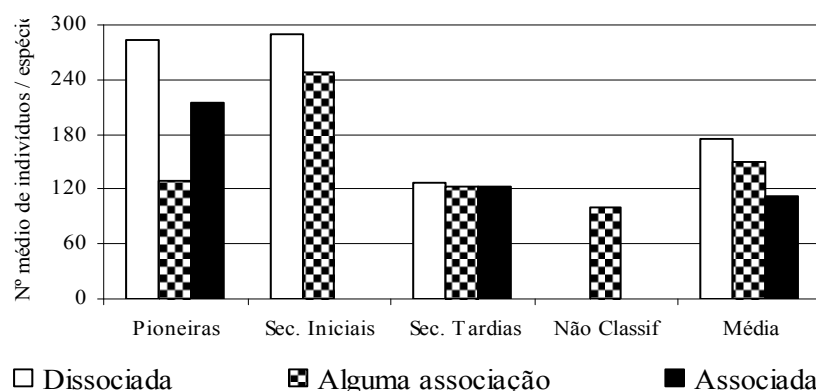


Figura 4.16. Número de indivíduos de cada grupo ecológico por associação aos fatores de solo (BH – Guapiaçu Macacu, 2007).



As diferentes estratégias para obtenção de recursos distinguem o nicho de cada espécie (Hutchinson, 1959) sendo possível, segundo sugeriu Tilman (1982), que cada qual tenha uma estreita faixa de disponibilidade (*ratio*) de alguns recursos na qual é capaz de suplantar as demais. A metodologia empregada não permite reconhecer requerimentos próprios de cada espécie, mas os grupos formados tendem a representar um gradiente edáfico entre associadas positiva e negativamente aos fatores do solo.

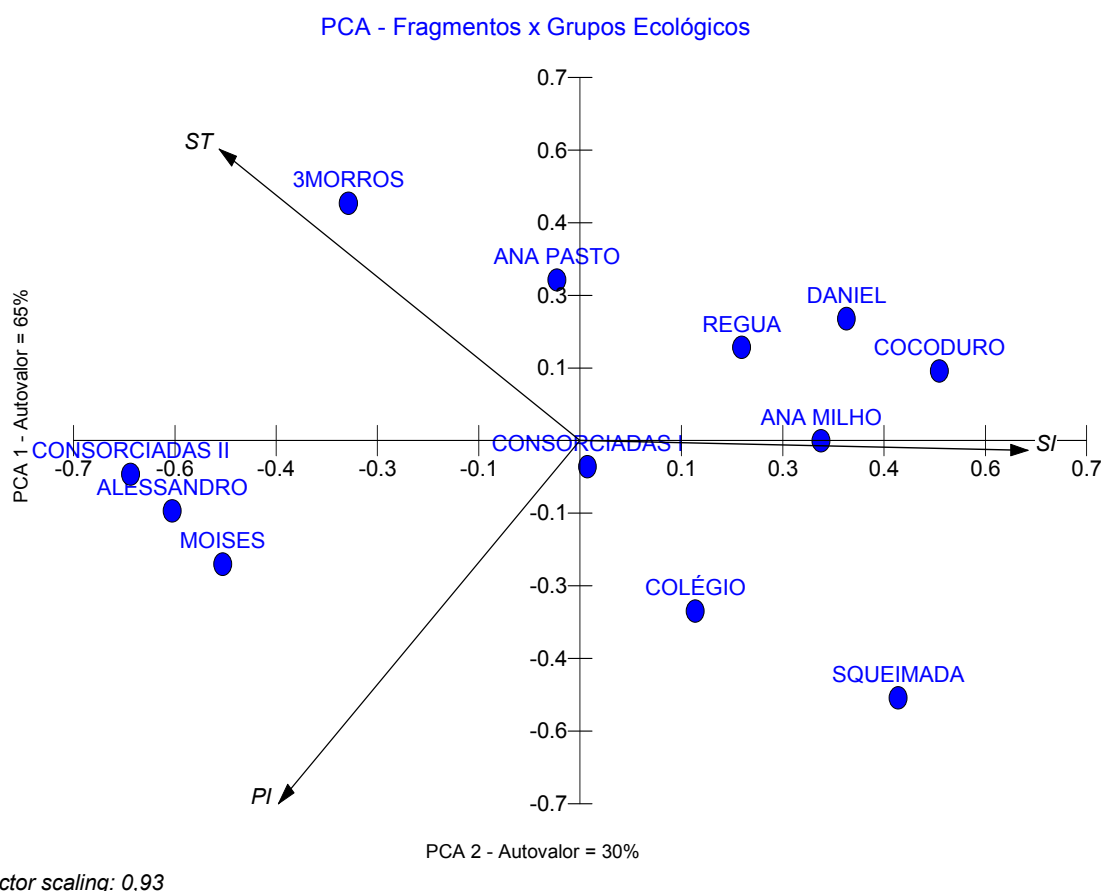


Figura 4.17 Análise de componentes principais indicando a proximidade entre fragmentos relativo as quantidades de árvores de cada grupo ecológico das populações estudadas (PI – Pioneiras; Secundárias Iniciais; ST – Secundárias Tardias)

Nesse sentido a análise de componentes principais (Figura 4.17) sugere que o tamanho das populações avaliadas relativamente ao temperamento sucessional diferencia os fragmentos. Exceto Consorciadas I, que parece ser igualmente influenciada pelos três grupos ecológicos os demais mostraram tendências, tendo a maioria se distribuído ao longo

dos vetores dos grupos de tardias e secundárias iniciais. Moisés e Colégio se aproximaram do vetor nas pioneiras, o que parece estar de acordo com a área basal relativamente menor que apresentam. Contudo é particularmente notável que a proximidade entre Consorciadas II, Alessandro e Moisés reproduzam a proximidade apresentada através de vetores da fertilidade do solo no sentido do nível mais elevado de C e pH (Grupo 2; Figura 4.12).



Figura 4.18. Detalhe de um “Jirau”, armação rústica de apoio para a caça.

O estabelecimento de um indivíduo e das populações dependem de inúmeros fatores bióticos, abióticos, da degradação (Figura 4.18) e do acaso. Mas o exame em conjunto dos grupos de fragmentos formados pela distribuição dos grupos ecológicos (Figura 4.17) e pelos parâmetros de fertilidade do solo (Figura 4.12), sugerem que o solo pode contribuir para moldar, ainda que parcialmente, a composição de espécies dos fragmentos dessa zona. Como a ocupação data do século 17 (Portal, 2008), o estado dos fragmentos resulta de perturbações diferenciadas logo, não sendo repetições verdadeiras, é indispensável maior amostragem na região para avaliar a repetibilidade dos padrões encontrados.

## CONCLUSÃO

A distribuição das populações e dos grupos ecológicos em categorias de associação aos fatores químicos do solo sugere a expressão de diferentes estratégias nutricionais. Nesse

sentido as espécies classificadas como “dissociadas” ou “alguma associação” são adequadas para compor, localmente, corredores de vegetação e sistemas de recuperação de áreas degradadas. As demais populações também podem ser aproveitadas, mas poderão apresentar restrições a manchas de solo mais baixa de fertilidade

### RECOMENDAÇÕES

1. Verificação das associações solo – florística em mais amostras da Baixada Litorânea e experimentação delineada para determinar requerimentos nutricionais específicos.
2. Espécies da família *Leguminosae* (Farinha Seca - *Balizia pedicellaris*, Garapa - *Apuleia leiocarpa*, Angico-Branco - *Albizia polycephala* e Angico Vermelho - *Parapiptadenia pterosperma*) devem ser intensivamente incluídas nos plantios de corredores florestais e recuperação de áreas degradadas por sua função fixadora de nitrogênio.
3. Podem ser incluídas outras espécies de Mata Atlântica, contudo para assegurar similaridade florística com a vegetação local recomenda-se que pelo menos 1/3 das árvores dos corredores pertençam às espécies aqui citadas. Para uma lista relativa a uma bacia hidrográfica vizinha (Rio São João) ver Oliveira et al. (2008).

### AGRADECIMENTOS

Aos trabalhadores Sérgio Nunes Gonçalves, Anderson Vieira Francisco e Tiago de Oliveira Rosa pela ajuda nos trabalhos de campo. À Vanina Zini Antunes, Bióloga MSc da ONG – Instituto Bioatlântica (IBIO), pelo apoio logístico. Aos Técnicos Ambientais do IBIO Sabrina Silva, Bióloga BSc e Alexander Copello, Geógrafo BSc, pelo mapa dos fragmentos. À Bióloga MSc Cláudia Vieira pela ajuda na identificação botânica. Aos pesquisadores da Embrapa Solos, Heitor Coutinho, Eng. Agr. – PhD e Fabiano Balieiro, Eng. Agr. - PhD, e da Embrapa Amapá Aderaldo Gazel Filho, Eng. Agr. – PhD pelas críticas e sugestões ao texto. Em especial à pesquisadora da Embrapa Agrobiologia Mariella Camardelli Uzêda, Eng. Agr, PhD, pelo incentivo para a realização desse trabalho e pela concepção dos projetos Caminhos da Sustentabilidade (PDA) e Entre Serras e Águas (FNMA) ambos financiados pelo Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal que asseguraram os recursos para este estudo. À Coordenadora do Programa Serra do Mar do IBIO, Gabriela

Viana, Méd. Veterinária – MSc, pela excelência na coordenação dos projetos. Estão todos eximidos de quaisquer impropriedades aqui cometidas.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

1. BERTANI, D.F.; RODRIGUES, R.R.; BATISTA, J.L.F.; SHEPHERD, G.J. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Rev. Bras. Bot.** V.24, n.1, p.11-23. 2001.
2. CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Composição, riqueza e heterogeneidade da flora arbórea da bacia do rio São João, RJ, Brasil *Acta Botânica Brasílica* 22(4): 929-940. 2008.
3. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de Solo**. 2ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
4. 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. **Rev. Brasileira de Biologia** 55:753-767. 1995.
5. GRIME, J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**. V.111, nº 982. p1169-1193.1977
6. HAIR JUNIOR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados. Capítulo 10 – Escalonamento Multidimensional – Análise de correspondência**. 5.ed. New Jersey: Prentice Hall. 1995. Trad. Sant’Anna, A.S. & Chaves Neto, A. Porto Alegre, Bookman, 2005. p. 441 - 446.
7. HUTCHINSON, G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? *American Naturalist*, 93: 145-159.
8. JOHN, R.; DALLING, J.W.; HARMS, K.E.; YAVITT, J.B.; STALLARD, R.F.; MIRABELLO, M.; HUBBELL, S.P.; VALENCIA, R.; NAVARRETE, H.; VALLEJO, M.; FOSTER, R.B. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. **PNAS**. Vol. 104, no. 3, p. 864-869. 2007
9. KAGEYAMA, P. Y. Reflexos e potenciais da resolução SMA-21 de 21/11/2001 na conservação da biodiversidade específica e genética. **Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas**. 7-12. 2003
10. KURTZ, B.C.; ARAÚJO, D.S.D. 2000. 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** 51(78/115): 69-112. 2000
11. LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology. Mineral Nutrition**. New York: Springer-Verlag, 1998. p. 267-269 p.
12. LIMA, J.A.S.; MENEGUELLI, N.; PÉREZ, D.V.; GAZEL FILHO, A.B. Agrupamento de espécies arbóreas através de características de solo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 109-116, jan. 2003
13. LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, v.2. 2002.
14. MARTINS, S.V.; SILVA, N.R.S.; SOUZA, A.L.; MEIRA NETO, J.A.A. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de PLANO DE MANEJO - APA DA BACIA DO RIO MACACU – Encarte 4 – Área de Influência

- Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis** n.64, p.172-181, dez. 2003.
15. OLIVEIRA, P.P.; NASCIMENTO, M.T.; CARVALHO, F.A.; VILLELA, D.M.; KIERULFF, M.C.M.; VERULI, V.P.; LAPENTA, M.J.; SILVA, A.P. Qualidade do habitat na área de ocorrência do mico-leão-dourado. In: Oliveira, P.P.; Grativol, A.D.; Miranda, C.R.R. (Eds.). Campos dos Goytacazes – UENF. **Conservação do mico-leão-dourado: Enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada**. p-14 -39. 2008.
  16. PIRES, J. S. R.; PIRES.A. M. Z. C. R. & SANTOS, J. E. Avaliação da integridade ecológica em bacias hidrográficas. In: SANTOS, J. E.; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J. S. R.; HENKEOLIVEIRA, C & RODRIGUES-PIRES, A. M. Z. C. **Faces da Polissemia da Paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos: RiMa, 2004. p 123-150.
  17. PORTAL. Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu. Disponível em <http://www.cachoeirasdemacacu.rj.gov.br/index.php?option=comcontent&task=view&id=24&Itemid=68>. Acesso em 10 Janeiro de 2009.
  18. RIO DE JANEIRO (Estado). Instrução técnica Decon nº 01/2007. Instrução técnica para elaboração de Estudo e Impacto Ambiental – EIA e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA para o Complexo petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ. **Governo do Rio de Janeiro - Instituto Estadual do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.feema.rj.gov.br/IT/IT%2001-2007%20COMPERJ.pdf>.em: 20 dez. 2007.
  19. RODRIGUES, L.A.; CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; CURTI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Luminárias, MG **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.25-35, 2007.
  20. RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ VENEGAS, H.; FONTES, L. E. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 1996. p. 19-60.
  21. SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2000 a 2005**. Eds Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo. 2008. 157 p. (disp. [www.matatlantica.org.br](http://www.matatlantica.org.br), acesso em 14/12/2008).
  22. STEEGE, H.; PITMAN, N.C.A.; PHILLIPS, O.L.; CHAVE, J.; SABATIER, D; DUQUE, A.; MOLINO, J.F.; PREVOST, J.M; SPICHIGER, M.; CASTELLANOS, H.; HILDEBRAND, P.; VASQUEZ, R. Continental-scale patterns of canopy tree composition and function across Amazonia. **Nature**, v.44. p.32-8. 2006.
  23. TILMAN, D. **Resource competition and community structure**. Princeton. Princeton University Press. 296p. 1982.
  24. TUOMISTO, H; RUOKOLAINEN, K; POULSEN, A.D., MORAN, R.C., QUINTANA, C.; CAÑAS, G.; CELI, J. (2002) Distribution and Diversity of Pteridophytes and Melastomataceae along Edaphic Gradients in Yasuní National Park, Ecuadorian Amazonia. **BIOTROPICA**: Vol. 34, No. 4 pp. 516–533.
  25. VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, 1991. 123 p.

## **PLANO DE MANEJO APA DA BACIA DO RIO MACACU**

### **ENCARTE 4 – A APA DA BACIA DO RIO MACACU E SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

#### **4.3. Diagnóstico da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu**

Andréa Franco de Oliveira  
Timothy Peter Moulton  
Darcilio Fernandes Baptista  
Pedro Moraes de Andrade  
Vinícius Neres de Lima  
Fausto Machado Silva  
Cristiano Yuji Sasada Sato  
Eduardo Francisco da Silva Junior  
Renata Bley Silveira de Oliveira  
Riccardo Mungnai  
Carolina Milhorce de Castro

### **INTRODUÇÃO**

O ecossistema aquático lótico está em constante interação com o sistema terrestre e a atmosfera circundante. Segundo Petts (2000) e Naiman et al (1992), os rios (córregos, riachos e ribeirões) devem ser estudados em três dimensões espaciais, a longitudinal, a lateral e a vertical. Devemos também levar em consideração a dimensão temporal e a conceitual, tendo em vista que a saúde de bacias hidrográficas requer, ecologicamente, a preservação das conexões laterais, longitudinais e verticais entre seus sistemas componentes. Consideramos sistemas componentes a geologia, a geomorfologia, a mata ripária, água e respectivos ecossistemas.

Estas dimensões estão diretamente relacionadas com as mudanças físicas, químicas e biológicas, que são caracterizados por fortes processos hidrológicos e geomorfológicos, frente a mudanças climáticas e temporais. A dimensão temporal é bastante significativa e importante uma vez que a morfologia do canal de água e as comunidades aquáticas podem se alterar naturalmente ao longo do tempo ou artificialmente por mudanças abruptas induzidas pelo homem, como represamento e lançamento de esgoto, alterando os processos ecológicos no corpo hídrico. Já, a dimensão conceitual se refere a questões filosóficas, políticas e práticas, levantando questões a respeito de como avaliar, o que conservar e quais as prioridades para a conservação. Todas as dimensões citadas devem ser consideradas para a prática da conservação e manejo de rios.

Os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo uma série de impactos antropogênicos que alteram o seu funcionamento. Existe um consenso entre especialistas em manejo de recursos hídricos e de conservação de recursos naturais de que o comprometimento de nossas reservas estratégicas aquáticas está associado em geral ao desmatamento para a agricultura (inclusive da mata ciliar), à drenagem de terras alagadas, ao

desenvolvimento e ocupação humana, a fontes poluentes de origem industrial, agrícola, e doméstica, ao represamento e canalização, às atividades recreativas, à operação de mineração, a projetos de irrigação, a introdução de espécies exóticas, a super exploração de recursos pesqueiros, dentre outras atividades. Segundo Moulton & Wantzen (2006) e Moulton et al (2007), os problemas que afetam diretamente a qualidade e saúde dos corpos hídricos não estão somente limitados a estes impactos ambientais, que habitualmente assolam as bacias hidrográficas, mas também são provenientes da conservação inadequada de áreas (particulares ou públicas) ou da ausência de conectividade de rios e córregos de baixada.

A primeira atitude a ser tomada com vistas à resolução dos problemas sócio-ambientais gerados pela má gestão dos recursos hídricos seria o desenvolvimento de metodologias de diagnóstico eficientes e exeqüíveis para avaliação da qualidade e quantidade da água. Documentos como a *Agenda 21* (CNUMAD, 1992:333) e a legislação vigente no país sobre recursos hídricos (Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos (Lei 9433/97 e Lei estadual 3239/99) e a Resolução CONAMA nº357/05 (Padrões de água)) e alguns pesquisadores, indicam que para atender a classificação de águas, considerando seus múltiplos usos, deve ser realizada uma análise integrada.

Está análise deverá englobar desde as metodologias tradicionais (físico, químico e bacteriológico) até as que consideram aos aspectos biológicos e ecológicos enfocando, sobretudo, a estabilidade e funcionamento dos sistemas aquáticos. As metodologias de análise top-down de ambientes lóticos podem representar, segundo Moulton (1998), uma alternativa rápida e prática para o manejo destes ecossistemas, uma vez que permite avaliar a perda real da biodiversidade, do efeito sinérgico das alterações antropogênicas na bacia e a integridade ecológica do ecossistema. Assim, com a utilização da ferramenta de biomonitoramento poderemos fazer, em conjunto com as metodologias tradicionais, uma análise integrada da água.

Atualmente, as autoridades públicas brasileiras responsáveis pelo controle da integridade dos ecossistemas aquáticos praticam somente o monitoramento físico-químico da água, com algumas exceções como os estados de São Paulo, Minas Gerais e Ceará. No entanto, o biomonitoramento utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos vem sendo amplamente empregado como ferramenta de avaliação de rotina do estado da qualidade ecológica da água (Buss et al, 2003 e 2004, Moulton, 1998 e Callisto et al, 2005). Esses estudos, no Brasil, segundo os autores citados, são bastante incipientes neste sentido, não havendo ainda uma ferramenta robusta de fácil aplicação que permita o estabelecimento do biomonitoramento como análise padrão de qualidade de água.

As características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo refletem algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio das águas das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, estrutura geológica e formação superficial dos elementos que compõem a superfície terrestre. Portanto, as classes de informações morfológicas que determinam diferenças essenciais entre paisagens distintas são relatadas por Pedro (2004), Costa et al (2007), Pissarra et al (2004), Alves & Castro (2003), Teixeira & Cruz (2005), Guerra & Guerra (2006), Naiman (1992), Christololetti (1978) e os estudos clássicos desenvolvidos por Horton em 1945 e Strahler em 1957.

Tendo em vista as peculiaridades geográficas referentes ao limite da APA da Bacia do Rio Macacu, segundo decreto de criação, adotamos a abordagem metodológica de bacias hidrográficas como unidade de análise. Para tanto é necessário entendermos a

dinâmica da bacia hidrográfica nos âmbitos físico, biótico e socioeconômico e suas relações.

O objetivo deste trabalho é desenvolver ferramentas e procedimentos de gestão em bacias hidrográficas, centrados em sua qualidade (saúde) ecológica, através da compreensão e análise do funcionamento e dinâmica da bacia hidrográfica e a relação entre o uso e cobertura e ecossistemas de rios e córregos, através da proposição de índices e indicadores de qualidade de água apoiado no uso de geotecnologias.

Para melhor entendimento do presente trabalho dispomos a seguir a conceituação de alguns termos que adotamos em seu desenvolvimento.

Entendemos por bacia hidrográfica a unidade básica de gestão ambiental onde estão estabelecidas as melhores relações de causa e efeito e onde as ações se influenciam mutuamente e ao sistema como um todo (Delamonica, 2005). Isto, porque os ecossistemas são organizados e integrados num fluxo de material.

Entende-se por ecossistema todo complexo dinâmico de comunidades, organismos e do meio ambiente não vivo interagindo como uma unidade funcional. A relação entre biodiversidade e funcionamento de ecossistema é fundamental para Ecologia e muito importante no contexto de conservação (Moulton & Magalhães, 2003). Dentre as definições de bacia hidrográfica mais utilizadas destaca-se a de Tucci, 1997, na qual a bacia hidrográfica é composta basicamente pelos conjuntos de vertentes e rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar num único leito (Delamonica, 2005). As bacias hidrográficas são unidades naturais de paisagem, refletindo os recursos presentes e as atividades interligadas e interdependentes, e não representam um limite político. Assim, é fato que o equilíbrio dinâmico existente neste ambiente pode ser rompido devido a mudanças promovidas no uso da terra ou pela falta planejamento ambiental e/ou manejo adequado.

De uma maneira geral, entendemos o termo saúde como a condição de normalidade mantida sob perturbações e estresses (Selye (1973) apud Moulton, 1998). Estendendo este entendimento para ecologia e evolução, de acordo com Moulton (1998), o organismo é adaptado a manter o seu “bem estar” dentro de uma faixa de experiências e ambientes encontrados ao longo de sua história evolucionária através de mecanismos de comportamento. Assim, em certo nível de dano podemos considerar que, se o organismo perde sua “saúde” ou “integridade” ele poderá recuperá-la por mecanismos homeostáticos ou morrer. Como o ecossistema não possui atributos de um organismo, isto é não possui mecanismos de controle homeostático e código genético, a sua integridade não pode ser repassada a futuras gerações. Desta forma, todos os supostos atributos sistêmicos de um ecossistema são frutos dos sistemas genéticos individuais de seus componentes biológicos (Moulton, 1998).

Então o conceito de “saúde do ecossistema” é uma analogia à saúde orgânica que coloca a idéia de um estado desejável de um ecossistema que já foi modificado pelo homem. Já, o conceito “integridade biológica ou do ecossistema” expressa a idéia de similaridade à condição natural (sem intervenção antropogênica), isto é o grau de variação de uma comunidade ou ecossistema em relação ao original sem impactos antrópicos (Moulton, 1998).

Entendemos qualidade ambiental como um conceito amplo e profundo que lida com a evolução do ambiente e que expressa as condições e os requisitos básicos que o ambiente ou ecossistema detêm no âmbito físico, químico, biológico, sócio-econômico, político e tecnológico, segundo Macedo (1991) apud Mazzeto (2000). Constituindo



assim, o resultado da dinâmica dos mecanismos de adaptação e de auto-superação do ambiente.

A continuidade e a conectividade de rios e córregos são vitais para os organismos aquáticos, como, por exemplo, a macrofauna bentônica. Estes corpos d'água, segundo Goulart & Callisto (2003) e Moretti & Callisto (2005), podem ser considerados coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e a ocupação do solo de sua respectiva bacia de drenagem.

O principal uso da água nessa unidade hidrográfica é o abastecimento humano e de atividades agrárias e econômicas (fábricas como a Klabin, a Schincariol e futuramente o COMPERJ). Nesta bacia hidrográfica estão localizadas as captações do sistema Imunana-Laranjal, que abastece São Gonçalo, Niterói e Itaboraí, além de captações da CEDAE para atendimento aos municípios de cachoeiras de Macacu e Guapimirim, principalmente. Também são desenvolvidas atividades de lazer e turismo nas áreas de serra, muito importantes em nível regional. Deve ser lembrado que os rios desta bacia estão articulados à área de mangue da baía da Guanabara, sendo indiretamente associados à atividade de pesca e diretamente na promoção da conectividade ecológica da bacia hidrográfica. É importante destacar, que as nascentes dos principais corpos d'água e de boa parte de seus afluentes encontram-se em áreas de UCs de Proteção Integral, bem como a região estuarina.

Abordaremos no item 4.2 a metodologia utilizada para levantamento e análise dos dados. Os resultados obtidos no item 4.3, onde apresentamos a caracterização geomorfológica e morfométrica da bacia hidrográfica, e no item 4.4 com a caracterização físico-química e biológica. No item 4.5 descrevemos algumas considerações gerais sobre a qualidade da água da bacia hidrográfica.

#### **4.3.1. Metodologia**

Para embasar o diagnóstico e análise da qualidade ambiental da água desta bacia hidrográfica, serão apresentadas neste encarte as caracterizações física da bacia e físico-química e biótica da água. Os aspectos físicos abordados estão centrados na morfometria da bacia e protocolo de avaliação visual (PAV). Para caracterização e diagnose da água, realizamos um levantamento primário de parâmetros físico-químicos como, vazão, velocidade da corrente, pH, sólidos totais, condutividade, clorofila a, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, dentre outros, e bióticos como perifiton, macroalgas, macroinvertebrados e macrofauna.

Entendemos por perifiton como uma complexa comunidade de microrganismos (algas, bactérias, fungos e animais), detritos orgânicos e inorgânicos aderidos a substratos inorgânicos ou orgânicos vivos ou mortos (Wetzel, 1983).

Realizamos análises estatísticas para determinar o grau de correlação das variáveis entre si e com os dados de uso da terra e cobertura vegetal. A partir destas indicações, construímos os indicadores para avaliar a qualidade ambiental da água. A metodologia adotada contempla córregos e rios de 1ª a 4ª ordem (classificação de Strahler), localizados na porção mais montanhosa da bacia hidrográfica.

##### **4.3.1.1. Coleta de Dados físicos**

Os dados referentes à caracterização física da bacia foram obtidos em campo e em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG) a partir da base topográfica da área (escala 1:50.000 – IBGE) e do modelo digital de elevação (disponibilizado pela Embrapa Solos) e de fórmulas diversas. Os parâmetros morfométricos considerados

neste estudo foram: área total (A), perímetro total (P), hierarquia fluvial (classificação Strahler (1957)); Densidade de drenagem (Dd) ( $Dd = \text{comprimento total dos cursos d'água (Lt)} / A \text{ (km/km}^2\text{)}$ ); Coeficiente de compactidade (Kc) ( $Kc = 0,28 P/\text{raiz } A$ ), Índice de Circularidade (IC) (Índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular,  $IC = 12,57 * A/P^2 \text{ (km}^2/\text{km)}$ ); Coeficiente de manutenção (Cm) (função da densidade de drenagem proporciona uma estimativa da área mínima que é exigida para que o canal de drenagem possa se implementar e desenvolver,  $Cm = (1/Dd) \times 1.000 \text{ (m}^2\text{)}$ ); Extensão de percurso superficial (Eps)(função da densidade de drenagem:  $Eps = 1/(2Dd) \text{ (km)}$ ); e frequência de rios (F)(Relação entre o número de segmentos de rios (Nt) e a área da bacia (A),  $F = Nt/A \text{ (Nt/km}^2\text{)}$ ) (Pizarra et al., 2004). O software utilizado para desenvolvimento desta atividade foi o ArcGis 9.2.

Em campo, utilizou-se o protocolo de avaliação visual para caracterização da integridade fisiográfica do ponto amostral. Este consiste numa adaptação do protocolo proposto pela Agencia de Proteção Ambiental norte americana elaborado por Barbour et al (1999).

#### 4.3.1.2. Dados de qualidade de água e avaliação

Para caracterização e avaliação da qualidade da água foram amostrados 37 pontos, dos quais 15 correspondem à condição de referência, 16 com distúrbios (principalmente pelo uso da terra para agricultura e despejo de esgoto) e 6 com condições intermediárias de integridade. Os pontos amostrais selecionados atendem a seguinte tipologia: córregos/rios de 1ª a 4ª ordem, distribuição em três faixas altitudinais: 0 a 200m; 200 a 800m e >800, e localização em áreas com: cobertura vegetal predominante – classe referência; com cobertura vegetal e áreas antropizadas (atividade agropastoris/e ou urbana) – classe intermediária; e áreas predominantemente antropizadas (atividade agropastoris/e ou urbana) – classe impactada, conforme indicação de Baptista (2007) .

Realizamos a campanha de coleta no período chuvoso, durante os meses de fevereiro e março de 2007.

Foram registrados e caracterizados os seguintes parâmetros ambientais: hidrologia - velocidade da correnteza, profundidade média, vazão; medições físico-químicas da água (campo e laboratório) - velocidade média da correnteza, profundidade média, vazão, condutividade, heterogeneidade de substrato, pH, temperatura, turbidez, sólido total dissolvido (STD) (*total dissolved solid* – TDS), matéria orgânica particulada fina (MOPF) (*fine particulate organic matter* – FPOM), dureza total, alcalinidade total, cloretos, bicarbonatos, clorofila a, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, amônia e nitrito; medições microbiológicas – coliformes totais e fecais; medições biológicas - perifiton, macroalgas, macrofauna e macroinvertebrado; e a integridade fisiográfica.

As variáveis físico-químicas de condutividade, pH, oxigênio, temperatura, turbidez foram medidos, *in situ*, com sonda multiparamétrica *Hydrolab* (modelo MS5, *Hach Environmental*, Loveland, Colorado). A velocidade de correnteza foi medida com correntímetro (*Gurley Precision Instruments*, Troy, New York). Dados da morfometria do canal como profundidade (perfil e média), largura do canal e comprimento do trecho amostrado foram obtidos com régua apropriada e trena, para avaliar a heterogeneidade do substrato utilizamos uma corrente.

Filtramos água em cada ponto amostral em filtros de sílica (*Whatman* tipo GF/D) para medir a matéria orgânica particulada fina (FPOM), pela metodologia de secagem e posterior queima.

Coletamos água em garrafas esterilizadas (acondicionadas no gelo após coleta) para as análises físico-químicas (no medidor HATCH SR 2500) e de coliformes fecais e totais através do método de membranas filtrantes (padrão consagrado para esta análise).

Para amostragem de perifiton em substrato duro (rochoso) construímos um amostrador segundo Loeb (1981). Este nos permite avaliação quantitativa do material devido ao fato de aderir ao substrato em uma área conhecida. Então o material é raspado através de movimentos circulares, sugado por uma seringa e posteriormente colocado em sacos plásticos estéreis (*Whirl Paks*). Para cada sítio foram amostradas 5 pedras (3 amostras cada uma). Depois de coletado o perifiton, foi medida clorofila *a* e turbidez por fluorimetria (fluorímetro *Aquafluor 8000 - Turner Designs*), tanto *in situ* como em laboratório. Também filtramos o material em filtros de sílica (*Whatman* GF/D). Esses filtros foram usados o cálculo de matéria seca total e matéria orgânica pela metodologia de secagem e posterior queima.

As macroalgas foram coletadas também em substratos duros como pedras, troncos e galhos, com auxílio de pinças e acondicionadas em recipientes plásticos estéreis (*Whirl Paks*).

Para a amostragem da macrofauna utilizamos armadilhas tipo funil, onde foram colocadas iscas de comida de gato, e puçás (médios, pequenos e do tipo *D-net*) para captura ativa. As armadilhas ficaram armadas durante 02h30min, em média. Após este período eram recolhidos os exemplares capturados para a identificação (nível de família, gênero e nome vulgar). Esses eram registrados em tabela de campo e os demais exemplares coletados na amostragem de macroinvertebrados eram acondicionados em álcool 70%, etiquetados e posteriormente identificados e registrados. A presença e ausência da fauna catádroma (espécies que nos estágios iniciais da vida desenvolvem-se próximo ao estuário e quando juvenis, começam a migração rio acima) será utilizada para verificarmos a continuidade do rio.

Para macroinvertebrados foi realizada, em cada ponto de coleta, a amostragem composta em multi-habitat, onde os habitats principais foram amostrados de acordo com seu percentual de disponibilidade proporcional. Foram efetuadas 20 réplicas utilizando uma *kick net* (malha de 500 micras), amostrando aproximadamente uma área de 1,25 m<sup>2</sup> do habitat. No processo de triagem das amostras foi realizada uma subamostragem. Este processo reduz o esforço requerido para os aspectos da classificação e da identificação dos macroinvertebrados e fornece uma estimativa mais exata do que a contagem por número fixo sem determinação de área ou por volume da amostra. A subamostragem garante a rapidez da aplicação do protocolo sem afetar a confiabilidade do resultado final de avaliação. Os organismos foram identificados em nível de gênero em estereomicroscópio.

Os dados obtidos foram analisados através das seguintes estatísticas: *box plot*, análise de covariância (ANCOVA) e análise correlação canônica para avaliar a resposta que as variáveis apresentavam em relação a cobertura vegetal e uso da terra, isolada e conjuntamente, e a viabilidade de utilização para elaboração de índices/indicadores de qualidade ambiental. Utilizamos também o Índice Biótico Estendido – IOC (Mugnai et al, 2008) para verificar a integridade ecológica dos rios estudados, o índice de Shannon para diversidade de macroinvertebrados e o Índice multimétrico seguindo a metodologia utilizada por Baptista et al (2007).

### 4.3.2. Caracterização física da bacia hidrográfica Guapi-Macacu

#### 4.3.2.1. Caracterização Geomorfológica da Bacia

Sob o ponto de vista geomorfológico a bacia está localizada no Escudo Atlântico da Plataforma Sul-Americana (também chamado de Cinturão Móvel Atlântico) e é constituída por rochas de composição granito-gnáissica de idade pré-cambriana (4,5 bilhões de anos), rochas intrusivas alcalinas e básicas mesozóicas (240 a 140 milhões de anos) e sedimentos coluviais, marinhos e fluviais de idade cenozóica (65 milhões de anos até hoje) (RADAMBRASIL, 1983).

A bacia hidrográfica Guapi-Macacu abrange um segmento da porção central da Serra do mar, que tem sua orientação, ENE-WSW, condicionada pela Faixa Ribeira. Esta região montanhosa úmida mostra um relevo esculpido sobre diversas rochas formadas por eventos geológicos desde tempos remotos, sendo caracterizada por escarpas íngremes, vales encaixados, picos elevados e paredões rochosos, baixadas sedimentares e planícies costeiras (IEF, 2006; Governo do Estado do Rio de Janeiro 2004 e 2005). Os elementos do substrato geológico controlam as formas dessa exuberante paisagem, que acolhe um remanescente significativo da Mata Atlântica. A característica íngreme do relevo apresenta associação direta com fenômenos erosivos nas encostas (p.ex. deslizamentos) e as inundações nos fundos de vale decorrente da abundante pluviosidade e descarga de suas drenagens (IEF, 2006).

Quatro grandes domínios geomorfológicos podem ser observados, de uma maneira geral, na região do segmento central da Serra do Mar no Estado do Rio de Janeiro, são eles: a) escarpa sul (atlântica); b) o planalto e a vertente norte da Serra dos Órgãos; c) planalto da Serra de Macaé; d) baixadas colinosas (Dantas et al., 2000 apud IEF, 2006). Na bacia Guapi-Macacu estão presentes os domínios escarpa sul (porção serrana) e baixadas colinosas. O relevo da bacia é formado então por planícies costeiras com influência marinha e modelado de acumulação fluvial, encontrados em áreas planas e de baixa altitude que se estendem desde o litoral até os vales dos rios Guapimirim, Guapiaçu e Macacu. Seguido por uma porção de transição entre planície e serra, onde encontramos colinas, maciços costeiros e uma pequena área de tabuleiros costeiros, localizados na porção leste da bacia do Macacu, no domínio baixadas colinosas e uma porção serrana bem acidentada com alto índice pluviométrico localizada no domínio escarpa sul (IEF, 2006; Governo do Estado do Rio de Janeiro 2004 e 2005 e Costa, 1999).

A escarpa sul é caracterizada por vertentes íngremes de grandes desnivelamentos altimétricos e vales fluviais profundamente encaixados e apresenta uma orientação geral ENE-WSW. As encostas, quando não são constituídas por paredões rochosos, são freqüentemente cobertas por depósitos sedimentares ricos em matacões e blocos de rochas, em geral, descritos como tálus, oriundos de movimentos de massa (deslizamentos), que ocorrem normalmente nos períodos de maior precipitação pluvial. Esta vertente é drenada pelas cabeceiras de diversos córregos e rios contribuintes das bacias dos rios Macacu, Guapiaçu e Guapimirim.

O domínio das baixadas, situadas em cotas mais baixas no sopé da escarpa sul, é caracterizado por relevo colinoso de baixa amplitude topográfica. Este domínio é marcado ainda por fundos de vales largos e aplainados, preenchidos por depósitos sedimentares fluviais (planícies de inundação e terraços), onde os canais são geralmente meandantes. Esta região de colinas é drenada pelas bacias do médio e baixo curso dos rios Macacu e Guapiaçu, que seguem para o recôncavo da Baía da Guanabara. (IEF,

2006 e Governo do Estado do Rio de Janeiro 2004 e 2005). As planícies fluviais se desenvolveram pela agregação dos sedimentos transportados e depositados pela dinâmica dos rios, sendo o material sedimentar oriundo tanto da incisão dos canais fluviais no substrato rochoso como da erosão das encostas, quando os sedimentos são posteriormente retrabalhados pela rede de drenagem. As planícies fluviais ocorrem em diversos vales da área de estudo e embutidos em todos os domínios geomorfológicos descritos anteriormente. As planícies mais extensas e com maior volume de depósitos são aquelas situadas nos baixo-médios vales dos rios Guapiaçu, Guapimirim e Macacu, localizados no sopé da escarpa sul da Serra do Mar.

O comportamento erosivo da escarpa sul é caracterizado, principalmente, pela atuação de movimentos de massa nas encostas. Segundo IEF (2006) os tipos e a intensidade dos movimentos de massas são variáveis, mas de modo geral, são reconhecidos como deslizamentos, quedas de rochas e avalanches detriticas, que ocorrem, principalmente, nos períodos de maior precipitação pluvial. Estes processos erosivos removem encosta abaixo, porções da vegetação, solo, saprolito (rocha alterada) e até mesmo de rocha sã, sendo comum a presença de inúmeras cicatrizes erosivas ao longo das encostas íngremes, expondo afloramentos rochosos. O material detritico removido pelos movimentos de massa é transportado para os sopés das encostas ou junto aos eixos das drenagens, formando depósitos de colúvios mal selecionados e ricos em blocos de rochas, normalmente conhecido como tálus. Estes depósitos sedimentares formam o domínio geomorfológico das rampas colúvio-aluviais, que preenchem segmentos da encostas e fundos de vales. Os depósitos de tálus são bastante comuns nas sub-bacias tributárias dos vales dos rios Guapiaçu e Macacu, bem como nos altos cursos destes canais tronco, propiciando uma das características mais atraentes ao turismo local que é a presença de grandes blocos e matacões no leito dos canais, formando diversos poços e cachoeiras. A ocorrência destes blocos demonstra o papel que os canais fluviais constituem dentro de uma bacia, como o caminho natural dos fluxos e materiais (IEF, 2006).

Para o conhecimento da estrutura e dinâmica da bacia Guapi-Macacu é importante registrar as obras de retificação que o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) realizou entre década de 40 e 60, do século XX, no baixo e médio curso do Rio Macacu e do Rio Guapiaçu e a partir da confluência dos dois rios foi construído em 1947 o Canal de Imunana com objetivo de drenar a as áreas adjacentes frequentemente inundadas. Assim, com a construção deste canal o curso natural do rio Macacu foi desviado e se uniu ao Rio Guapimirim passando a se chamar Guapi até a sua foz na Baía de Guanabara. O rio Caceribu, que era afluente do Macacu pela margem esquerda, passou a ocupar, nesta época, o leito e foz do antigo Rio Macacu por conta destas intervenções (Helder, 1999). Com propósito de elevar o nível da água para garantir a captação em períodos de estiagem prolongada e impedir a instrução salina, foi construída uma barragem submersa, em concreto armado, com referencia ao zero do IBGE. Após a captação, no canal de Imunana, a água segue por outro canal até a Estação Elevatória, onde é bombeada para 4 Estações de Tratamento de Água (ETA) localizadas nas cidades de Itaboraí e São Gonçalo, dentre elas está a de Laranjal que é responsável pelo abastecimento de Niterói e São Gonçalo e imediações (Helder, 1999 e Dantas et al, 2007).

#### **4.3.2.2. Caracterização Morfométrica**

Alguns parâmetros morfométricos como a forma da bacia, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, amplitude altimétrica, declividade média e a densidade de

drenagem, dentre outros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais que ocorrem na bacia (Alves & Castro, 2003 e Costa et al, 2007). De acordo com Costa et al (2007) as quatro últimas variáveis estão relacionadas com a vulnerabilidade ambiental.

Um dos primeiros passos na análise de bacias hidrográficas é a identificação das ordens dos rios que compõem a bacia em estudo. Desta forma, um rio de primeira ordem, segundo a classificação de Strahler, corresponde em geral às cabeceiras e nascentes, pois não recebe nenhum afluente ou tributário. Quando dois rios de primeira ordem se juntam, forma-se o rio de segunda ordem. A junção de dois rios de segunda ordem origina o rio de terceira ordem, e assim por diante. O trecho de rio pelo qual passa toda a vazão da bacia será o rio de maior ordem da bacia hidrográfica - a região de foz ou de desembocadura do rio. Portanto, a ordem de rio será diretamente proporcional às dimensões relativas da bacia, ao tamanho do canal, e à vazão do rio naquele ponto da bacia (Strahler (1957) apud Strahler, 1974).

O rio Guapi-Macacu desemboca na baía de Guanabara como um rio de 6ª ordem e área total drenada corresponde a 1260 km² e seu perímetro é de 182,65 km. A extensão da rede hidrográfica, presente na carta 1:50000 do Inst. Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército, é de 1781,09 km. Na tabela 4.11. apresentamos as extensões dos córregos e rios que constituem a bacia, para escala 1:50000, ordenados segundo Strahler e sua disposição espacial está representada na figura 4.19.

**Tabela 4.11. Hierarquização da Rede hidrográfica da Bacia Guapi-Macacu**

| <b>Ordem</b> | <b>Extensão (km)</b> | <b>Nº de segmentos</b> |
|--------------|----------------------|------------------------|
| <b>1ª</b>    | 1026,22              | 1066                   |
| <b>2ª</b>    | 386,75               | 559                    |
| <b>3ª</b>    | 189,30               | 265                    |
| <b>4ª</b>    | 84,11                | 113                    |
| <b>5ª</b>    | 76,57                | 90                     |
| <b>6ª</b>    | 18,14                | 9                      |

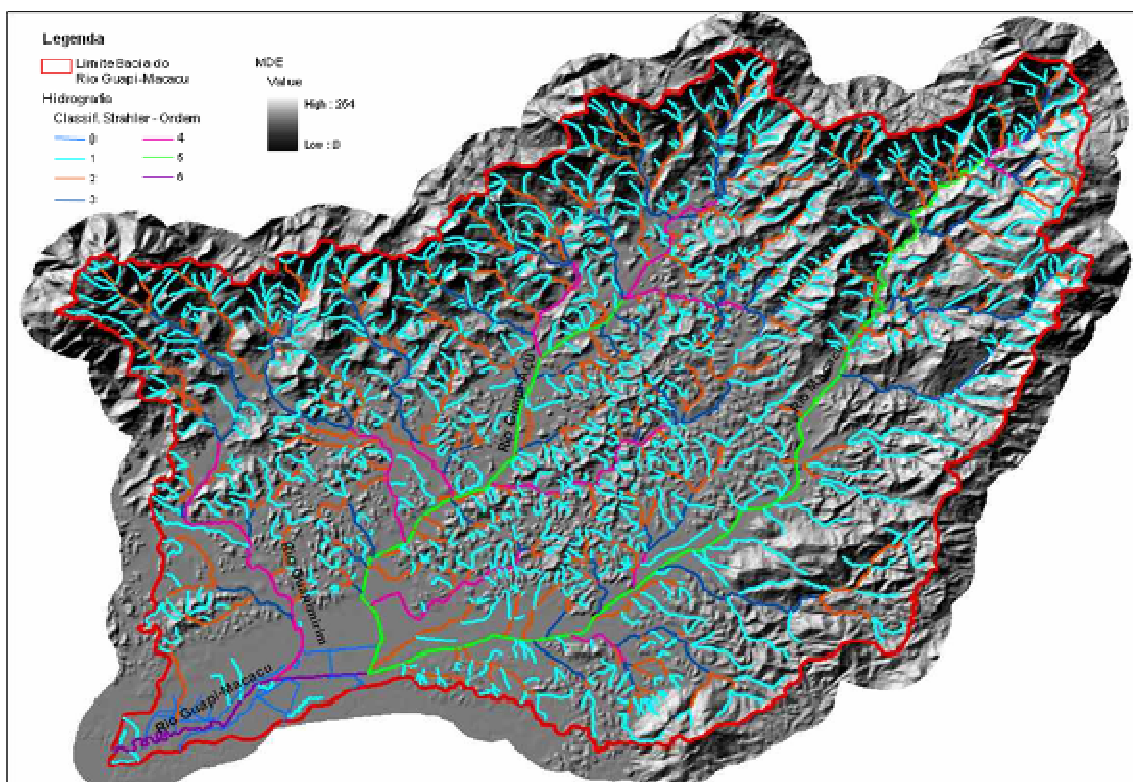


Figura 4.19. Representação da rede de drenagem da Bacia Guapi-Macacu segundo a classificação de Strahler

As sub-bacias dos rios Guapiaçu e do Macacu são de 5ª ordem e drenam 565,49 km² e 505,25 km², respectivamente. A sub-bacia do rio Guapimirim é de 4ª ordem (figura 4.19.) e apresenta uma área de 130,91 km². Na tabela 4.12. podemos visualizar a disposição hierarquizada dos cursos de água para respectivas bacias, a área total e perímetro das mesmas.

**Tabela 4.12. Hierarquização da rede hidrográfica das sub-bacias do Rio Macacu, Guapiaçu e Guapimirim.**

|                       | Sub-bacia de Guapimirim | Sub-bacia de Guapi_Açu | Sub-bacia de Macacu | TOTAL          |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|----------------|
| <b>ÁREA (km²)</b>     | 130,91                  | 565,49                 | 505,25              | <b>1201,65</b> |
| <b>PERÍMETRO (km)</b> | 73,96                   | 133,4                  | 146,89              | <b>354,25</b>  |
| <b>ORDEM Rio (km)</b> |                         |                        |                     |                |
| <b>1ª</b>             | 101,82                  | 522,89                 | 382,03              | <b>1006,74</b> |
| <b>2ª</b>             | 41,87                   | 215,43                 | 124,18              | <b>381,48</b>  |
| <b>3ª</b>             | 19,95                   | 98,77                  | 70,95               | <b>189,67</b>  |
| <b>4ª</b>             | 18,9                    | 57,11                  | 100,36              | <b>176,37</b>  |
| <b>5ª</b>             |                         | 27                     | 49,35               | <b>76,35</b>   |

As diferenças encontradas entre o somatório das extensões apresentado nas tabelas 4.11. e 4.12, referente a cada uma das ordens classificadas e determinadas com auxílio de

ferramenta SIG, é devida a não consideração na análise dos cursos existentes na porção final da bacia Guapi-Macacu.

O sistema de drenagem é formado pelo rio ou canal principal e seus tributários. O índice Densidade de drenagem (Dd) reflete a influência da geologia, topografia, da cobertura vegetal e do uso da Terra da bacia hidrográfica bem como está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia. O valor de Dd para a bacia foi de 1,414 km/km<sup>2</sup>. Segundo Christofolletti (1979) este valor representa uma baixa densidade e que na bacia está associado às rochas resistentes e porções de solos muito permeáveis presentes na escarpa sul e na área de transição entre esta e as baixadas colinosas (Rocha, 1991 apud Costa, et al, 2007).

O valor encontrado para Kc na bacia Guapi-Macacu foi 5,1492. Este valor indica que a bacia apresenta um formato mais próximo de uma elipse e por isso é menos susceptível a enchentes mais acentuadas. O índice de circularidade (IC) para bacia é de 0,4747km<sup>2</sup>/km e indica que a bacia não está próxima da forma circular o que reforça o resultado encontrado para o Kc e sua análise. Entretanto para afirmarmos isto devemos considerar alguns fatores geofísicos como a constituição geológica e os processos de escoamento da água na bacia.

Segundo IEF (2006), as encostas longas e íngremes da bacia possuem funcionamento hidrológico e erosivo associados às descargas abruptas e às entradas de precipitação que proporcionam os movimentos de massa nas encostas e enchentes nas baixadas, mais comuns nos períodos chuvosos. A presença de paredões rochosos é responsável pela geração de fluxos d'água superficiais que atingem os solos e colúvios à jusante, promovendo uma contribuição extra à recarga dos aquíferos locais. Tal entrada de fluxo torna as encostas bastante saturadas e instáveis, contribuindo para o aporte rápido de escoamento no canal fluvial. Deste modo, durante os eventos de chuvas intensas estas bacias tendem a uma resposta fluvial rápida, devido à velocidade dos fluxos hidrológicos oriundos das encostas rochosas e das cabeceiras de drenagens, originando fenômenos conhecidos popularmente como “cabeças d'água”. Normalmente tal condição é minimizada pelo formato da bacia, conforme descrito anteriormente, e por sua cobertura vegetal. Esta tem um papel fundamental em amenizar o impacto das precipitações, principalmente as intensas, e diminuir a velocidade do escoamento no solo, bem como o volume das descargas, ressaltando a importância para a sua conservação.

O coeficiente de manutenção encontrado para o canal principal da bacia, o Guapi-Macacu, foi de 876,12 m<sup>2</sup>, o que significa que esta é a área mínima necessária para a manutenção da dinâmica física deste canal. Para o parâmetro extensão de percurso superficial (Eps) encontramos para a bacia o valor de 0,3536 km e para frequência de rios o valor foi 1,2251Nt/km<sup>2</sup>.

O resultado oriundo da aplicação do Protocolo de Avaliação de Visual utilizado na caracterização fisiográfica será descrito no item 4.4 uma vez que abordam dados de campo. Como é neste item que especializamos os pontos amostrais as questões coerência lógica de apresentação das informações optamos por este novo arranjo.

#### **4.3.3. Caracterização físico-química e biológica da água**

Sistemas lóticos apresentam um movimento unidirecional em direção à foz, níveis variados de descarga e parâmetros associados, tais como velocidade da correnteza, profundidade, largura e turbidez, turbulência e mistura das camadas de água e



estabilidade relativa do sedimento de fundo (Williams & Feltmate, 1994 apud Silveira, 2004). Os córregos, riachos e rios são em sua maioria formados e esculpidos a partir de processos erosivos e possuem características inerentes ao seu desempenho como canais de transporte do excesso de água de origem pluvial que os ambientes terrestres não conseguem absorver, conforme descrevemos anteriormente.

Esses sistemas são caracterizados por uma grande variabilidade e complexidade de parâmetros bióticos e abióticos que os tornam essencialmente dinâmicos. São sistemas abertos com dinâmica de importação e exportação de nutrientes, energia e água, ou seja, o que entra em seu trecho superior (cabecera) afetará seu trecho inferior (potamal). A grande dinamicidade dos ecossistemas lóticos os torna ecossistemas fundamentalmente estruturados pelo regime climático e pelos ambientes físico (luz, temperatura, correnteza, habitat, geologia e geomorfologia) e químico (carbono orgânico e inorgânico, oxigênio, nitrogênio, nutrientes) com os quais interagem, além das interações biológicas (herbivoria, predação, competição) que são partes componentes destes sistemas (Naiman et al, 1992).

A grande heterogeneidade ambiental encontrada nos sistemas lóticos é principalmente provocada pela variabilidade espacial (Allan, 2004) e temporal das condições físicas do rio. Tal variabilidade influencia o estabelecimento e perda de comunidades, assim como a recolonização das mesmas em qualquer época do ano. Entretanto, o desenvolvimento de uma nova comunidade lótica ocorrerá apenas em locais propícios para o seu restabelecimento, de acordo com as restrições impostas pelo ambiente (Silveira, 2004). Assim, a avaliação da qualidade das águas em uma bacia hidrográfica auxilia o gerenciamento sustentado dos recursos hídricos e seus múltiplos usos, uma vez que a qualidade é influenciada por características de natureza física, química e biológica, geralmente mensuráveis.

Para caracterização e avaliação da qualidade da água na bacia, realizamos uma campanha de coleta, no período chuvoso, em fevereiro e março de 2007 (LAPSA e LERC) abrangendo todos os 37 pontos amostrais (33 pontos - LAPSA, sendo 21 em comum com LERC comuns e 12 pontos de interesse do LAPSA, e o LERC coletou em outros 04 pontos de interesse totalizando 25 sitios amostrais) (figura 4.20.).

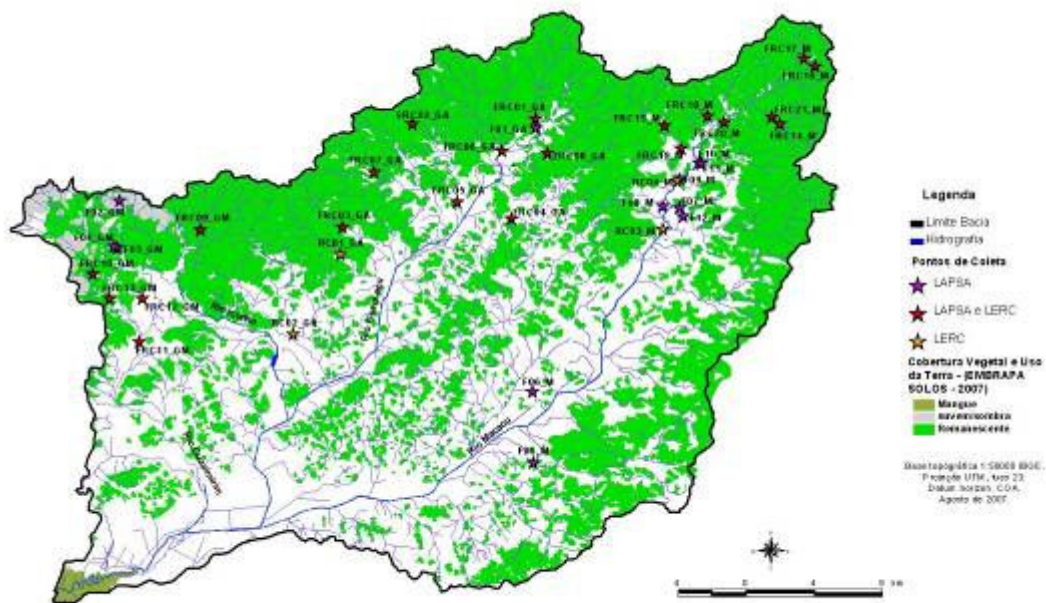


Figura 4.20. Cartograma de localização dos pontos de amostragem

Com a aplicação do Protocolo de Campo (Anexo 6) adotado, buscamos avaliar as condições fisiográficas locais. Ao final de sua aplicação, obtemos um índice de avaliação visual (IAV) que pontua diversos aspectos do sistema observado, fornecendo um valor final classificatório (ruim, regular, bom e ótimo). Os resultados da aplicação deste protocolo foram espacializados tanto em tema de ponto, conforme podemos observar na figura 4.21., como em feição poligonal onde o valor é atribuído à sub-bacia, localizada a montante do ponto amostral.

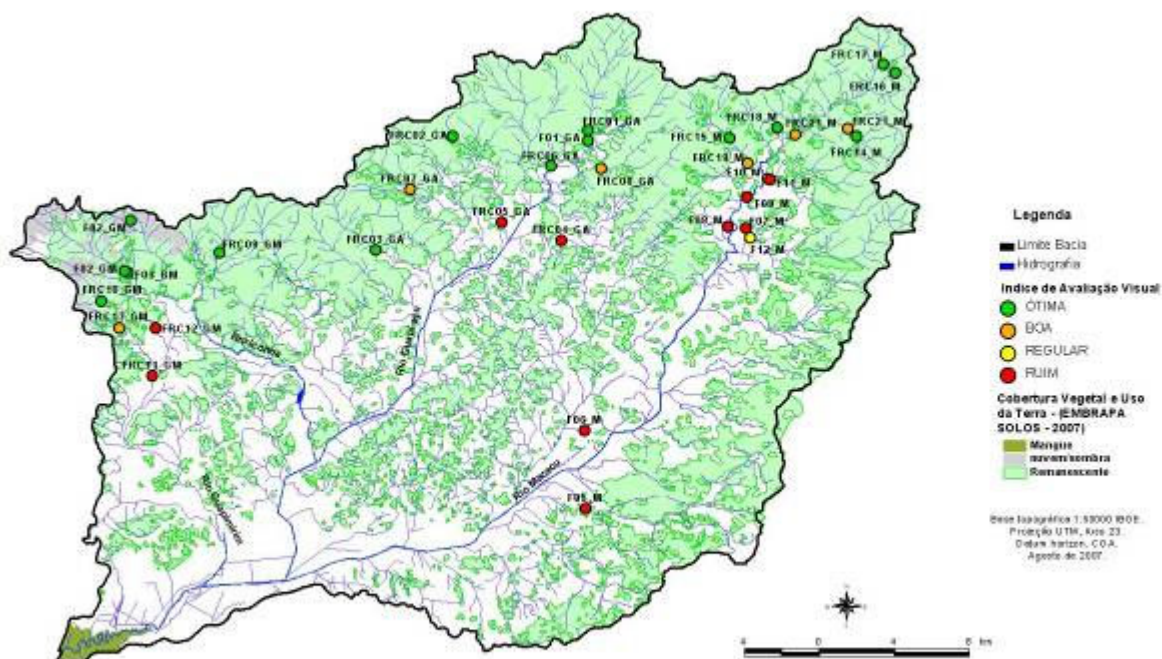


Figura 4.21. Índice de Avaliação Visual (IAV)

A seleção a priori das áreas de referência definida por parâmetros ambientais e os resultados dispostos no Índice de Avaliação Visual foram satisfatórios, sendo posteriormente confirmada pelos resultados das análises físico-químicas e por ferramentas de geoprocessamento, utilizando critérios como: OD > 6.0 mg/l; pH entre 6 e 8; área vegetada (remanescente) na bacia montante > 75%; e área antropizada na bacia montante  $\leq$  20% conforme podemos verificar na tabela 4.13.

**Tabela 4.13. Comparação dos resultados de parâmetros físico-químicos obtidos com classificação dos pontos amostrais e IAV em alguns pontos amostrais**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>NOME</b>                           | <b>CLASSE_seleção<br/>ptos amostrais</b> | <b>OD<br/>(mg/l)</b> | <b>pH<br/>(6-8)</b> | <b>Cob_Vegetal<br/>Bacia_montante<br/>(%)</b> | <b>IAV</b>      |
|---------------|---------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------------------|-----------------|
| FRC16_M       | Macumba                               | referencia > 800m                        | 7,38                 | 6,7                 | 100,00                                        | 19,4 /<br>ótima |
| FRC14_M       | Andrew -<br>Sitio Alex                | referencia / 200 -<br>800m               | 7,39                 | 6                   | 100,00                                        | 19,6 /<br>ótima |
| FRC06_GA      | Rio do Gato                           | referencia < 200m                        | 7,32                 | 6,5                 | 97,60                                         | 16 /<br>ótima   |
| FRC01_GA      | Rio Manoel<br>Alexandre               | referencia < 200m                        | 7,45                 | 6                   | 98,96                                         | 16,6 /<br>ótima |
| F01_GA        | REGUA -<br>alojamento                 | referencia < 200m                        | 7,15                 | 6,4                 | 91,26                                         | 19,6 /<br>ótima |
| FRC02_GA      | Casa Pref.<br>Itaborai -<br>cachoeira | referencia / 200 -<br>800m               | 7,58                 | 6,7                 | 100,00                                        | 19,2 /<br>ótima |
| FRC03_GA      | Pto<br>Propriedade<br>Dirlei          | referencia < 200m                        | 7,16                 | 7,1                 | 96,92                                         | 18,3 /<br>ótima |
| FRC09_GM      | Caneca Fina                           | referencia <200 m                        | 6,9                  | 6,3                 | 99,36                                         | 19,4 /<br>ótima |
| F03_GM        | Caninana                              | referencia < 200m                        | 7,07                 | 6                   | 96,74                                         | 19,6 /<br>ótima |
| FRC10_GM      | Granj.<br>MonteOlivet                 | referencia / 200 -<br>800m               | 7,44                 | 7,7                 | 99,04                                         | 19,4 /<br>ótima |
| F02_GM        | Garrafao                              | referencia > 800m                        | 6,4                  | 6,8                 | 99,70                                         | 20 /<br>ótima   |
| FRC17_M       | placa estrada                         | referencia > 800m                        | 7,14                 | 7,2                 | 100,00                                        | 19 /<br>ótima   |
| FRC15_M       | Jumento -<br>Castalia                 | referencia / 200 -<br>800m               | 7,26                 | 6,4                 | 94,49                                         | 19 /<br>ótima   |
| FRC18_M       | Sete Quedas                           | referencia / 200 -<br>800m               | 7,12                 | 6,9                 | 100,00                                        | 17 /<br>ótima   |
| F04_GM        | PARNASO                               | referencia / 200 -<br>800m               | 7,03                 | 6,6                 | 96,75                                         | 19,1 /<br>ótima |

A análise microbiológica da água teve como objetivo quantificar coliformes totais e fecais presentes nas amostras. Os resultados obtidos para os pontos amostrais localizados em áreas de referencia, áreas impactadas e intermediárias foram os seguintes (tabela 4.14).

**Tabela 4.14. N° de coliformes (totais e fecais) e classes de sites**

| Pontos amostrais - classe | N° coliformes totais (100 ml) | N° de coliformes fecais ou termotolerantes (100 ml) |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Referencia                | de >300 a 220                 | de 0 a 45                                           |
| Intermediário             | de >300 a 165                 | de 8 a >300                                         |
| Impactado                 | todos >300                    | de 8 a >300                                         |

Os altos valores de coliformes totais em áreas de referencia podem estar relacionados com a fauna natural local e nas áreas intermediárias podem estar associados também ao rebanho existente na área. Os valores obtidos para o parâmetro coliformes termotolerantes são compatíveis com os indicados para uso de recreação de contato primário e classificada como água doce classe 1 de acordo com as condições previstas nas Resoluções Conama nº 274/00 e nº357/05, respectivamente, entretanto, cabe ressaltar que por ser tratar de dados obtidos em apenas uma coleta amostral e por metodologia diferente trata-se apenas de uma indicação para caracterização da qualidade da água. As mesmas considerações se aplicam aos demais parâmetros contemplados nestas resoluções e que apresentamos a seguir.

O valor 8 de coliformes fecais por 100 ml obtido para o ponto FRC21\_M, classificado como intermediário, está relacionado com a tipologia do uso e cobertura vegetal da bacia a montante onde existe um ligeiro predomínio de área florestada sobre a agropastoril, embora próximo ao ponto a bacia a montante seja cortada pela RJ-116. Já o resultado de >300 coliformes fecais por 100 ml obtido no ponto FRC13\_GM pode estar relacionada com os efluentes domésticos de uma comunidade localizada a montante, e muito próxima, do site de coleta ou lançamento imediato de efluentes das casas localizadas na margem da área onde se deu a amostragem. O resultado de 8 coliformes termotolerantes por 100 ml obtido para o ponto FRC21\_M, classificado como impactado, pode estar relacionado com a constituição do uso e cobertura vegetal da bacia a montante onde existe um predomínio de área agrícola.

A vazão medida pela sonda paramétrica, usando o método de diluição com sal, indicou que o maior valor encontrado foi de 4460, 30 L/s no ponto FRC11\_GM, rio Guapimirim, classificado como 4ª ordem. Não conseguimos obter a vazão no ponto RC03\_M localizado no rio Macacu, de 5ª ordem, devido a problemas técnicos. No ponto de amostragem FRC04\_GA, localizado no rio Duas Barras, também um rio de 4ª ordem, encontramos vazão de 1210,65 L/s. As menores vazões foram obtidas em rios de 2ª ordens, afluentes do rio Macacu, nos pontos FRC20\_M e FRC18\_M (local denominado Sete Quedas), cujos valores obtidos foram 27,57 L/s e 27,94 L/s respectivamente.

Verificamos uma variação entre os níveis de impacto para cada parâmetro físico medido e encontramos diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para: pH, temperatura, condutividade, cobertura, altura, inclinação e medidas do canal.

Os maiores valores de condutividade foram obtidos nos pontos FRC12\_GM (50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e FRC05\_GA (125  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), ambos localizados em locais impactados (figura 4.22.). Entretanto, os tipos de impactos eram diferentes. No primeiro ponto, a sub-bacia montante drena uma área com mosaico de uso e cobertura variando de grandes extensões de remanescentes a áreas agropastoris e urbanas (média a alta concentração), sendo que o local de amostragem recebia descarga de efluente doméstico direta, e na segunda sub-bacia montante o padrão de uso e cobertura oscila somente entre áreas de remanescente e de uso agropastoril.

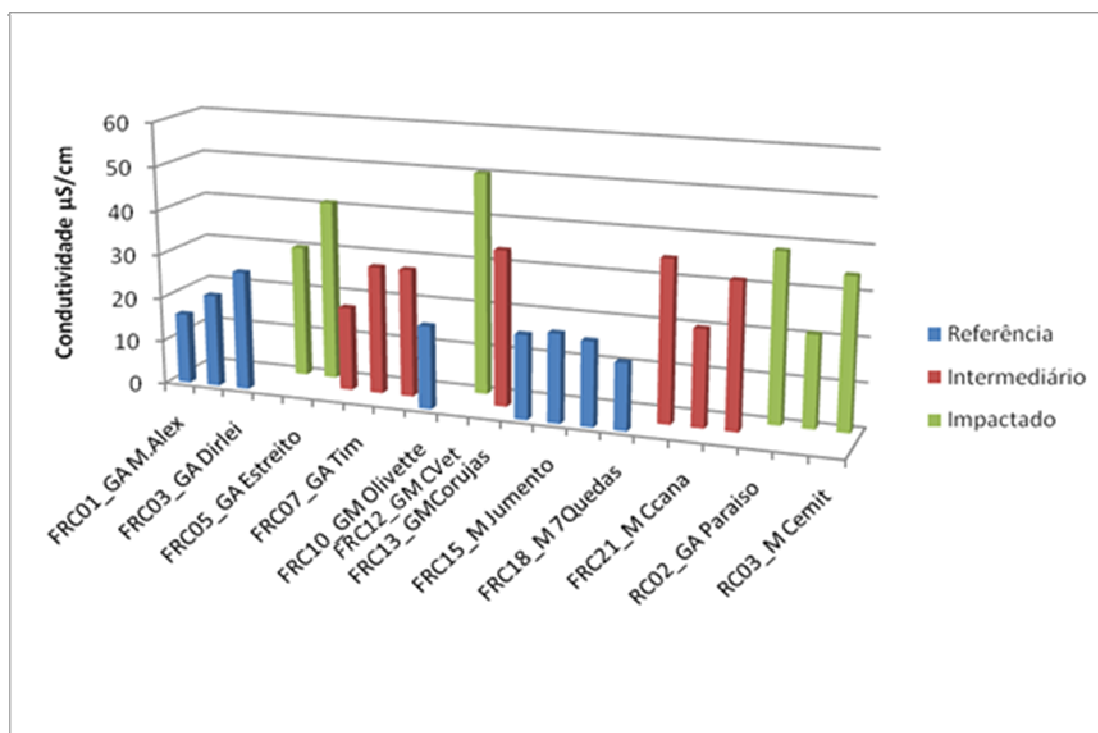


Figura 4.22. Distribuição da condutividade pelos sites amostrados

Oxigênio dissolvido é um dos parâmetros mais importantes para exame da qualidade da água, pois revela a possibilidade de manutenção de vida dos organismos aeróbios, como peixes, por exemplo. A sua escassez pode levar ao desaparecimento destes organismos de um determinado corpo d'água, dado que esses organismos são extremamente sensíveis à diminuição do OD de seu meio. Em relação aos resultados OD, 4 pontos amostrais foram considerados fora do padrão estabelecido pela CONAMA 357/05 para enquadramento da água como Água Doce Classe 1. São eles: FRC07\_GA (5,79 mg/L  $\text{O}_2$ ), FRC12 (5,77 mg/L  $\text{O}_2$ ), FRC11\_GM (3,66 mg/L  $\text{O}_2$ ), e F08\_M (4,99 mg/L  $\text{O}_2$ ), somente o primeiro não está localizado em área impactada urbana. O resultado obtido para este ponto pode estar relacionado com o tipo de defensivo utilizado na área agropastoril localizada a montante do local de amostragem. Já os resultados referentes ao parâmetro pH FRC07\_GA (9,9), FRC20\_M (9,6) não são compatíveis com o padrão de pH estabelecido na CONAMA 357/05 para Água Doce Classe 1. Estes resultados devem estar relacionados, provavelmente, com utilização de defensivos (tipo ou em excesso) para o primeiro e com lançamento de efluente doméstico a montante e no local de coleta para o segundo. Para demais pontos localizados em áreas impactadas, FRC12 (19,1), FRC11\_GM (50,2), FRC04\_GA (10,9) e F05\_M (15,9), F06\_M (17,3), F08\_M (20,5), F09\_M (9,7), F10\_M (13,8), F11\_M (14,3) e F12\_M (10,1), todos os valores mais altos foram aqueles obtidos nas áreas urbanas. É importante ressaltar este exercício

de compatibilização com a legislação é apenas indicativo, conforme já disposto anteriormente.

Os macroinvertebrados foram coletados seguindo a metodologia de amostragem multihabitat (20 amostras) em todos os 33 pontos amostrais do LAPSA. Para verificar a integridade ecológica dos rios estudados através dos macroinvertebrados bentônicos foi aplicado o Índice Biótico Estendido – IOC (Mugnai et al, 2008). Este índice foi adaptado de um modelo italiano e é baseado na tolerância e sensibilidade dos *taxa* de macroinvertebrados. O índice atribui valores maiores aos *taxa* mais sensíveis e menores aos *taxa* mais tolerantes de acordo com suas respectivas abundâncias. A tabela 4.15. apresenta o cálculo do índice e a figura 4.23. a sua espacialização.

**Tabela 4.15. Tabela de ingresso, cálculo e conversão do IBE-IOC (adaptado de Mugani et al, 2008).**

| VALOR IBE-IOC      | CLASSE QUALIDADE | DESCRIÇÃO                                      | COR      |
|--------------------|------------------|------------------------------------------------|----------|
| 10, 11, 12, 13, 14 | I                | Não alterado                                   | Azul     |
| 8, 9               | II               | Levemente alterado                             | Verde    |
| 6, 7               | III              | Alterado, indícios de poluição                 | Amarelo  |
| 3, 4, 5            | IV               | Muito alterado, indícios de poluição evidentes | Laranja  |
| 0, 1, 2            | V                | Fortemente alterado e poluído                  | Vermelho |

| Grupos Faunísticos                                                                                                                                                                                                            | Riqueza total de taxa (US) |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                                                                                                                               | US                         | 1-10        | 11-15       | 16-20       | 21-25       | 26-30       | 31-35       | 36-40       | 41-45       | >45         |
| PLECOPTERA<br>exceto <i>Anacronetria</i> and<br><i>Paragripopteryx</i>                                                                                                                                                        | >1<br>1                    | -<br>-      | -<br>-      | 8<br>7      | 9<br>8      | 10<br>9     | 11<br>10    | 12<br>11    | 13<br>12    | 14<br>13    |
| EPHEMEROPTERA<br>exceto Baetidae,<br>Leptohyphidae, <i>Hylister</i> ,<br><i>Miroculis</i> and <i>Farrodes</i> , inclui<br><i>Paragripopteryx</i>                                                                              | >1<br>1                    | -<br>-      | -<br>-      | 7<br>6      | 8<br>7      | 9<br>8      | 10<br>9     | 11<br>10    | 12<br>11    | -<br>-      |
| TRICHOPTERA<br>exceto Calamoceratidae,<br>Glossosomatidae,<br>Helicopsychidae,<br>Hydroptilidae,<br>Hydropsychidae and<br>Leptoceridae, inclui<br><i>Anacronetria</i>                                                         | >1<br>1                    | -<br>-      | 5<br>4      | 6<br>5      | 7<br>6      | 8<br>7      | 9<br>8      | 10<br>9     | 11<br>10    | -<br>-      |
| AMPHIPODA<br>inclui Baetidae,<br><i>Hylister</i> , <i>Miroculis</i> , <i>Farrodes</i> ,<br>Leptohyphidae,<br>Calamoceratidae,<br>Glossosomatidae,<br>Helicopsychidae,<br>Hydroptilidae,<br>Hydropsychidae and<br>Leptoceridae | -<br>-                     | 3<br>3      | 3<br>3      | 4<br>4      | 5<br>5      | 6<br>6      | 7<br>7      | 8<br>8      | -<br>-      | -<br>-      |
| OLIGOCHAETA /<br>CHIRONOMIDAE<br>OUTROS                                                                                                                                                                                       | -<br>-<br>-                | 1<br>-<br>- | 2<br>-<br>- | 3<br>-<br>- | 4<br>-<br>- | 5<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- |



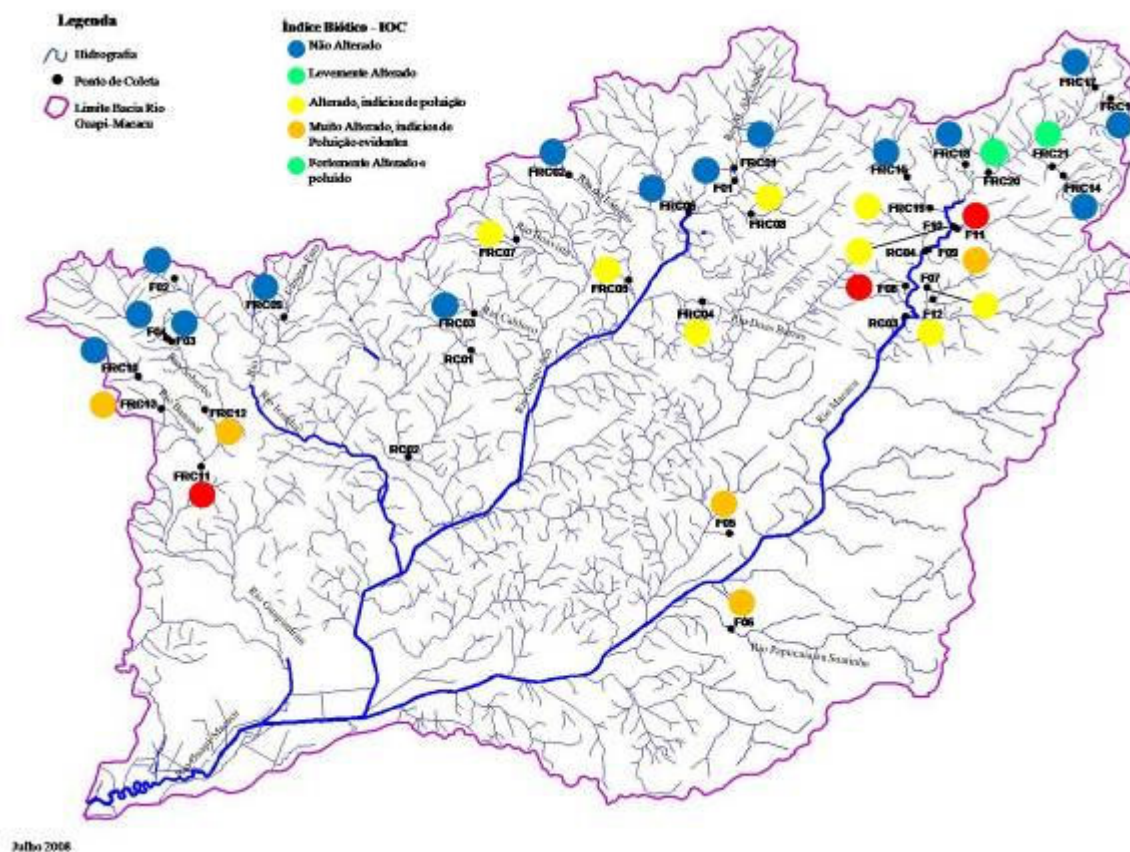


Figura 4.23. Índice Biótico

A Tabela 4.16., disposta a seguir, apresenta valores da riqueza total de *taxa* de macroinvertebrados bentônicos, Diversidade (índice de Shannon) e a classe resultante da aplicação do Índice Biótico Estendido.



**Tabela 4.16. Índices relacionados a macroinvertebrados e avaliação visual dos pontos amostrais**

| CÓDIGO   | NOME                            | IAV           | Riqueza de macroinvertebrados | Diversidade de Shannon de Macroinvert. | Índice Biótico – IOC (classe qualidade) |
|----------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| FRC16_M  | Macumba                         | 19,4 / ótima  | 39                            | 2.834                                  | Classe I                                |
| FRC14_M  | Andrew - Sitio Alex             | 19,6 / ótima  | 49                            | 3.081                                  | Classe I                                |
| FRC06_GA | Rio do Gato                     | 16 / ótima    | 37                            | 2.944                                  | Classe I                                |
| FRC01_GA | Rio Manoel Alexandre            | 16,6 / ótima  | 50                            | 3.182                                  | Classe I                                |
| F01_GA   | REGUA - alojamento              | 19,6 / ótima  | 29                            | 2.756                                  | Classe I                                |
| FRC02_GA | Casa Pref. Itaborai - cachoeira | 19,2 / ótima  | 48                            | 3.205                                  | Classe I                                |
| FRC03_GA | Pto Propriedade Dirlei          | 18,3 / ótima  | 35                            | 2.729                                  | Classe I                                |
| FRC09_GM | Caneca Fina                     | 19,4 / ótima  | 43                            | 2.699                                  | Classe I                                |
| F03_GM   | Caninana                        | 19,6 / ótima  | 36                            | 2.572                                  | Classe I                                |
| FRC10_GM | Granj. MonteOlivet              | 19,4 / ótima  | 37                            | 2.675                                  | Classe I                                |
| F02_GM   | Garrafão                        | 20 / ótima    | 37                            | 2.915                                  | Classe I                                |
| FRC17_M  | placa estrada                   | 19 / ótima    | 32                            | 2.095                                  | Classe I                                |
| FRC15_M  | Jumento - Castalia              | 19 / ótima    | 40                            | 2.842                                  | Classe I                                |
| FRC18_M  | Sete Quedas                     | 17 / ótima    | 33                            | 2.478                                  | Classe I                                |
| F04_GM   | PARNASO                         | 19,1 / ótima  | 37                            | 2.915                                  | Classe I                                |
| FRC04_GA | Duas Barras                     | 3,8 / Ruim    | 22                            | 2.237                                  | Classe III                              |
| F06_M    | Rio Branco                      | 3,8 / Ruim    | 14                            | 1.842                                  | Classe IV                               |
| FRC11_GM | Soberbo Klabin                  | 3,7 / Ruim    | 10                            | 0.4981                                 | Classe V                                |
| FRC05_GA | Estreito impactado              | 1,4 / Ruim    | 22                            | 2.278                                  | Classe III                              |
| FRC12_GM | Canal da Veterinária            | 2,7 / Ruim    | 16                            | 1.316                                  | Classe IV                               |
| F05_M    | Rio Soarinho                    | 4,9 / Ruim    | 26                            | 0.1634                                 | Classe III                              |
| F011_M   | Souzinha                        | 2,4 / Ruim    | 4                             | 0.3525                                 | Classe V                                |
| F012_M   | Boa Vista                       | 5,3 / Regular | 25                            | 1.849                                  | Classe III                              |
| F010_M   | Rio Souza                       | 5,7 / Regular | 30                            | 1.597                                  | Classe III                              |
| F09_M    | Macacu Posto                    | 4,8 / Ruim    | 14                            | 2.167                                  | Classe IV                               |
| F07_M    | Riviera                         | 2,5 / Ruim    | 29                            | 1.992                                  | Classe III                              |
| F08_M    | Quiz                            | 2,1 / Ruim    | 11                            | 0.5387                                 | Classe V                                |
| FRC08_GA | Mariquitas                      | 13,2 / Boa    | 22                            | 2.552                                  | Classe III                              |
| FRC07_GA | Tim                             | 14 / Boa      | 25                            | 2.211                                  | Classe III                              |
| FRC13_GM | Corujas                         | 12,5 / Boa    | 17                            | 1.683                                  | Classe IV                               |
| FRC21_M  | Caldo de cana                   | 12,9 / Boa    | 40                            | 2.85                                   | Classe II                               |
| FRC20_M  | Feema                           | 12,1 / Boa    | 34                            | 1.755                                  | Classe II                               |
| FRC19_M  | Rio Valério - Gustavo           | 12,3 / Boa    | 24                            | 2.57                                   | Classe III                              |

O IBE-IOC aplicado indica a classe da qualidade da água de acordo com a comunidade de macroinvertebrados presente no rio. A comparação desse resultado com os valores do IAV mostra uma forte correlação entre degradação do habitat e deterioração da comunidade bentônica. No entanto, a congruência dos dois resultados não ocorre em todos os pontos, indicando que os organismos não estão respondendo somente ao habitat do entorno, respondem também às mudanças nos parâmetros físico-químicos da água. As dimensões paisagística, química da água e da biota devem ser consideradas e observadas conjuntamente para avaliação completa da integridade ecológica do corpo hídrico.

A Amostragem de macrofauna foi realizada em 25 sítios e foram encontrados 380 peixes (22 morfoespécies), 15 girinos, 15 caranguejos, e 90 camarões (2 espécies: *Macrobrachium olfersi* e *M. potiuna*).

Utilizamos a abundância da macrofauna para procurar diferenças entre córregos classificados em: referência (localizados em área de remanescente florestal), intermediário (localizados em áreas com presença de remanescente e uso antrópico) e impactado (localizados em áreas de uso antrópico). Na figura 4.24. verificamos a distribuição das famílias de macrofauna (peixe) nas sub-bacias amostradas, de acordo com a classificação adotada.

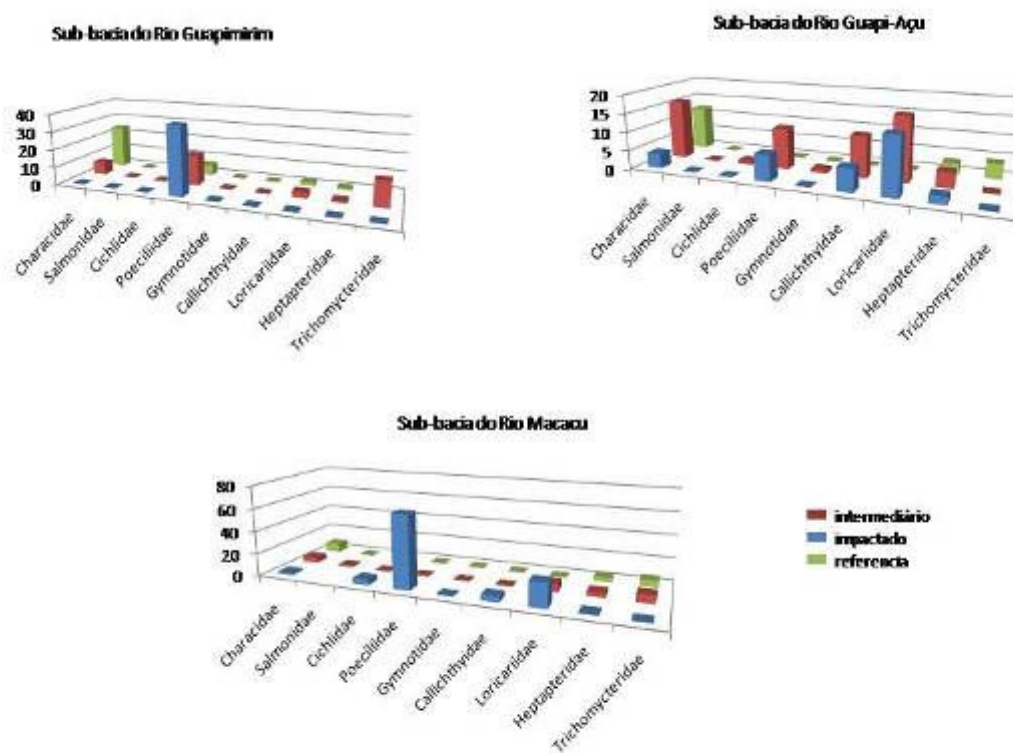


Figura 4.24. Distribuição das Famílias de Peixes amostradas na Bacia do Rio Macacu por Sub-bacias

Encontramos mais exemplares da família Poeciliidae em rios impactados (RC04\_M, FRC13\_GM e FRC11\_GM) nas sub-bacias dos Rios Guapimirim e Macacu, principalmente da espécie *Phalloceros caudimaculatus*. Na sub-bacia do Guapiaçu a família mais representativa é a Loricariidae, tanto para pontos impactados como para intermediários. Nos de referência encontramos mais espécimes da família Characidae e da ordem Siluriformes (Heptapteridae e Trichomycteridae) nas três sub-bacias.

A primeira dimensão do escalonamento multidimensional (MDS) dos 23 córregos mostrou clara separação em dois grupos distintos, os de referência dispostos mais à esquerda do gráfico e os impactados agrupados na porção direita. Os pontos intermediários ficaram distribuídos pelo gráfico 1 (figura 4.25.). A análise de covariância mostrou que essa configuração foi significativamente relacionada à altitude ( $p=0.002$ ) e com o grau de impacto ( $p=0.094$ ), gráfico 2 (figura 4.26.).

Retiramos os pontos FRC17\_M e FRC16\_M da análise, pois ambos apresentavam somente um exemplar de girino.

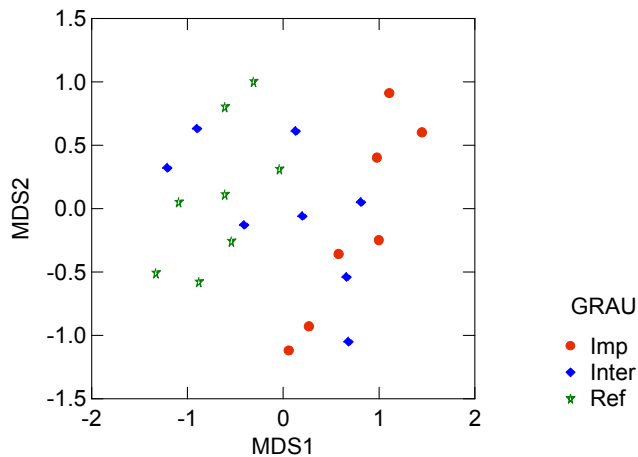


Figura 4.25. Gráfico 1: Escalonamento Multidimensional da Macrofauna  
Least Squares Means

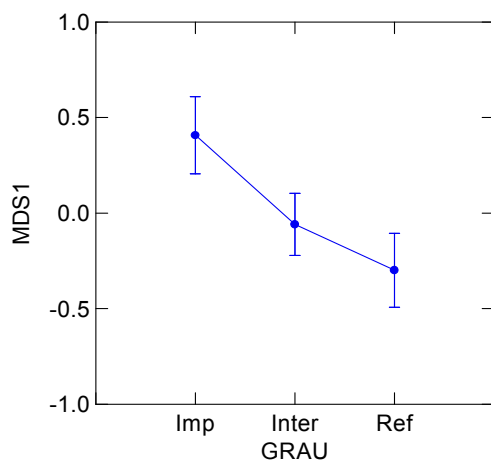


Figura 4.26. Gráfico 2: Resultado da relação entre altitude e grau de impacto

Coletamos 33 exemplares de *Macrobrachium olfersi* e 57 *M. potiuna* na bacia, sendo a maior concentração, 28 de *M. olfersi* e 31 de *M. potiuna*, na sub-bacia do rio Guapiaçu. O *M. olfersi* é uma espécie catádroma e o fato de ter mais potiuna indica uma baixa continuidade do rio com o estuário, pelo menos nas condições ambientais encontradas no período da coleta.

Em relação ao parâmetro perifiton a matéria seca total (DM – dry mass) e a orgânica (MO) (figura 4.27. (A e B)) foram quantificadas através da queima do produto proveniente da filtragem do material coletado (AFDM – ash-free dry mass).

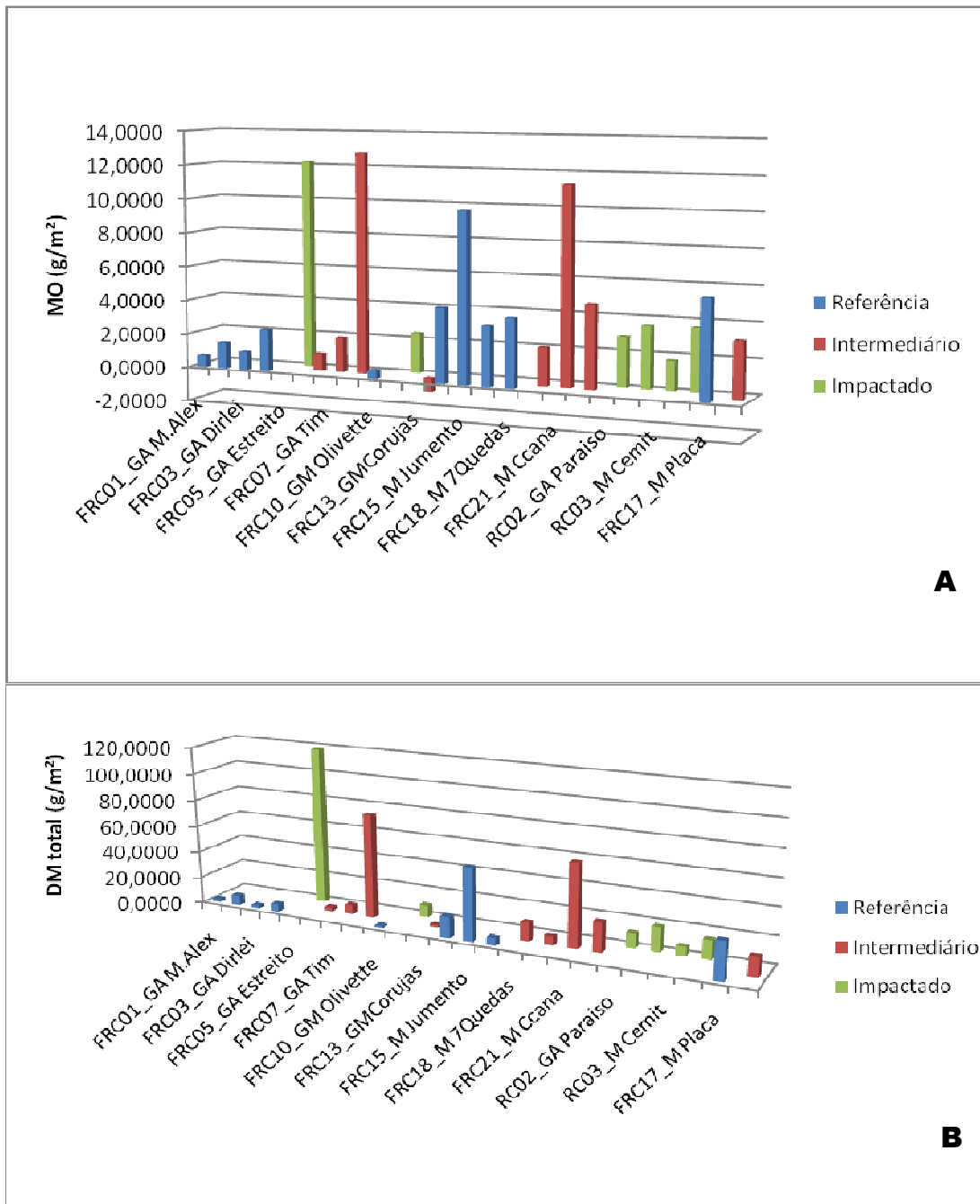


Figura 4.27. Valores de matéria orgânica (MO) e massa seca total (DM) do perifiton nos sítios amostrais

Para o perifiton, os maiores valores de MO e DM estão em pontos amostrais intermediários (FRC08\_GA e FRC21\_M) e impactados (FRC05\_GA).

O fato do perifiton acumular nos trechos impactados por agricultura (fertilizantes) e esgoto nos mostra uma significativa alteração no sistema lótico devido à entrada de matéria orgânica e nutrientes, visto que é uma matriz formada por decompositores e produtores.

Testamos também, a hipótese de que o índice autotrófico (MO/clorofila) aumenta com o impacto. A análise de covariância mostrou que o índice autotrófico aumentou com o grau de impacto, ou seja, ocorre um maior acúmulo de matéria orgânica não associada com algas, devido ao acúmulo de decompositores.

A inibição do crescimento de microalgas do perifíton está associado à diminuição da correnteza (Moulton *et al.*, submetido), bem como ao sombreamento causado pelo acúmulo de matéria orgânica e decompositores.

A análise de covariância mostrou que o índice autotrófico (grafico 3 – figura 4.28.) aumentou com o grau de impacto ( $p=0.023$ ) e não com a altitude ( $p=0.245$ ). Isso nos mostra a importância desse parâmetro em análises de impacto ambiental nos córregos dessa região. O RC02\_GA (Paraíso) teve um resultado fora do padrão por apresentar baixo índice autotrófico, mas não pela baixa quantidade de matéria orgânica, mas sim pelo alto estoque de algas. Este ponto encontra-se próximo a agricultura e deve ter muita influência de fertilizantes. Cabe ressaltar também que a análise do perifíton foi feita com bastante cautela, pois este sofre forte influência em micro escala (Allan, 2004), ou seja, alguma característica peculiar do local pode interferir trazendo problemas de interpretação. Esse fato foi muito evidente no ponto FRC11\_GM (Klabin) em que tivemos que separar em dois tipos de amostras: Klabin com baixo índice autotrófico (devido a correnteza) e Klabin lodo com alto índice autotrófico.

#### Índice Autotrófico

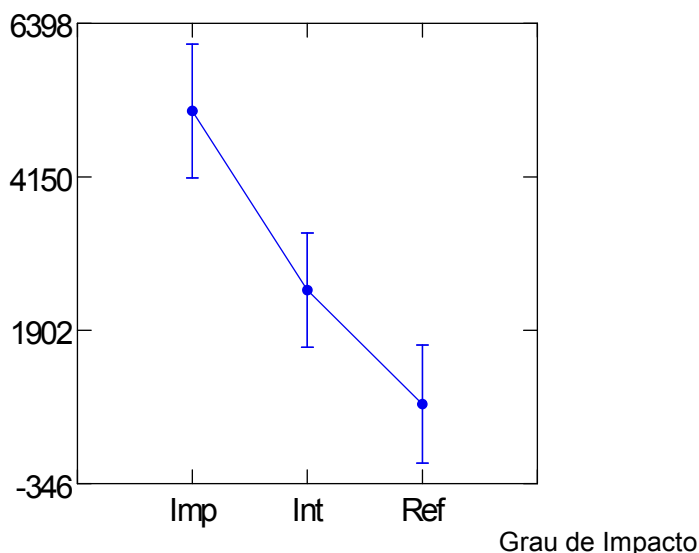


Figura 4.28. Gráfico 3 - Resultado da ANCOVA - Índice Autotrófico e Grau de Impacto como Fator Fixo.

Com intuito de avaliar a saúde ambiental da área de estudo realizamos uma série de análises estatísticas visando à construção de indicadores e ou índices que possam ser utilizados em análise espaciais em ambiente SIG.

Desenvolvemos um índice multimétrico, para auxiliar na avaliação de distúrbios nos rios desta bacia, com os dados físicos, químicos e bacteriológicos através da comparação entre os valores das áreas de referência e das áreas altamente degradadas. As métricas selecionadas foram: OD (mg/l), IAV (PAV – EPA), Condutividade (uS/cm), TDS, Alc. Total (mg/L Caco3), Cobertura areia (%), Coliformes fecais/100 mL (tabela 4.17.). O universo amostral adotado para construção deste índice foi os 33 pontos amostrados pelo LAPSA.

É importante salientar que este índice deve ser utilizado como ferramenta complementar à avaliação biológica, uma vez que a sua utilização isolada pode levar a erros de interpretação. Além disso, sua aplicação é restrita à área para a qual ele foi desenvolvido, uma vez que é altamente dependente das características geomorfológicas, altimétricas e pedológicas da área teste, independente de sua relação com o uso e cobertura.

**Tabela 4.17. Tabela para cálculo do Índice Multimétrico físico-químico-bacteriológico e escores de classificação**

| Métrica                              | Estatística |       |      |       |      | Resposta predita com aumento do impacto | Score |             |      |
|--------------------------------------|-------------|-------|------|-------|------|-----------------------------------------|-------|-------------|------|
|                                      | Min         | 25%   | 50%  | 75%   | Max  |                                         | 5     | 3           | 1    |
| OD (mg/l)                            | 6,5         | 7,07  | 7,16 | 7,39  | 7,58 | diminui                                 | >7,0  | <=7,0 >=6,5 | <6,5 |
| PAV - EPA                            | 15          | 16    | 19   | 19    | 19   | diminui                                 | >16   | <=16 >=14   | <14  |
| Condut. (uS/cm)                      | 14,98       | 16,44 | 18   | 20,7  | 27,2 | aumenta                                 | <20   | >=20 <=28   | >28  |
| TDS                                  | 6,7         | 7,3   | 8,1  | 9,4   | 12,5 | aumenta                                 | <9,5  | >=9,5 <=13  | >13  |
| Alc. Total (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | 20,54       | 20,54 | 26,7 | 32,86 | 41   | aumenta                                 | <33   | >=33 <=41   | >41  |
| Cobertura areia (%)                  | 5           | 15    | 15   | 15    | 20   | aumenta                                 | <15   | >=15 <=20   | >20  |
| Coliformes fecais/100 ml.            | 0           | 2     | 8    | 12    | 45   | aumenta                                 | <12   | >=12 <=45   | >45  |

| Pontuação<br>(Soma dos escores) | Classificação | Cor      |
|---------------------------------|---------------|----------|
| 7 – 12                          | Muito Ruim    | Vermelho |
| 13 – 18                         | Ruim          | Laranja  |
| 19 – 24                         | Regular       | Amarelo  |
| 25 - 30                         | Bom           | Verde    |
| 31 - 35                         | Excelente     | Azul     |

O índice multimétrico físico-químico e bacteriológico representa também uma ferramenta importante para avaliação ecológica dos rios da bacia. O uso de índices multimétricos é bastante interessante para direcionar os esforços das medições, bem como para avaliar diversas dimensões em que o ecossistema pode ser afetado, tornando possível a qualificação do impacto. Para isso, é necessário dar atenção não só para o valor final do índice, mas também para os valores individuais das métricas.

Para a caracterização da qualidade da água nesta bacia, é necessário que avaliemos os índices obtidos em conjunto. Na figura 4.29. comparamos espacialmente os três índices. Note que existe uma coincidência nos resultados em pelo menos dois índices, para a maioria dos pontos de referencia e das áreas muito impactadas. Isto demonstra que nestes extremos da análise as três dimensões – habitat, química e biológica, percebem as condições de integridade ou degradação da mesma forma. São nos distúrbios intermediários que as respostas variam mais, mostrando que as dimensões percebem de forma diferente cada tipo de distúrbio.



De acordo com o modelo conceitual elaborado (figura 4.30.) testamos algumas correlações entre estes conjuntos de variáveis. O modelo representa as relações existentes entre as variáveis de uso do solo e cobertura vegetal as algumas variáveis físico-químicas e biológicas, indicando fortes relações entre o uso e água, FPOM, perifiton e fauna e entre FPOM a fauna e o perifiton. Entendemos por fortes relações aquelas que indicam correlações significativas com 95% ou mais de segurança.

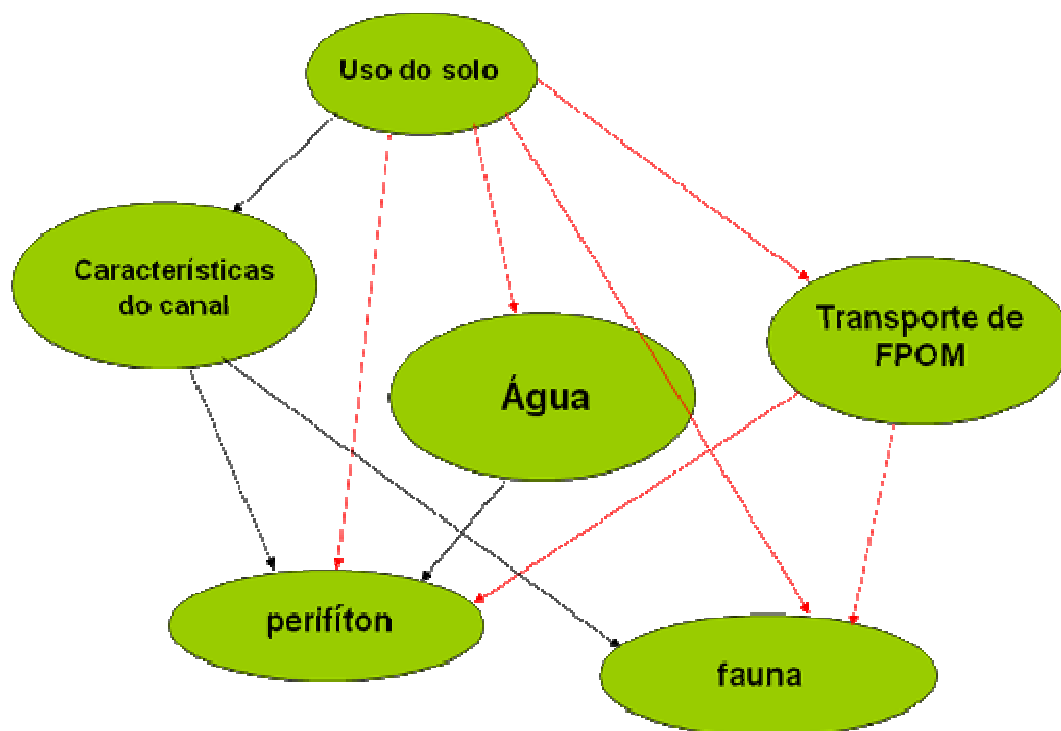


Figura 4.30. Modelo conceitual – os vetores vermelhos representam relações mais fortes que os pretos

Para tanto, é importante definir de antemão as correlações esperadas. Assim, caso tenhamos que retirar variáveis da análise retiraremos aquelas sobre as quais não temos hipóteses específicas postuladas.

Para o uso e cobertura versus água esperávamos correlações negativas entre: temperatura e vegetação natural, nutrientes e vegetação natural, e coliformes fecais e vegetação natural.

Para análise do uso e cobertura e canal a correlação negativa esperada seria entre cobertura e atividades agrícolas/área urbana e a positiva entre cobertura e vegetação natural e intermediária.

Na análise de canal e água esperávamos que houvesse correlações negativas entre cobertura e temperatura da água, e entre cobertura e TDS. Para uso e cobertura versus transporte de sedimentos a correlação positiva seria entre atividades agropastoris e a quantidade de FPOM, e finalmente para o canal e transporte a correlação esperada deveria ser negativa entre cobertura e FPOM.

Os resultados obtidos na análise de correlação canônica foram relações positivas entre coliformes fecais e TDS com pastagem e área urbana, entre pH e pastagem, e vegetação natural e OD para o uso e cobertura versus água.

Para a análise do uso e cobertura e canal, encontramos relação positiva entre cobertura vegetal com pastagem e vegetação intermediária. Este foi um resultado contrário ao esperado. A relação entre cobertura e vegetação natural foi negativa, contrariando as nossas expectativas.

A análise do uso e cobertura versus transporte de sedimentos apresentou, ao contrário do esperado, uma correlação negativa entre FPOM com pastagem, pasto sujo e área agrícola e relação positiva entre FPOM e vegetação natural.



E para canal e transporte de sedimento a cobertura vegetal não foi um componente importante para a estrutura de correlações da análise. O que encontramos de significativo foi a relação negativa entre FPOM's e velocidade da corrente, indicando que quanto maior a velocidade da água menor a quantidade de matéria particulada em transporte.

De modo geral, os depósitos das planícies fluviais são constituídos por sedimentos arenosos intercalados por camadas argilosas depositadas durante os eventos de inundação na época das cheias, além de níveis de sedimentos grossos (seixos e blocos) nos canais fluviais. O tipo de sedimento depositado pelos rios depende da sua capacidade de transporte e seus fluxos, assim quanto maior energia de transporte, maior o tamanho dos grãos dos sedimentos. Neste sentido, os níveis de base têm papel fundamental, uma vez que quebram a energia de transporte dos rios, gerando a sedimentação das planícies. O conjunto deste material sedimentar, em geral, é bastante explorado pelas populações que os utilizam como fonte de material de construção (areia, argila, cascalho). Importante ressaltar, que devido à sua topografia plana e fertilidade dos solos, as planícies fluviais constituem as áreas preferencialmente ocupadas pela agricultura e construções civis, ou seja, correspondem aos locais de concentração das atividades e habitações humanas.

Os resultados corroboraram algumas das hipóteses levantadas, porém alguns resultados foram contrários ao que esperávamos. Esta situação não é incomum em estudos em que é amostrado grande número de variáveis. Outra fonte de variabilidade que pode gerar resultados inesperados é a grande heterogeneidade espacial das bacias.

Uma das explicações para as correlações inesperadas pode ser devido a problemas da escala espacial, de distribuição espacial das categorias de uso e ocupação do solo e da influência da altitude nas características dos pontos amostrais, localizados em sub-bacias que variam entre 1ª a 4ª ordem.

### **Considerações finais**

De acordo com Tundisi (2003) a história da água na terra é muito complexa e está diretamente relacionada ao crescimento da população humana, ao grau de urbanização e aos usos múltiplos que afetam sua quantidade e qualidade.

O relevo é resultante da ação temporal dos processos morfogênicos, isto é, as formas que vemos hoje são reflexos da dinâmica de fatores naturais e antropogênicos que atuam no eixo histórico e evolutivo. A ação antrópica sobre o relevo acelera e interfere na dinâmica e no funcionamento das estruturas fisiográficas, acentuando os processos de transporte de sedimento, de impermeabilização e degradação dos solos através de atividades como desmatamento, por exemplo. Enfatizamos que tais ações interferem também nos processos erosivos naturais fazendo com que eles evoluam, muitas vezes, para erosão do tipo acelerada ou antropogênica, que ocasionam severas perdas ao ambiente e ao setor econômico.

Os rios da bacia em questão estão sendo afetados por diversos processos relacionados aos usos múltiplos da terra e da água. O monitoramento desses cursos d'água é extremamente importante para acompanhar a evolução destes impactos, ou ainda, para avaliar o efeito de possíveis medidas mitigadoras locais.

O desenvolvimento de ferramentas para a indicação biológica de integridade ecológica de rios é um processo complexo, porém extremamente necessário para um plano de

manejo de bacia. As avaliações físicas e químicas dos rios são importantes, no entanto devem ser complementadas pela avaliação biológica.

Este trabalho apresentou uma importante ferramenta de avaliação da integridade ecológica de ecossistemas aquáticos, o Protocolo de Avaliação Visual – EPA. Esta é uma ferramenta de fácil aplicação, que avalia a integridade física de habitat de um rio e de sua vegetação ripária. Pode ser utilizada para monitorar impactos específicos de habitat ou impactos de caráter mais geral.

O índice multimétrico físico-químico e bacteriológico pode representar também uma ferramenta importante para avaliação ecológica dos rios da bacia. O uso de índices multimétricos é bastante interessante para direcionar os esforços das medições, bem como para avaliar diversas dimensões em que o ecossistema pode ser afetado, tornando possível a qualificação do impacto. Para isso, é necessário dar atenção não só para o valor final do índice, mas também para os valores individuais das métricas.

É apresentado ainda um Índice Biótico baseado na sensibilidade da comunidade de macroinvertebrados para detectar principalmente efeitos da poluição orgânica no ecossistema.

Os resultados obtidos na aplicação desses índices caracterizaram a qualidade de água como excelente-ótima e boa a ruim nos pontos de referencia e intermediários, respectivamente. Quase todos os pontos localizados acima da cota de 100m. Quanto aos pontos impactados, localizados entre as , os resultados variaram de regular a muito ruim.

Está sendo desenvolvido um índice multimétrico baseado na comunidade de macroinvertebrados. Esse índice apresentará maior sensibilidade aos múltiplos distúrbios aos quais os rios estão sujeitos. Esse índice será baseado em um protocolo de Avaliação Rápida que busca garantir a aplicabilidade rotineira dessa ferramenta de biomonitoramento, para assim permitir a avaliação completa, de todas as dimensões (do habitat, físico-química e biológica), da integridade ecológica dos rios dessa bacia.

Recomendamos a adoção dos índices testados no componente monitoramento da qualidade da água presente em possíveis programas setoriais propostos por este plano de Manejo, no futuro Plano da Bacia ou na atividade de monitoramento da qualidade ambiental dos núcleos implementados do Parque Fluvial da Bacia do Rio Macacu, bem como a utilização de outros índices ou indicadores consagrados e compatíveis com a metodologia descrita na legislação vigente. Cabe ressaltar a indicação de incorporação do índice multimétrico de macroinvertebrados, supra citado, na composição do ferramental de monitoramento da qualidade da água.

#### *Referências:*

ALLAN, J. D. (2004). Landscape and Riverscape: The influence of land use on stream ecosystem. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35:257–84.

ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n.2, p. 117-127, jun/2003.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D. & STRIBLING, J. B. Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, Bentic-

Macroinvertebrates and Fish. U.S. Environmental Protection Agency (EPA – Office of Water. Washington – USA. 2ª edição.1999.

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M.; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M. P. & NESSIMIAN, J. L. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil. *Hydrobiologia*, nº 575. P: 83–94. 2007.

BRASIL, 1983. Projeto RADAM BRASIL, Folhas SF - 23/24, Rio de Janeiro / Vitória. Ministério das Minas e Energias / Secretaria Geral, Rio de Janeiro, 32.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cad. Saúde Pública**. vol.19 no.2 Rio de Janeiro Mar./Apr. 2003. Disponível em [http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2003000200013](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2003000200013) >.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MEDEIROS, A. O.; MORENO, P.; ROSA, C. A. Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 64, n. 4, p. 743-755, 2005.

COSTA, T. C. C., UZEDA, M. C.; FIDALGO, E. C. C.; LUMBRERAS, J. F.; ZARONI, M. J.; NAIME, U. J. & GUIMARÃES, S. P. Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis, SC. INPE. p. 2493-2500. 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise da Densidade de Drenagem e suas Implicações Geomorfológicas. **Geografia**, v.4, n.8, 1979, p. 23-41.

DANTAS, J. R. C.; ALMEIDA, J. R. & LINS, G. A. Impactos Ambientais na Bacia Hidrográfica de Guapi/Macacu e suas Consequências para o Abastecimento de Água nos Municípios do Leste da Baía de Guanabara. Série Gestão e Planejamento Ambiental. Coleção Artigos Técnicos nº 7, CETEM/MCT. Rio de Janeiro. p:1-21. 2007.

DELAMONICA, M. N. Impactos e Reestruturação da Gestão Dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São João – RJ. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense Niterói – RJ, 2002. 2005.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Mayfly distribution along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, southeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-13, 2005.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. Programa de Despoluição da Baía de Guanabara - Projetos Ambientais Complementares. Consórcio Ecologus/Agrar. 190 p. 2005.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Corredor Ecológico Sambe Santa Fé. Rio de Janeiro. 2004

FUNDAÇÃO INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). Plano de Manejo do Parque Estadual dos Três Picos. 2006.

COSTA, H. Subsídios para Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias hidrográficas dos rios Macacu, São João, Macaé e Macabu. Rio de Janeiro: SEMA. 280 p. 1999.

MAZZETO, F. A. P. Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve comparação de conceitos. In: Sociedade e Natureza (Revista do Instituto de Geografia da UFU). Uberlândia: EDUFU, Ano 12, n 24 – Jul/dez 2000, p. 21-31.

MORETTI, M.; CALLISTO, M. . Biomonitoring of benthic macroinvertebrates in the middle Doce River watershed. *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 267-281, 2005.

MOULTON, T. P.. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. In Nessim, J.L. & Carvalho, A. I. (eds.). *Ecologia de Insetos Aquáticos. Series Oecologia Brasiliensis. Vol V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. PP. 2281 – 298. 1998.*

MOULTON, T.P. & MAGALHÃES, S.A.P. Responses of leaf processing to impacts in streams in Atlantic rainforest, Rio de Janeiro, Brazil - A test of the biodiversity-ecosystem functioning relationship? *Brazilian Journal of Biology*, **63**:87-95. 2003

MOULTON, T. P.; WANTZEN, K. M. Conservation of tropical streams -- special questions or conventional paradigms?. *Aquatic Conservation*, v. 16, p. 1-5, 2006.

MOULTON, T. P.; SOUZA, Marcelo Luiz de; OLIVEIRA, Andrea Franco de. Conservation of catchments: some theoretical considerations and case histories from Rio de Janeiro. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 2, p. 28-35, 2007.

MUGNAI, R.; OLIVEIRA, R.B.; CARVALHO, A.L.; BAPTISTA, D.F. Adaptation of the Índice Biótico Esteso (IBE) for Water Quality Assessment in Rivers of Serra do Mar, Rio de Janeiro State, Brazil . *Tropical Zoology, in press.. 2007.*

NAIMAN, R. J.; BEECHIE, T. J.; BENDA, L. E.; BERG, D. R.; BISSON, P. A.; MACDONALD, L. H.; O'CONNOR, M. D.; OLSON, P. L. AND STEEL, E. A. Fundamental Elements of Ecologically Healthy Watersheds in the Pacific Northwest Coastal Ecoregion. In: Naiman, Robert J. **Watershed Management – Balancing Sustainability and Environmental Change**. New York, USA. Springer-Verlag. p. 127-188. 1992.

PETTS, G. E. et al. A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of running waters. *Hydrobiologia*. Springer Netherlands v. 422/423, p: 15 a 27. 2000.

PISSARRA, T. C. T., POLITANO, W. & FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. vol.28, no.2, p.297-305. Mar./Abril. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v28n2/20212.pdf>>. Acesso em: abril de 2007.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios. EMBRAPA Meio Ambiente. Documentos 36. Jaguariuna, SP. 68 p. 2004.

SENADO FEDERAL. Conferencia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento/CNUMAD - Agenda 21. Brasília. 1996.

RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Folha SF23/24. Rio de Janeiro/Vitória:IBGE, 1983.

STANFORD L. Loeb. An in Situ Method for Measuring the Primary Productivity and Standing Crop of the Epilithic Periphyton Community in Lentic Systems. *Limnology and Oceanography*, Vol. 26, No. 2 (Mar., 1981), pp. 394-399. 1981.

STRAHLER, A. N. Geografia Física. Barcelona. Omega.1974

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4. 1997.

WETZEL, R. G. Opening remarks. In: Wetzel, R. G. (Ed.). *Periphyton of freshwater ecosystems*. The Hague, Dr. W. Junk, a. (Developments in Hidrobiology, 17). p. 3-4. 1983

Lei 9433/97 e Lei estadual 3239/99) e a Resolução CONAMA nº357/05 Resoluções Conama nº 274/00

RADAMBRASIL, 1983

## **PLANO DE MANEJO APA DA BACIA DO RIO MACACU**

### **ENCARTE 4 – A APA DA BACIA DO RIO MACACU E SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

#### **4.4. Levantamento Florístico e Fitossociológico**

Pablo Rodrigues

Rodolfo Abreu

Alexandre Quinet

As UCs vizinhas à bacia hidrográfica Guapi-Macacu são extremamente importantes para a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos, pois abrangem desde áreas de transição entre as montanhas cobertas por florestas até áreas de baixada. As florestas que anteriormente ocupavam as áreas de baixada atualmente encontram-se reduzidas a pequenos fragmentos separados por extensas pastagens ou plantações (Dean 2002).

O atual cenário de fragmentação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro permite que se destaque a existência de cinco grandes áreas, formadas por vegetação contínua com alguma conectividade, que constituem os remanescentes de Mata Atlântica mais importantes do Estado. Estas cinco áreas podem ser diferenciadas por fatores climáticos, edáficos, de relevo, localização geográfica, dentre outros. A área estudada está inserida no bloco da Região Serrana Central que abrange os municípios de Nova Iguaçu, Miguel Pereira, Duque de Caxias, Japeri, Queimados, Petrópolis, Teresópolis, Magé, Guapimirim, Cachoeiras de Macacu, Nova Friburgo e Silva Jardim.

A formação vegetal predominante é a Floresta Ombrófila Densa, que ocupa áreas mais úmidas do bloco, com períodos secos ausentes ou com duração de dois meses. A faixa altitudinal varia de 50 a 1.500 msm; de 50 a 500 msm as áreas são cobertas por florestas sub-montana, e de 500 a 1500 msm dominadas pela floresta montana (Rocha et al. 2003).

Ainda em mata contínua, dentro da área da APA da Bacia do Rio Macacu, na Estação Ecológica Estadual de Paraíso, Guedes-Bruni (1997) e Kurtz & Araújo (2000) analisaram a composição florística e a estrutura arbórea. Tratando sobre os fragmentos florestais localizados dentro da área da APA, não foram encontradas referências bibliográficas.

Neste contexto, os fragmentos estudados (4) estão localizados nos municípios de Guapimirim (2) e Cachoeiras de Macacu (2), em áreas de baixada da APA. São compostos por pequenos morrotes de tamanho e forma variáveis, geralmente separados por pastagens, cultivos e/ou rodovias. De acordo com o tamanho, forma, tipo de impacto experimentado historicamente, proximidade com áreas protegidas, dentre outros fatores,

estes fragmentos podem apresentar diferenças na estrutura e na composição da vegetação. E apesar destes fragmentos estarem inseridos em áreas particulares, relatos locais indicam que a extração seletiva de madeira para confecção de cabos de ferramentas, utilização como lenha ou como mourão, são impactos atualmente experimentados pelos fragmentos estudados.

O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento florístico e fitossociológico da área da APA da Bacia do Rio Macacu com enfoque nos fragmentos florestais das áreas de baixada em quatro localidades consideradas representativas da respectiva bacia.

#### **4.4.1. Metodologia**

##### **4.4.1.1. Área de estudo**

Para o levantamento florístico e fitossociológico foram amostrados 4 fragmentos florestais: 2 no município de Guapimirim (PDA 1 e PDA 7), e 2 no município de Cachoeiras de Macacu (PDA 4 e PDA 5 – este último próximo a Reserva Ecológica de Guapiaçu/REGUA) (tabela 4.18. e figura 4.40.).

A área de estudo está representada por 4 fragmentos florestais que, na maioria das vezes, apresentam um dossel descontínuo, entre 10 e 15 metros de altura, com alguns indivíduos emergentes que podem atingir mais de 20 metros de altura. O estrato arbustivo e o herbáceo se apresentam mais ou menos desenvolvidos, dominados em alguns locais por indivíduos da família PALMAE como *Astrocaryum aculeatissimum* (Iri) e *Attalea humilis* (Pindoba), figura 4.31. As lianas estão bem representadas, principalmente na borda dos fragmentos, onde é comum a presença de *Tibouchina granulosa* (quaresmeira), figura 4.32. Epífitas quando presentes são observadas apenas em árvores de grande porte, prováveis remanescentes da mata anterior e a presença de espécies exóticas é observada com frequência no entorno dos fragmentos.



Figura 4.31. *Attalea humilis* (Pindoba, detalhe da flor) e Fruto da Pindoba



Figura 4.32. Detalhe da flor da quaresmeira (*Tibouchina granulosa*)  
(Foto: PMA/JBRJ)

#### 4.4.1.2. Coleta de dados

Para inventariar a flora local foram realizadas coletas não sistemáticas, ao longo dos fragmentos escolhidos para representar a área da bacia hidrográfica Guapi-Macacu. Foram contemplados indivíduos arbóreos, arbustivos e herbáceos em fase de floração ou frutificação. A identificação do material foi realizada através de comparação em herbários, consultas a especialistas e literatura especializada. O material coletado em estágio reprodutivo será incorporado ao acervo do herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB).

Para o levantamento fitossociológico, optou-se pela utilização do método de transectos. Foram utilizados 3 transectos (50m x 5m) em cada fragmento (tabela 4.18.), totalizando 750 m<sup>2</sup> por fragmento amostrado, todos os indivíduos com DAP  $\geq$  a 5 cm foram incluídos na amostragem. Os indivíduos tiveram sua altura estimada e o diâmetro à altura do peito (DAP) medido com auxílio de fita diamétrica.



**Tabela 4.18. Coordenadas geográficas (UTM) dos três transectos amostrados nos quatro fragmentos estudados**

| T   | Fragmentos    |             |               |             |                 |             |                    |             |
|-----|---------------|-------------|---------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|-------------|
|     | PDA 1 (cotia) |             | PDA 4 (REGUA) |             | PDA 5 (colégio) |             | PDA 7 (escritório) |             |
| 1.1 | 23K           | 715103,622  | 23K           | 731038,702  | 23K             | 731052,204  | 23K                | 715768,006  |
|     | utm           | 7506679,381 | utm           | 7513614,643 | utm             | 7495796,453 | utm                | 7504307,023 |
| 1.2 | 23K           | 715148,765  | 23K           | 731072,661  | 23K             | 731027,912  | 23K                | 715900,008  |
|     | utm           | 7506716,397 | utm           | 7513540,957 | utm             | 7495758,136 | utm                | 7504253,016 |
| 2.1 | 23K           | 714430,912  | 23K           | 730826,928  | 23K             | 731027,912  | 23K                | 715830,004  |
|     | utm           | 7506320,200 | utm           | 7513837,263 | utm             | 7495758,136 | utm                | 7504455,019 |
| 2.2 | 23K           | 714403,295  | 23K           | 730777,062  | 23K             | 731039,912  | 23K                | 715828,007  |
|     | utm           | 7506347,965 | utm           | 7513798,510 | utm             | 7495714,304 | utm                | 7504505,016 |
| 3.1 | 23K           | 715365,524  | 23K           | 730990,930  | 23K             | 731082,866  | 23K                | 715848,267  |
|     | utm           | 7506456,953 | utm           | 7513585,442 | utm             | 7495645,342 | utm                | 7504403,957 |
| 3.2 | 23K           | 715366,830  | 23K           | 730995,450  | 23K             | 731090,403  | 23K                | 715839,770  |
|     | utm           | 7506502,781 | utm           | 7513674,011 | utm             | 7495602,217 | utm                | 7504472,503 |

#### 4.4.1.3 Análise de dados

Os parâmetros fitossociológicos (densidade, frequência, área basal, valor de importância, equabilidade, e índice de diversidade) foram calculados utilizando o programa Mata Nativa (versão 2.06). A distribuição dos dados qualitativos (DAP e altura) foi obtida utilizando o programa Statistica (versão 6.0). Foram utilizados o teste do qui-quadrado, para detectar diferenças na distribuição dos dados de altura e DAP (Zar 1999), e o teste de similaridade de Sorensen qualitativo (Bower & Zar 1984) para verificar a similaridade florística entre os fragmentos.

#### 4.4.2. Resultados

##### 4.4.2.1. Florística

Nos quatro fragmentos estudados foram coletados 171 táxons dentre os quais, 104 (60,8%) identificados em espécie, 30 (17,5%) até gênero, e 20 até família (11,6%). Apenas 17 (9,9%) táxons permanecem totalmente indeterminados. As 171 espécies identificadas estão distribuídas em 87 gêneros pertencentes a 38 famílias. As famílias com maior número de espécies são: LAURACEAE (20), MYRTACEAE (18), LEGUMINOSAE (14), EUPHORBIACEAE (13) e MORACEAE (9; tabela 4.20.).

Dentre as espécies coletadas, apenas *Mollinedia glabra* (MONIMIACEAE) consta na lista oficial da flora ameaçada de extinção do IBAMA (1992). Já na listagem de espécies ameaçadas da IUCN foi observada a presença de 9 espécies. Dentre estas, *Guatteria ferruginea* (ANNONACEAE) não apresenta dados suficientes para ser inserida em alguma categoria. Quatro espécies, *Astrocaryum aculeatissimum* (PALMAE), *Helicostilis tomentosa* (MORACEAE), *Lecythis lanceolata*, LECYTHIDACEAE (figura 4.33), e *Micropholis crassipedecellata* (SAPOTACEAE), estão inseridas na categoria denominada “Baixo Risco”, onde estão inseridos os táxons que não atendem a critérios das categorias “Criticamente Ameaçada”, “Ameaçada” ou “Vulnerável”. Três espécies, *Eugenia microcarpa* (MYRTACEAE), *Mollinedia glabra* (MONIMIACEAE) e *Sorocea guilleminiana* (MORACEAE), pertencem à categoria “Vulnerável”. Nesta se inserem os

táxons que apresentam um alto risco de extinção na natureza em médio prazo. Como no caso de *Eugenia microcarpa*, espécies podem pertencer a esta categoria por atenderem aos seguintes critérios: estima-se que a área de ocorrência, ou de ocupação seja menor que 20.000 km<sup>2</sup>; apresenta-se severamente fragmentada, ou por ela não ocorrer em mais de 10 localidades distintas. Além disso, a área de ocorrência, qualidade do habitat e o número de localidades ou de sub-populações continua diminuindo.

Para *Mollinedia glabra*, a inserção nesta categoria deve-se ao fato de sua área de ocupação ou ocorrência ser ou ter sido estimada como sendo menor que 20000 km<sup>2</sup>, ou por se conhecer a ocorrência da espécie em menos do que 10 localidades. Já *Sorocea gullemianiana*, é classificada como “vulnerável” em função da observação ou suspeita da redução da população em 20% nos últimos 10 anos ou três gerações, além da diminuição da área de ocupação, ou ocorrência e/ou a qualidade do habitat.



Figura 4.33. Lecythidaceae Florida

*Urbanodendrum bahiensis*, foi inserida na categoria “Em Extinção”, por apresentar um alto risco de ser extinta em um futuro próximo. Espécies nesta categoria possuem área de ocorrência ou de ocupação estimada como menor que 5000 Km<sup>2</sup>; declínio populacional contínuo em função da diminuição do habitat ou perda de qualidade deste. Paralelamente, outras espécies que não constam na listagem de espécies ameaçadas de extinção, são consideradas de interesse para a conservação, como por exemplo o “palmito jussara” (*Euterpe edulis* - PALMAE), uma espécie característica do sub-bosque da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro comumente alvo da extração ilegal para comercialização há várias décadas.

#### 4.4.2.2. Fitossociologia

##### 4.4.2.2.1. Estrutura da Vegetação

A distribuição das classes de diâmetros nos fragmentos indica maior concentração de indivíduos na classe inferior (5 até 10cm), variando de 38% dos indivíduos em PDA 1 a 54% em PDA 4. Nas classes intermediárias (10 à 15cm e 15 à 20cm) se destacam os fragmentos PDA 1, somando 30% de indivíduos nestas duas classes, e PDA 5, com 25% de indivíduos nas mesmas. Nos fragmentos PDA 1, PDA 4 e PDA 7, foi verificada a

presença de adultos com DAP superior a 40cm, já no fragmento PDA 5 a maior árvore medida atingiu 35,6 cm de DAP (figura 4.34).

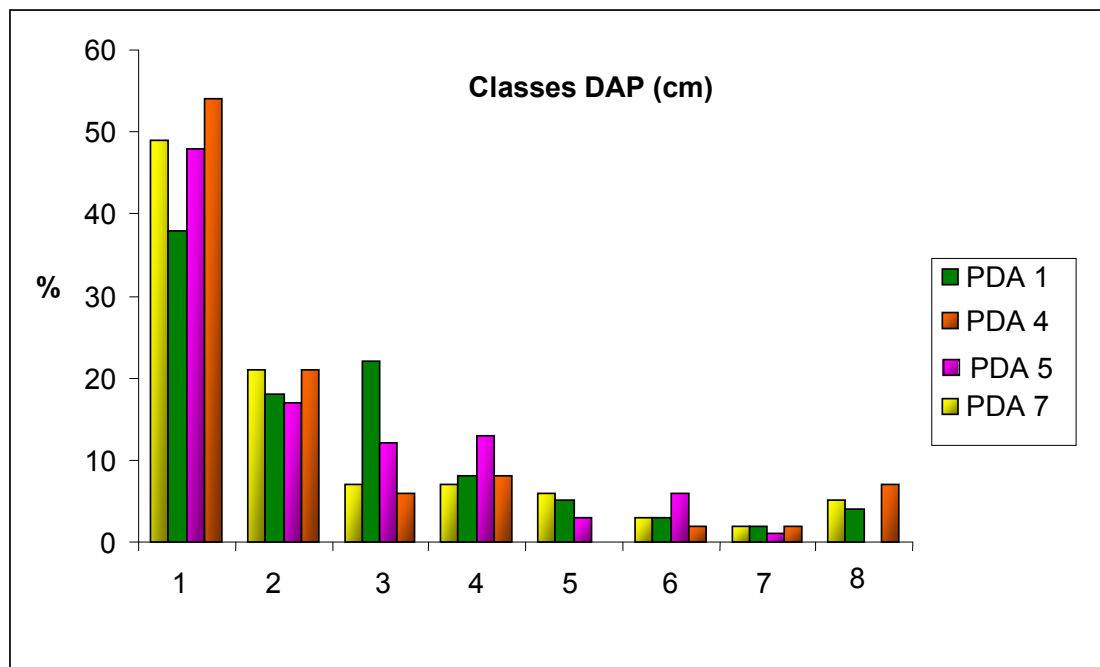


Figura 4.34. Histograma de frequência das classes de diâmetro a altura do peito (DAP em cm) em todos os fragmentos estudados. PDA 1 e PDA 7 (Guapimirim); PDA 4 e PDA 5 (Cachoeiras de Macacu)

\* Tamanhos das classes: 1 – [5 – 10[ ; 2 – [10 – 15[ ; 3 – [15 – 20[ ; 4 – [20 – 25[ ; 5 – [25 – 30[ ; 6 – [30 – 35[ ; 7 – [35 – 40[ ; 8 – > 40cm .

Nas classes de alturas observa-se o destaque para árvores entre 6 e 11 metros em todos os fragmentos amostrados. PDA 7 apresentou a maior porcentagem de indivíduos (52%) nesta classe, enquanto o PDA 5 a menor (37%). Os fragmentos PDA 5 e PDA 4 apresentam uma boa porcentagem de indivíduos na menor classe (1,5 – 6,0 m), 31 e 30% respectivamente, indicando um subbosque representativo nestes fragmentos. No histograma observa-se a presença de poucas árvores emergentes (>21 m), sendo representado por no máximo 6% dos indivíduos em PDA 4. PDA 5 não apresentou árvores emergentes, e a maior árvore amostrada atingiu 16 metros de altura (figura 4.35).

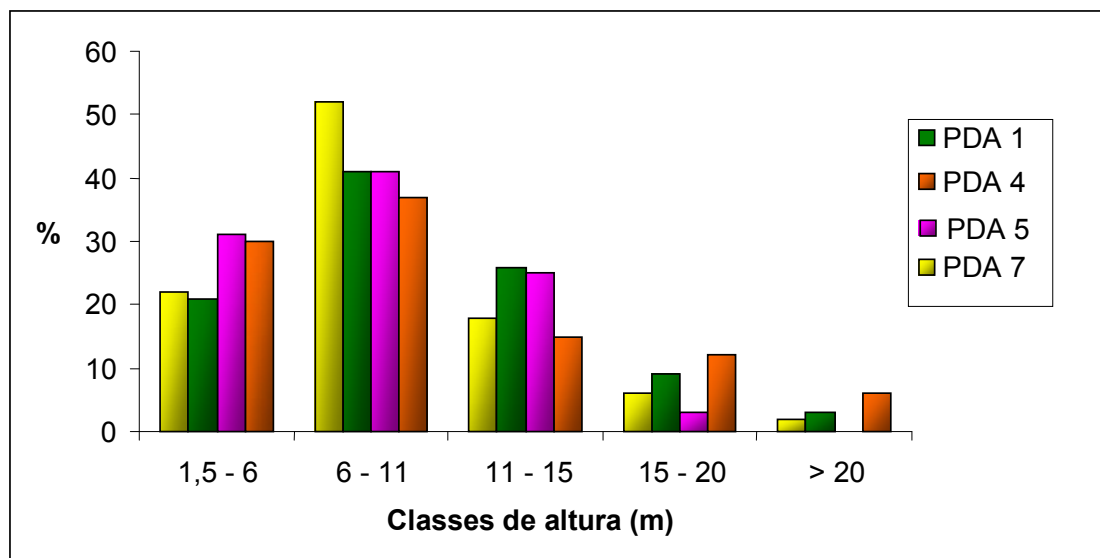


Figura 4.35. Histograma de frequência das classes de altura (m) em todos os fragmentos estudados

PDA 7 apresentou o maior número de indivíduos (121) e PDA 5 o menor (91). Tratando-se do número de espécies, de famílias, e de famílias exclusivas, o fragmento PDA 7 também apresenta os maiores valores, com 72, 27, e 5 respectivamente. O fragmento PDA 5 apresentou o menor número de espécies (41), enquanto PDA 4 o menor número de famílias e de famílias exclusivas, ainda assim, este último apresenta o maior número de espécies exclusivas (46), seguido pelo fragmento PDA 7 (44). Já em PDA 5, o fragmento de menor representatividade, apenas metade (23) do número de espécies exclusivas é observado.

A análise dos índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) apresentou pequena variação, onde o maior valor foi 3,88 em PDA 4, e o menor 3,16 em PDA 5. Os valores de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) obtidos também não apresentaram variação expressiva, com o maior valor também observado em PDA 4 (0,93) e o menor em PDA 5 (0,85; tabela 4.19.).

O fragmento PDA 5 apresentou o maior valor de necromassa ( $0,21 \text{ m}^2$ ) e a menor área basal ( $1,84 \text{ m}^2$ ). Já a menor necromassa ( $0,014 \text{ m}^2$ ) obtida foi nas fazendas PDA 7 e a maior área basal na PDA 4 ( $5,51 \text{ m}^2$ ).

**Tabela 4.19. Sumário de características dos fragmentos estudados**

| Características/ fragmentos          | PDA 1  | PDA 4  | PDA 5  | PDA 7  |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Área amostral (m <sup>2</sup> )      | 750    | 750    | 750    | 750    |
| Número de indivíduos                 | 112    | 101    | 91     | 121    |
| Número de espécies                   | 57     | 65     | 41     | 68     |
| Espécies / morfo-espécies exclusivas | 23     | 46     | 21     | 33     |
| Número de Famílias                   | 29     | 25     | 21     | 28     |
| Famílias exclusivas                  | 4      | 1      | 1      | 4      |
| H'                                   | 3,48   | 3,90   | 3,15   | 3,74   |
| J                                    | 0,86   | 0,94   | 0,85   | 0,89   |
| Densidade (ind/m <sup>2</sup> )      | 0,149  | 0,135  | 0,121  | 0,161  |
| Área Basal (m <sup>2</sup> )         | 3,3219 | 5,5179 | 1,8405 | 3,1769 |
| Necromassa (m <sup>2</sup> )         | 0,033  | 0,025  | 0,21   | 0,014  |
| Diâmetro médio (cm)                  | 15,9   | 16,5   | 14     | 15     |
| Diâmetro máximo (cm)                 | 83,1   | 136,7  | 35,6   | 56     |
| Altura média (m)                     | 10,1   | 10,3   | 8,6    | 9,6    |
| Altura máxima (m)                    | 27     | 30     | 16     | 25,5   |

Analizando a tabela fitossociológica obtida para cada fragmento separadamente, podemos detectar padrões de raridade para a maioria das espécies amostradas, destacando-se a ocorrência de apenas 1 indivíduo para 40 espécies (70%) em PDA 1, 50 espécies (77%) em PDA 4, 29 espécies (70%) em PDA 5 e 54 espécies (78%) em PDA 7.

#### 4.4.2.2.2. Análise fitossociológica por fragmento

##### Fragmento PDA 1:

No fragmento PDA 1 foram encontrados 113 indivíduos no total distribuídos entre 57 espécies (espécies e morfo-espécies) subordinadas a 37 gêneros e 32 famílias em 750m<sup>2</sup>. Destes totais, 91 indivíduos (80%) foram identificados até espécie, 12 até gênero, e 5 até família. Somente 4 indivíduos permaneceram totalmente indeterminados (tabela 4.20.).

As famílias mais ricas em espécies foram EUPHORBIACEAE (7), MYRTACEAE (6), LAURACEAE (6) e LEGUMINOSAE (4). Estas famílias juntas representam aproximadamente 40% das espécies encontradas.

As famílias que contribuíram com o maior número de indivíduos foram: PALMAE (20), SAPINDACEAE (19), EUPHORBIACEAE (12) e LAURACEAE (9). Os 20 indivíduos da família PALMAE são compostos exclusivamente por *Astrocaryum aculeatissimum*, com boa representatividade no subbosque deste fragmento, sendo encontrados nos três transectos amostrados. O elevado número de indivíduos de pequeno porte confere à espécie o maior VI do local (26,547), e contribuição à área basal total do fragmento em torno de 4%, um valor alto quando comparado às demais espécies amostradas. O destaque da família SAPINDACEAE deve-se ao gênero *Cupania*, com 17 indivíduos de *Cupania emarginata* que conferem à espécie o segundo maior VI (26,367), e uma contribuição para a área basal total de 8%, duas vezes mais expressiva do que a espécie de maior VI. EUPHORBIACEAE possui 7 espécies e 9 indivíduos, exceto por

*Senefeldera verticillata* (3 indivíduos), as demais aparecem com apenas 1 indivíduo, o que confere uma alta diversidade de espécies à esta família. LAURACEAE também apresenta uma alta diversidade de espécies, com 6 espécies e 9 indivíduos encontrados.



Figura 4.36. *Astrocarium aculiatissimum* em floração (Iri) e Detalhe da Flor  
Foto: PMA/JBRJ

**Tabela 4.20. Sumário de parâmetros fitossociológicos, ordenados de acordo com VI, calculados para árvores (DAP  $\geq$  5 cm) no fragmento PDA 1. N: número de indivíduos encontrados; U: número de transectos onde a espécie foi encontrada (máximo 3); AB: área basal ocupada pelo(s) indivíduo(s) da espécie; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; DoA: Dominância absoluta; DoR: dominância relativa; VC: valor de cobertura; VC(%): porcentagem relativa ao VC; VI: valor de importância; VI(%): porcentagem relativa ao VI;**

| Nome Científico                                                       | N  | U | AB     | DA      | DR    | FA     | FR   | DoA   | DoR   | VC     | VC (%) | VI     | VI (%) |
|-----------------------------------------------------------------------|----|---|--------|---------|-------|--------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret                     | 20 | 3 | 0,1358 | 266,667 | 17,70 | 100,00 | 4,76 | 1,811 | 4,09  | 21,785 | 10,89  | 26,547 | 8,85   |
| <i>Cupania emarginata</i> Cambess.                                    | 17 | 2 | 0,2709 | 226,667 | 15,04 | 66,67  | 3,17 | 3,612 | 8,15  | 23,192 | 11,60  | 26,367 | 8,79   |
| Indet 4                                                               | 1  | 1 | 0,5423 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 7,231 | 16,31 | 17,197 | 8,60   | 18,785 | 6,26   |
| <i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima         | 1  | 1 | 0,2570 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 3,426 | 7,73  | 8,614  | 4,31   | 10,201 | 3,40   |
| <i>Ocotea</i> sp1.                                                    | 3  | 2 | 0,1194 | 40,000  | 2,65  | 66,67  | 3,17 | 1,592 | 3,59  | 6,246  | 3,12   | 9,421  | 3,14   |
| <i>Andira ormosioides</i> Benth.                                      | 2  | 1 | 0,1973 | 26,667  | 1,77  | 33,33  | 1,59 | 2,630 | 5,93  | 7,703  | 3,85   | 9,290  | 3,10   |
| <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.                               | 2  | 2 | 0,0984 | 26,667  | 1,77  | 66,67  | 3,17 | 1,311 | 2,96  | 4,728  | 2,36   | 7,903  | 2,63   |
| <i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.                     | 4  | 1 | 0,0617 | 53,333  | 3,54  | 33,33  | 1,59 | 0,822 | 1,85  | 5,395  | 2,70   | 6,982  | 2,33   |
| <i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.                                 | 1  | 1 | 0,1353 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 1,803 | 4,07  | 4,953  | 2,48   | 6,541  | 2,18   |
| <i>Miconia lepidota</i> Schrank & Mart. ex DC.                        | 3  | 1 | 0,0589 | 40,000  | 2,65  | 33,33  | 1,59 | 0,785 | 1,77  | 4,426  | 2,21   | 6,014  | 2,00   |
| <i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat                       | 3  | 1 | 0,0519 | 40,000  | 2,65  | 33,33  | 1,59 | 0,691 | 1,56  | 4,215  | 2,11   | 5,802  | 1,93   |
| <i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) R.C. Barneby & J.W. Grimes          | 1  | 1 | 0,1075 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 1,434 | 3,23  | 4,119  | 2,06   | 5,706  | 1,90   |
| <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.                                      | 1  | 1 | 0,1046 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 1,395 | 3,15  | 4,032  | 2,02   | 5,619  | 1,87   |
| <i>Bathysa cuspidata</i> (A.St.Hil.) Hook.f.                          | 3  | 1 | 0,0328 | 40,000  | 2,65  | 33,33  | 1,59 | 0,437 | 0,99  | 3,641  | 1,82   | 5,228  | 1,74   |
| <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) C.Huber                             | 2  | 1 | 0,0567 | 26,667  | 1,77  | 33,33  | 1,59 | 0,757 | 1,71  | 3,477  | 1,74   | 5,064  | 1,69   |
| <i>Licaria bahiana</i> H.Kurz                                         | 2  | 2 | 0,0044 | 26,667  | 1,77  | 66,67  | 3,17 | 0,059 | 0,13  | 1,903  | 0,95   | 5,077  | 1,69   |
| <i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi                  | 2  | 1 | 0,0489 | 26,667  | 1,77  | 33,33  | 1,59 | 0,653 | 1,47  | 3,242  | 1,62   | 4,829  | 1,61   |
| <i>Cupania</i> sp1.                                                   | 1  | 1 | 0,0755 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 1,006 | 2,27  | 3,155  | 1,58   | 4,742  | 1,58   |
| <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz                                 | 1  | 1 | 0,0683 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 0,911 | 2,06  | 2,941  | 1,47   | 4,528  | 1,51   |
| <i>Tabebuia</i> sp1.                                                  | 1  | 1 | 0,0674 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 0,899 | 2,03  | 2,913  | 1,46   | 4,500  | 1,50   |
| <i>Actinostemon verticillatus</i> (Klotzsch) Baill.                   | 1  | 1 | 0,0629 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 0,839 | 1,89  | 2,777  | 1,39   | 4,364  | 1,45   |
| <i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Pierre | 2  | 1 | 0,0315 | 26,667  | 1,77  | 33,33  | 1,59 | 0,419 | 0,95  | 2,716  | 1,36   | 4,303  | 1,43   |
| <i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin                            | 1  | 1 | 0,0594 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 0,792 | 1,79  | 2,671  | 1,34   | 4,259  | 1,42   |
| <i>Ocotea schottii</i> (Meisn.) Mez                                   | 1  | 1 | 0,0594 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 0,792 | 1,79  | 2,671  | 1,34   | 4,259  | 1,42   |
| <i>Eugenia florida</i> DC.                                            | 2  | 1 | 0,0175 | 26,667  | 1,77  | 33,33  | 1,59 | 0,233 | 0,53  | 2,295  | 1,15   | 3,882  | 1,29   |
| <i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.                | 2  | 1 | 0,0168 | 26,667  | 1,77  | 33,33  | 1,59 | 0,224 | 0,51  | 2,275  | 1,14   | 3,862  | 1,29   |
| <i>Cariniana</i> sp1.                                                 | 1  | 1 | 0,0426 | 13,333  | 0,88  | 33,33  | 1,59 | 0,568 | 1,28  | 2,167  | 1,08   | 3,755  | 1,25   |
| <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.                                     | 2  | 1 | 0,0119 | 26,667  | 1,77  | 33,33  | 1,59 | 0,158 | 0,36  | 2,127  | 1,06   | 3,715  | 1,24   |
| Indet 3                                                               | 2  | 1 | 0,0102 | 26,667  | 1,77  | 33,33  | 1,59 | 0,136 | 0,31  | 2,077  | 1,04   | 3,664  | 1,22   |

INSTITUTO BIOATLÂNTICA – 2009

|                                        |     |   |        |          |        |         |        |        |        |         |        |         |        |
|----------------------------------------|-----|---|--------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Alchornea iricurana Casar.             | 1   | 1 | 0,0380 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,507  | 1,14   | 2,028   | 1,01   | 3,616   | 1,21   |
| Byrsonima sp1.                         | 1   | 1 | 0,0363 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,484  | 1,09   | 1,977   | 0,99   | 3,564   | 1,19   |
| Copaifera langsdorffii Desf.           | 1   | 1 | 0,0360 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,480  | 1,08   | 1,967   | 0,98   | 3,554   | 1,18   |
| Ocotea divaricata (Nees) Mez           | 1   | 1 | 0,0350 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,466  | 1,05   | 1,937   | 0,97   | 3,524   | 1,17   |
| Urbanodendron bahiense (Meisn.) Rohwer | 1   | 1 | 0,0327 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,436  | 0,98   | 1,868   | 0,93   | 3,455   | 1,15   |
| Richeria sp1.                          | 1   | 1 | 0,0330 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,440  | 0,99   | 1,878   | 0,94   | 3,465   | 1,15   |
| Cupania furfuracea Radlk.              | 1   | 1 | 0,0281 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,374  | 0,84   | 1,729   | 0,86   | 3,316   | 1,11   |
| Salacia sp1.                           | 1   | 1 | 0,0290 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,386  | 0,87   | 1,756   | 0,88   | 3,343   | 1,11   |
| Eugenia tinguyensis Cambess.           | 1   | 1 | 0,0275 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,366  | 0,83   | 1,711   | 0,86   | 3,298   | 1,10   |
| Euphorbiaceae sp4.                     | 1   | 1 | 0,0254 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,339  | 0,77   | 1,650   | 0,83   | 3,238   | 1,08   |
| Tovomita glazioviana Engl.             | 1   | 1 | 0,0230 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,306  | 0,69   | 1,576   | 0,79   | 3,163   | 1,05   |
| Guatteria pubens (Mart.) R.E.Fr.       | 1   | 1 | 0,0216 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,289  | 0,65   | 1,536   | 0,77   | 3,123   | 1,04   |
| Indeterminada 2                        | 1   | 1 | 0,0201 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,268  | 0,60   | 1,490   | 0,74   | 3,077   | 1,03   |
| Brosimum sp1.                          | 1   | 1 | 0,0204 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,271  | 0,61   | 1,497   | 0,75   | 3,085   | 1,03   |
| Euphorbiaceae sp1.                     | 1   | 1 | 0,0191 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,255  | 0,57   | 1,460   | 0,73   | 3,047   | 1,02   |
| Hortia brasiliensis Vand. ex DC.       | 1   | 1 | 0,0163 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,217  | 0,49   | 1,375   | 0,69   | 2,962   | 0,99   |
| Eugenia sulcata Spring                 | 1   | 1 | 0,0154 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,205  | 0,46   | 1,348   | 0,67   | 2,935   | 0,98   |
| Casearia arborea (Rich.) Urb.          | 1   | 1 | 0,0117 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,156  | 0,35   | 1,237   | 0,62   | 2,824   | 0,94   |
| Vismia ferruginea Kunth                | 1   | 1 | 0,0099 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,131  | 0,30   | 1,181   | 0,59   | 2,769   | 0,92   |
| Bombacaceae sp1.                       | 1   | 1 | 0,0079 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,105  | 0,24   | 1,121   | 0,56   | 2,708   | 0,90   |
| Connarus sp1.                          | 1   | 1 | 0,0065 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,087  | 0,20   | 1,081   | 0,54   | 2,668   | 0,89   |
| Eugenia rostrata O. Berg.              | 1   | 1 | 0,0055 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,074  | 0,17   | 1,052   | 0,53   | 2,639   | 0,88   |
| Mouriri sp1.                           | 1   | 1 | 0,0045 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,060  | 0,14   | 1,021   | 0,51   | 2,609   | 0,87   |
| Eugenia stigmatica DC.                 | 1   | 1 | 0,0038 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,051  | 0,12   | 1,001   | 0,50   | 2,588   | 0,86   |
| Araliaceae sp1.                        | 1   | 1 | 0,0037 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,050  | 0,11   | 0,997   | 0,50   | 2,585   | 0,86   |
| Lauraceae sp1.                         | 1   | 1 | 0,0021 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,028  | 0,06   | 0,949   | 0,47   | 2,536   | 0,85   |
| Indet 5                                | 1   | 1 | 0,0024 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,032  | 0,07   | 0,956   | 0,48   | 2,544   | 0,85   |
| Siparuna guianensis Aubl.              | 1   | 1 | 0,0028 | 13,333   | 0,88   | 33,33   | 1,59   | 0,038  | 0,09   | 0,970   | 0,48   | 2,557   | 0,85   |
|                                        | 113 | 3 | 3,3248 | 1506,667 | 100,00 | 2100,00 | 100,00 | 44,330 | 100,00 | 200,000 | 100,00 | 300,000 | 100,00 |



**Fragmento PDA 4:**

No fragmento PDA 4 foram encontrados 101 indivíduos no total distribuídos entre 65 espécies (espécies e morfo-espécies) subordinadas a 41 gêneros e 28 famílias em 750m<sup>2</sup>. Destes totais, 70 indivíduos (69%) foram identificados até espécie, 12 até gênero, 11 até família e 7 indivíduos permaneceram totalmente indeterminados (tabela 4.21.).

As famílias com maior riqueza de espécies foram LAURACEAE (10), MORACEAE (7), MYRTACEAE (5), ANNONACEAE (5) e LEGUMINOSAE (5). Estas famílias juntas representam aproximadamente 49% das espécies encontradas. LAURACEAE, possui alta diversidade de espécies, com 1 indivíduo amostrado em cada uma das 10 espécies encontradas.

A maior parte das espécies tiveram densidade de apenas 1 indivíduo, inclusive as duas mais importantes. Paralelamente, apenas 4 espécies exibiram densidades iguais ou superiores a 4 indivíduos. Das espécies de maior VI, destacam-se *Cariniana estrelensis* (LECYTHIDACEAE), *Ficus* *sp.* (MORACEAE), *Anaxagorea dolichocarpa* (ANNONACEAE), *Astrocaryum aculeatissimum* (PALMAE), *Erioteca* *sp.* (BOMBACACEAE), e *Cabrlea canjerana* (MELIACEAE). As grandes áreas basais dos dois primeiros indivíduos permitem que estes, mesmo em baixas densidades (apenas 1 indivíduo) possuam valores altos de DoR, superando inclusive a espécie *Anaxagorea dolichocarpa*, que apresentou a densidade mais alta do fragmento (11 indivíduos), porém, com pouca contribuição para a AB total devido aos pequenos diâmetros de seus indivíduos.

**Tabela 4.21. Sumário de parâmetros fitossociológicos, ordenados de acordo com VI, calculados para árvores (DAP  $\geq$  5 cm) no fragmento PDA 4. N: número de indivíduos encontrados; U: número de transectos onde a espécie foi encontrada (máximo 3); AB: área basal ocupada pelo(s) indivíduo(s) da espécie; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; DoA: Dominância absoluta; DoR: dominância relativa; VC: valor de cobertura; VC(%): porcentagem relativa ao VC; VI: valor de importância; VI(%): porcentagem relativa ao VI;**

| Nome Científico                                        | N  | U | AB     | DA      | DR    | FA     | FR   | DoA    | DoR   | VC     | VC (%) | VI     | VI (%) |
|--------------------------------------------------------|----|---|--------|---------|-------|--------|------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze                  | 1  | 1 | 1,4676 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 19,568 | 26,60 | 27,588 | 13,79  | 28,939 | 9,65   |
| Ficus sp1.                                             | 1  | 1 | 1,3273 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 17,697 | 24,05 | 25,044 | 12,52  | 26,396 | 8,80   |
| Anaxagorea dolichocarpa Sprague & Sandwith             | 11 | 2 | 0,0751 | 146,667 | 10,89 | 66,67  | 2,70 | 1,002  | 1,36  | 12,253 | 6,13   | 14,956 | 4,99   |
| Guarea guidonea (L.) Sleumer                           | 2  | 2 | 0,5013 | 26,667  | 1,98  | 66,67  | 2,70 | 6,684  | 9,09  | 11,066 | 5,53   | 13,768 | 4,59   |
| Astrocaryum aculeatissimum (Schott) Burret             | 7  | 3 | 0,0511 | 93,333  | 6,93  | 100,00 | 4,05 | 0,681  | 0,93  | 7,857  | 3,93   | 11,911 | 3,97   |
| Erioteca sp1.                                          | 1  | 1 | 0,4570 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 6,093  | 8,28  | 9,272  | 4,64   | 10,623 | 3,54   |
| Euterpe edulis Mart.                                   | 4  | 2 | 0,0188 | 53,333  | 3,96  | 66,67  | 2,70 | 0,250  | 0,34  | 4,300  | 2,15   | 7,003  | 2,33   |
| Sarcaulus brasiliensis (A. DC.) Eyma                   | 4  | 1 | 0,0672 | 53,333  | 3,96  | 33,33  | 1,35 | 0,895  | 1,22  | 5,177  | 2,59   | 6,529  | 2,18   |
| Cabralea canjerana (Vell.) Mart.                       | 2  | 2 | 0,0787 | 26,667  | 1,98  | 66,67  | 2,70 | 1,049  | 1,43  | 3,406  | 1,70   | 6,109  | 2,04   |
| Indeterminada 1                                        | 1  | 1 | 0,2035 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 2,713  | 3,69  | 4,678  | 2,34   | 6,029  | 2,01   |
| Bathysa sp2.                                           | 3  | 2 | 0,0137 | 40,000  | 2,97  | 66,67  | 2,70 | 0,182  | 0,25  | 3,218  | 1,61   | 5,921  | 1,97   |
| Moraceae sp1.                                          | 1  | 1 | 0,1909 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 2,545  | 3,46  | 4,449  | 2,22   | 5,801  | 1,93   |
| Xylopia sericea A.St.-Hil.                             | 2  | 2 | 0,0394 | 26,667  | 1,98  | 66,67  | 2,70 | 0,525  | 0,71  | 2,694  | 1,35   | 5,396  | 1,80   |
| Helicostylis tomentosa (P. & E.) Rusby                 | 2  | 2 | 0,0136 | 26,667  | 1,98  | 66,67  | 2,70 | 0,181  | 0,25  | 2,227  | 1,11   | 4,929  | 1,64   |
| Actinostemon verticillatus (Klotzsch) Baill.           | 3  | 1 | 0,0190 | 40,000  | 2,97  | 33,33  | 1,35 | 0,253  | 0,34  | 3,315  | 1,66   | 4,666  | 1,56   |
| Rubiaceae sp2.                                         | 3  | 1 | 0,0200 | 40,000  | 2,97  | 33,33  | 1,35 | 0,266  | 0,36  | 3,332  | 1,67   | 4,684  | 1,56   |
| Pseudopiptadenia contorta (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima | 1  | 1 | 0,1225 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 1,634  | 2,22  | 3,211  | 1,61   | 4,562  | 1,52   |
| Ecclinusa ramiflora Mart.                              | 2  | 1 | 0,0480 | 26,667  | 1,98  | 33,33  | 1,35 | 0,640  | 0,87  | 2,851  | 1,43   | 4,202  | 1,40   |
| Lauraceae sp2.                                         | 1  | 1 | 0,0968 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 1,290  | 1,75  | 2,744  | 1,37   | 4,095  | 1,37   |
| Verbenaceae sp1.                                       | 1  | 1 | 0,0946 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 1,261  | 1,71  | 2,704  | 1,35   | 4,055  | 1,35   |
| Indet 7                                                | 2  | 1 | 0,0213 | 26,667  | 1,98  | 33,33  | 1,35 | 0,284  | 0,39  | 2,366  | 1,18   | 3,717  | 1,24   |
| Mollinedia glabra (Spreng.) Perkins                    | 2  | 1 | 0,0125 | 26,667  | 1,98  | 33,33  | 1,35 | 0,167  | 0,23  | 2,207  | 1,10   | 3,558  | 1,19   |
| Lecythis lanceolata Poir.                              | 2  | 1 | 0,0111 | 26,667  | 1,98  | 33,33  | 1,35 | 0,148  | 0,20  | 2,182  | 1,09   | 3,533  | 1,18   |
| Lauraceae sp3.                                         | 1  | 1 | 0,0434 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 0,578  | 0,79  | 1,776  | 0,89   | 3,127  | 1,04   |
| Rollinea cf. emarginata                                | 1  | 1 | 0,0408 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 0,544  | 0,74  | 1,730  | 0,86   | 3,081  | 1,03   |
| Unonopsis aff. stipitata                               | 1  | 1 | 0,0370 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 0,493  | 0,67  | 1,660  | 0,83   | 3,012  | 1,00   |
| Indet. 11                                              | 1  | 1 | 0,0330 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 0,440  | 0,60  | 1,588  | 0,79   | 2,940  | 0,98   |
| Rinorea guianensis Aubl.                               | 1  | 1 | 0,0331 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 0,441  | 0,60  | 1,590  | 0,80   | 2,941  | 0,98   |
| Nectandra membranacea (Sw.) Griseb.                    | 1  | 1 | 0,0299 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 0,398  | 0,54  | 1,531  | 0,77   | 2,883  | 0,96   |
| Bauhinia forficata Link                                | 1  | 1 | 0,0278 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 0,370  | 0,50  | 1,493  | 0,75   | 2,845  | 0,95   |
| Urbanodendron bahiense (Meisn.) Rohwer                 | 1  | 1 | 0,0216 | 13,333  | 0,99  | 33,33  | 1,35 | 0,289  | 0,39  | 1,382  | 0,69   | 2,734  | 0,91   |

## INSTITUTO BIOATLÂNTICA – 2009

|                                            |     |   |        |          |        |         |        |        |        |         |        |         |        |
|--------------------------------------------|-----|---|--------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Brosimum sp1.                              | 1   | 1 | 0,0210 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,280  | 0,38   | 1,370   | 0,69   | 2,721   | 0,91   |
| Pouteria sp1.                              | 1   | 1 | 0,0201 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,268  | 0,36   | 1,354   | 0,68   | 2,706   | 0,90   |
| Piptadenia paniculata Benth                | 1   | 1 | 0,0206 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,275  | 0,37   | 1,364   | 0,68   | 2,715   | 0,90   |
| Guapira opposita (Vell.) Reitz             | 1   | 1 | 0,0165 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,220  | 0,30   | 1,289   | 0,64   | 2,641   | 0,88   |
| Indet. 13                                  | 1   | 1 | 0,0165 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,220  | 0,30   | 1,289   | 0,64   | 2,641   | 0,88   |
| Mabea fistulifera Mart.                    | 1   | 1 | 0,0147 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,197  | 0,27   | 1,257   | 0,63   | 2,609   | 0,87   |
| Peltogyne pauciflora Benth.                | 1   | 1 | 0,0141 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,188  | 0,26   | 1,246   | 0,62   | 2,597   | 0,87   |
| Hieronyma alchorneoides Allemão            | 1   | 1 | 0,0150 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,199  | 0,27   | 1,261   | 0,63   | 2,613   | 0,87   |
| Siparuna guianensis Aubl.                  | 1   | 1 | 0,0155 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,207  | 0,28   | 1,271   | 0,64   | 2,622   | 0,87   |
| Guatteria candolleana Schldt.              | 1   | 1 | 0,0125 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,166  | 0,23   | 1,216   | 0,61   | 2,567   | 0,86   |
| Indet. 9                                   | 1   | 1 | 0,0092 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,122  | 0,17   | 1,156   | 0,58   | 2,507   | 0,84   |
| Ocotea sp1.                                | 1   | 1 | 0,0079 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,105  | 0,14   | 1,132   | 0,57   | 2,484   | 0,83   |
| Sorocea guilleminiana Gaudich.             | 1   | 1 | 0,0088 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,118  | 0,16   | 1,150   | 0,58   | 2,501   | 0,83   |
| Zollernia glabra (Spreng.) Yakovlev        | 1   | 1 | 0,0082 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,109  | 0,15   | 1,138   | 0,57   | 2,490   | 0,83   |
| Licaria sp1.                               | 1   | 1 | 0,0077 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,103  | 0,14   | 1,130   | 0,56   | 2,481   | 0,83   |
| Eugenia sp3.                               | 1   | 1 | 0,0082 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,109  | 0,15   | 1,138   | 0,57   | 2,490   | 0,83   |
| Eugenia tinguyensis Cambess.               | 1   | 1 | 0,0058 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,077  | 0,11   | 1,095   | 0,55   | 2,447   | 0,82   |
| Indet. 12                                  | 1   | 1 | 0,0065 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,087  | 0,12   | 1,108   | 0,55   | 2,459   | 0,82   |
| Myrtaceae sp1.                             | 1   | 1 | 0,0065 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,087  | 0,12   | 1,108   | 0,55   | 2,459   | 0,82   |
| Cryptocarya moschata Nees et Mart. ex Nees | 1   | 1 | 0,0071 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,095  | 0,13   | 1,119   | 0,56   | 2,470   | 0,82   |
| Ocotea glaziovii Mez                       | 1   | 1 | 0,0069 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,093  | 0,13   | 1,116   | 0,56   | 2,467   | 0,82   |
| Indet. 10                                  | 1   | 1 | 0,0050 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,067  | 0,09   | 1,081   | 0,54   | 2,433   | 0,81   |
| Nectandra oppositifolia Nees & Mart.       | 1   | 1 | 0,0044 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,059  | 0,08   | 1,070   | 0,54   | 2,422   | 0,81   |
| Eugenia rostrata O. Berg.                  | 1   | 1 | 0,0057 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,076  | 0,10   | 1,093   | 0,55   | 2,444   | 0,81   |
| Mollinedia uleana Perkins                  | 1   | 1 | 0,0048 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,064  | 0,09   | 1,077   | 0,54   | 2,428   | 0,81   |
| Moraceae sp2.                              | 1   | 1 | 0,0054 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,072  | 0,10   | 1,088   | 0,54   | 2,440   | 0,81   |
| Tabernamontana sp1.                        | 1   | 1 | 0,0031 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,042  | 0,06   | 1,047   | 0,52   | 2,398   | 0,80   |
| Maytenus communis Reissek                  | 1   | 1 | 0,0033 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,044  | 0,06   | 1,050   | 0,53   | 2,402   | 0,80   |
| Eugenia cf. microcarpa                     | 1   | 1 | 0,0040 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,053  | 0,07   | 1,062   | 0,53   | 2,413   | 0,80   |
| Sorocea sp.                                | 1   | 1 | 0,0031 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,042  | 0,06   | 1,047   | 0,52   | 2,398   | 0,80   |
| Samambaia-açu                              | 1   | 1 | 0,0038 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,051  | 0,07   | 1,060   | 0,53   | 2,411   | 0,80   |
| Maytenus cestriifolia Reissek              | 1   | 1 | 0,0027 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,036  | 0,05   | 1,040   | 0,52   | 2,391   | 0,80   |
| Ocotea diospyrifolia (Meisn.) Mez          | 1   | 1 | 0,0038 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,051  | 0,07   | 1,060   | 0,53   | 2,411   | 0,80   |
| Euphorbiaceae sp3.                         | 1   | 1 | 0,0020 | 13,333   | 0,99   | 33,33   | 1,35   | 0,027  | 0,04   | 1,027   | 0,51   | 2,378   | 0,79   |
|                                            | 101 | 3 | 5,5179 | 1346,667 | 100,00 | 2466,67 | 100,00 | 73,572 | 100,00 | 200,000 | 100,00 | 300,000 | 100,00 |

**Fragmento PDA 5:**

No fragmento PDA 5 foram encontrados 91 indivíduos no total distribuídos entre 41 espécies (espécies e morfo-espécies) subordinadas a 30 gêneros e 24 famílias em 750m<sup>2</sup>. Destes totais, 81 indivíduos (89%) foram identificados até espécie, 2 até gênero, e 2 até família. Somente 4 indivíduos permaneceram totalmente indeterminados, destes últimos, 2 estavam sem folhas e não foram coletados para posterior identificação. As famílias mais representativas foram LAURACEAE, com 24 indivíduos (26%); PALMAE (10 ind. - 11%), MELASTOMATACEAE (7 ind.). Estas totalizam 45% do número de indivíduos (tabela 4.22.).

As famílias com maior riqueza de espécies foram LAURACEAE, LEGUMINOSAE, MYRTACEAE e SAPINDACEAE, cada uma destas com 4 representantes. Estas famílias juntas representam aproximadamente 39% das espécies encontradas.

A importância da família Lauraceae está relacionada a presença de quatro espécies, sendo *Ocotea longifolia* a espécie com maior VI no fragmento devido a elevada, área basal, densidade, dominância, e valor de cobertura, na amostra. Outra família que se destaca neste fragmento é BIGNONIACEAE a presença de três espécies na amostragem, dentre as quais *Sparattosperma leucanthum* (cinco-folhas) é a terceira espécie com maior valor de VI, em função da frequência de 100% na amostra, e o segundo maior valor de dominância na amostragem.

As famílias PALMAE e LECYTHIDACEAE são consideradas importantes em função de uma única espécie registrada na amostragem. Respectivamente *Astrocaryum aculeatissimum*, o Iri, e *Lecythis pisonis*, a sapucaia, aparecem em segundo e quinto lugares na tabela fitossociológica, ocupam esta posição em função dos valores de densidade e cobertura (tabela 4.22.).

Observando-se a ordenação das espécies em ordem decrescente de VI, nota-se uma grande dominância de *Ocotea longifolia* (Lauraceae) em relação às demais. *Astrocaryum aculeatissimum* (Palmae), a segunda espécie de maior VI, contribui pouco para a AB da comunidade do fragmento. *Ocotea longifolia* representa uma nova ocorrência para o Estado do Rio de Janeiro, uma vez que a espécie havia sido coletada nas Regiões Norte, Nordeste e no Sudeste do Brasil apenas no Estado do Espírito Santo.

**Tabela 4.22. Sumário de parâmetros fitossociológicos, ordenados de acordo com VI, calculados para árvores (DAP ≥ 5 cm) no fragmento PDA 5. N: número de indivíduos encontrados; U: número de transectos onde a espécie foi encontrada (máximo 3); AB: área basal ocupada pelo(s) indivíduo(s) da espécie; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; DoA: Dominância absoluta; DoR: dominância relativa; VC: valor de cobertura; VC(%): porcentagem relativa ao VC; VI: valor de importância; VI(%): porcentagem relativa ao VI;**

|                                                        |    |   |        |          |        |         |        |        |        |         |        |         |        |
|--------------------------------------------------------|----|---|--------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Cupania oblongifolia Mart.                             | 1  | 1 | 0,0037 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,050  | 0,20   | 1,302   | 0,65   | 3,476   | 1,16   |
| Sem folhas 2                                           | 1  | 1 | 0,0040 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,053  | 0,22   | 1,314   | 0,66   | 3,488   | 1,16   |
| Cupania emarginata Cambess.                            | 1  | 1 | 0,0034 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,046  | 0,19   | 1,286   | 0,64   | 3,460   | 1,15   |
| Pseudopiptadenia contorta (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima | 1  | 1 | 0,0030 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,040  | 0,16   | 1,263   | 0,63   | 3,437   | 1,15   |
| Cybastax antisiphilitica (Mart.) Mart.                 | 1  | 1 | 0,0028 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,038  | 0,15   | 1,253   | 0,63   | 3,426   | 1,14   |
| Indet 6                                                | 1  | 1 | 0,0022 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,029  | 0,12   | 1,219   | 0,61   | 3,393   | 1,13   |
| Senna multijuga ( Rich) I & B                          | 1  | 1 | 0,0020 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,026  | 0,11   | 1,206   | 0,60   | 3,379   | 1,13   |
| Malouetia arborea (Vell.) Miers                        | 1  | 1 | 0,0024 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,032  | 0,13   | 1,228   | 0,61   | 3,402   | 1,13   |
|                                                        | 91 | 3 | 1,8405 | 1213,333 | 100,00 | 1533,33 | 100,00 | 24,540 | 100,00 | 200,000 | 100,00 | 300,000 | 100,00 |
| Myrcia splendens (Sw.) DC.                             | 2  | 2 | 0,0191 | 26,667   | 2,20   | 66,67   | 4,35   | 0,255  | 1,04   | 3,235   | 1,62   | 7,583   | 2,53   |
| Tapirira guianenses Aubl.                              | 1  | 1 | 0,0784 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 1,046  | 4,26   | 5,360   | 2,68   | 7,534   | 2,51   |
| Cordia sellowiana Cham.                                | 1  | 1 | 0,0765 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 1,021  | 4,16   | 5,258   | 2,63   | 7,432   | 2,48   |
| Siparuna guianensis Aubl.                              | 3  | 1 | 0,0224 | 40,000   | 3,30   | 33,33   | 2,17   | 0,298  | 1,21   | 4,511   | 2,26   | 6,685   | 2,23   |
| Guapira opposita (Vell.) Reitz                         | 2  | 1 | 0,0410 | 26,667   | 2,20   | 33,33   | 2,17   | 0,546  | 2,23   | 4,424   | 2,21   | 6,598   | 2,20   |
| Eugenia florida DC.                                    | 1  | 1 | 0,0578 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,771  | 3,14   | 4,240   | 2,12   | 6,414   | 2,14   |
| Tibouchina granulosa (Desr.) Cogn.                     | 2  | 1 | 0,0282 | 26,667   | 2,20   | 33,33   | 2,17   | 0,376  | 1,53   | 3,730   | 1,86   | 5,904   | 1,97   |
| Eugenia sp1.                                           | 1  | 1 | 0,0429 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,572  | 2,33   | 3,429   | 1,71   | 5,603   | 1,87   |
| Cupania furfuracea Radlk.                              | 2  | 1 | 0,0217 | 26,667   | 2,20   | 33,33   | 2,17   | 0,289  | 1,18   | 3,374   | 1,69   | 5,548   | 1,85   |
| Machaerium brasiliense Vogel                           | 1  | 1 | 0,0399 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,532  | 2,17   | 3,267   | 1,63   | 5,441   | 1,81   |
| Jacaranda sp1.                                         | 1  | 1 | 0,0351 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,468  | 1,91   | 3,004   | 1,50   | 5,178   | 1,73   |
| Eugenia sulcata Spring                                 | 1  | 1 | 0,0244 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,326  | 1,33   | 2,427   | 1,21   | 4,601   | 1,53   |
| Nectandra oppositifolia Nees & Mart.                   | 1  | 1 | 0,0238 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,317  | 1,29   | 2,391   | 1,20   | 4,565   | 1,52   |
| Solanum argenteum Dunal                                | 1  | 1 | 0,0222 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,296  | 1,20   | 2,303   | 1,15   | 4,477   | 1,49   |
| Alchornea iricurana Casar.                             | 1  | 1 | 0,0158 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,211  | 0,86   | 1,959   | 0,98   | 4,133   | 1,38   |
| Solanaceae sp1.                                        | 1  | 1 | 0,0158 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,211  | 0,86   | 1,959   | 0,98   | 4,133   | 1,38   |
| Indet 1                                                | 1  | 1 | 0,0152 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,202  | 0,82   | 1,923   | 0,96   | 4,097   | 1,37   |
| Nectandra puberula (Schott) Nees                       | 1  | 1 | 0,0097 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,129  | 0,53   | 1,625   | 0,81   | 3,799   | 1,27   |
| Duguetia pohliana Mart.                                | 1  | 1 | 0,0080 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,107  | 0,44   | 1,534   | 0,77   | 3,708   | 1,24   |
| Casearia aff. sylvestris                               | 1  | 1 | 0,0061 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,081  | 0,33   | 1,429   | 0,71   | 3,603   | 1,20   |
| Xylopia sericea A.St.-Hil.                             | 1  | 1 | 0,0053 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,070  | 0,29   | 1,386   | 0,69   | 3,560   | 1,19   |
| Aparisthium cordatum (Juss.) Baill.                    | 1  | 1 | 0,0057 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,076  | 0,31   | 1,407   | 0,70   | 3,581   | 1,19   |
| Sem folhas 1                                           | 1  | 1 | 0,0052 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,070  | 0,28   | 1,382   | 0,69   | 3,556   | 1,19   |
| Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macbr.                  | 1  | 1 | 0,0050 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,067  | 0,27   | 1,372   | 0,69   | 3,546   | 1,18   |
| Cinnamomum triplinerve (Ruiz & Pav.) Kosterm.          | 1  | 1 | 0,0045 | 13,333   | 1,10   | 33,33   | 2,17   | 0,060  | 0,25   | 1,345   | 0,67   | 3,519   | 1,17   |

### **Fragmento PDA 7**

No fragmento PDA 7 foram encontrados 121 indivíduos no total distribuídos entre 69 espécies (espécies e morfo-espécies) subordinadas a 43 gêneros e 31 famílias em 750m<sup>2</sup>. Destes totais, 89 indivíduos (73%) foram identificados até espécie, 17 até gênero, e 10 até família. Somente 2 indivíduos permaneceram totalmente indeterminados (tabela 4.23.).

As famílias mais ricas em espécies foram MYRTACEAE (10), LAURACEAE (8), EUPHORBIACEAE (7) e MORACEAE (4). Estas famílias juntas representam aproximadamente 42% das espécies encontradas.

A importância da família EUPHORBIACEAE está relacionada principalmente a *Senefeldera verticillata*, que apresentou a maior densidade no fragmento, com 23 indivíduos. Outra espécie importante desta família é *Mabea fistulifera*, a segunda espécie com maior VI no fragmento.

A importância das famílias MYRTACEAE e LAURACEAE está relacionada ao elevado número de espécies encontradas, uma vez que cada espécie apresenta baixo valor de importância no fragmento.

Observando-se a ordenação das espécies em ordem decrescente de VI, a partir da vigésima, praticamente todas (exceto 2) tiveram densidade de apenas 1 indivíduo. Paralelamente, apenas 4 espécies exibiram densidades iguais ou superiores a 4 indivíduos, representando 51% dos indivíduos amostrados. Destas, destacam-se *Senefeldera verticillata* (Euphorbiaceae), *Helicostylis tomentosa* (Moraceae), *Cecropia hololeuca* (Moraceae) e *Casearia arborea* (Flacourtiaceae). *Senefeldera verticillata* encontra-se amplamente distribuída pelo fragmento e *Cecropia hololeuca* é considerada uma espécie pioneira, típica de locais que sofreram algum distúrbio, seja este natural ou antropogênico.

**Tabela 4.23. Sumário de parâmetros fitossociológicos, ordenados de acordo com VI, calculados para árvores (DAP  $\geq$  5 cm) no fragmento PDA 7 em Guapimirim – RJ. N: número de indivíduos encontrados; U: número de transectos onde a espécie foi encontrada (máximo 3); AB: área basal ocupada pelo(s) indivíduo(s) da espécie; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; DoA: Dominância absoluta; DoR: dominância relativa; VC: valor de cobertura; VC(%): porcentagem relativa ao VC; VI: valor de importância; VI(%): porcentagem relativa ao VI;**

| Nome Científico                                    | N  | U | AB     | DA      | DR    | FA     | FR   | DoA   | DoR   | VC     | VC (%) | VI     | VI (%) |
|----------------------------------------------------|----|---|--------|---------|-------|--------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat    | 23 | 3 | 0,3032 | 306,667 | 19,01 | 100,00 | 3,70 | 4,043 | 9,55  | 28,553 | 14,28  | 32,257 | 10,75  |
| <i>Mabea fistulifera</i> Mart.                     | 3  | 1 | 0,3494 | 40,000  | 2,48  | 33,33  | 1,23 | 4,659 | 11,00 | 13,478 | 6,74   | 14,713 | 4,90   |
| <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.            | 2  | 2 | 0,1883 | 26,667  | 1,65  | 66,67  | 2,47 | 2,510 | 5,93  | 7,580  | 3,79   | 10,049 | 3,35   |
| <i>Richeria grandis</i> ou <i>australis</i>        | 1  | 1 | 0,2463 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 3,284 | 7,75  | 8,579  | 4,29   | 9,814  | 3,27   |
| <i>Helicostylis tomentosa</i> (P. & E.) Rusby      | 7  | 2 | 0,0375 | 93,333  | 5,79  | 66,67  | 2,47 | 0,500 | 1,18  | 6,965  | 3,48   | 9,435  | 3,14   |
| <i>Cecropia hololeuca</i> Miq.                     | 4  | 1 | 0,1420 | 53,333  | 3,31  | 33,33  | 1,23 | 1,893 | 4,47  | 7,775  | 3,89   | 9,009  | 3,00   |
| <i>Tetraplandra</i> sp1.                           | 4  | 2 | 0,0484 | 53,333  | 3,31  | 66,67  | 2,47 | 0,645 | 1,52  | 4,829  | 2,41   | 7,298  | 2,43   |
| <i>Cupania</i> aff. <i>tenuivalvis</i>             | 3  | 2 | 0,0706 | 40,000  | 2,48  | 66,67  | 2,47 | 0,942 | 2,22  | 4,702  | 2,35   | 7,172  | 2,39   |
| <i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.  | 3  | 3 | 0,0195 | 40,000  | 2,48  | 100,00 | 3,70 | 0,261 | 0,62  | 3,095  | 1,55   | 6,798  | 2,27   |
| <i>Tachigali pilgeriana</i> (Harms) Oliveira-Filho | 1  | 1 | 0,1472 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 1,963 | 4,63  | 5,461  | 2,73   | 6,696  | 2,23   |
| <i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.               | 4  | 2 | 0,0218 | 53,333  | 3,31  | 66,67  | 2,47 | 0,290 | 0,69  | 3,991  | 2,00   | 6,460  | 2,15   |
| <i>Campomanesia canthocarpa</i> Bug.               | 1  | 1 | 0,1353 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 1,803 | 4,26  | 5,084  | 2,54   | 6,319  | 2,11   |
| <i>Licaria</i> sp1.                                | 1  | 1 | 0,1333 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 1,778 | 4,20  | 5,023  | 2,51   | 6,257  | 2,09   |
| <i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.              | 1  | 1 | 0,1182 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 1,576 | 3,72  | 4,548  | 2,27   | 5,783  | 1,93   |
| <i>Coccoloba</i> sp1.                              | 3  | 2 | 0,0118 | 40,000  | 2,48  | 66,67  | 2,47 | 0,158 | 0,37  | 2,852  | 1,43   | 5,321  | 1,77   |
| <i>Licaria</i> aff. <i>bahiana</i>                 | 2  | 2 | 0,0213 | 26,667  | 1,65  | 66,67  | 2,47 | 0,284 | 0,67  | 2,323  | 1,16   | 4,792  | 1,60   |
| <i>Neomitranthes</i> aff. <i>glomerata</i>         | 2  | 2 | 0,0126 | 26,667  | 1,65  | 66,67  | 2,47 | 0,168 | 0,40  | 2,049  | 1,02   | 4,518  | 1,51   |
| Indet 2                                            | 1  | 1 | 0,0769 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 1,026 | 2,42  | 3,248  | 1,62   | 4,483  | 1,49   |
| Lauraceae sp1.                                     | 1  | 1 | 0,0735 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,981 | 2,31  | 3,141  | 1,57   | 4,376  | 1,46   |
| <i>Eugenia</i> cf. <i>curvatopetiolata</i>         | 2  | 2 | 0,0075 | 26,667  | 1,65  | 66,67  | 2,47 | 0,099 | 0,23  | 1,887  | 0,94   | 4,357  | 1,45   |
| Euphorbiaceae sp1.                                 | 3  | 1 | 0,0187 | 40,000  | 2,48  | 33,33  | 1,23 | 0,250 | 0,59  | 3,069  | 1,53   | 4,304  | 1,43   |
| <i>Urbanodendron bahiense</i> (Meisn.) Rohwer      | 1  | 1 | 0,0707 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,942 | 2,22  | 3,051  | 1,53   | 4,286  | 1,43   |
| <i>Tabebuia</i> sp1.                               | 1  | 1 | 0,0647 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,863 | 2,04  | 2,863  | 1,43   | 4,097  | 1,37   |
| <i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.                   | 2  | 1 | 0,0348 | 26,667  | 1,65  | 33,33  | 1,23 | 0,465 | 1,10  | 2,750  | 1,37   | 3,984  | 1,33   |
| <i>Ocotea</i> sp1.                                 | 1  | 1 | 0,0573 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,763 | 1,80  | 2,629  | 1,31   | 3,863  | 1,29   |
| <i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.                  | 1  | 1 | 0,0560 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,747 | 1,76  | 2,589  | 1,29   | 3,823  | 1,27   |
| <i>Ocotea schottii</i> (Meisn.) Mez                | 1  | 1 | 0,0560 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,747 | 1,76  | 2,589  | 1,29   | 3,823  | 1,27   |
| <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) C.Huber          | 1  | 1 | 0,0515 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,686 | 1,62  | 2,447  | 1,22   | 3,681  | 1,23   |
| <i>Aparisthium cordatum</i> (Juss.) Baill.         | 1  | 1 | 0,0483 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,644 | 1,52  | 2,347  | 1,17   | 3,581  | 1,19   |
| <i>Eugenia</i> sp2.                                | 2  | 1 | 0,0221 | 26,667  | 1,65  | 33,33  | 1,23 | 0,294 | 0,70  | 2,348  | 1,17   | 3,583  | 1,19   |
| <i>Byrsonima</i> sp1.                              | 1  | 1 | 0,0471 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,629 | 1,48  | 2,310  | 1,16   | 3,545  | 1,18   |
| <i>Maytenus communis</i> Reissek                   | 1  | 1 | 0,0471 | 13,333  | 0,83  | 33,33  | 1,23 | 0,629 | 1,48  | 2,310  | 1,16   | 3,545  | 1,18   |

## INSTITUTO BIOATLÂNTICA – 2009

|                                               |     |   |        |          |        |         |        |        |        |         |        |         |        |
|-----------------------------------------------|-----|---|--------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| Rinorea guianensis Aubl.                      | 1   | 1 | 0,0452 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,603  | 1,42   | 2,250   | 1,13   | 3,485   | 1,16   |
| Sapotaceae sp2.                               | 1   | 1 | 0,0412 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,549  | 1,30   | 2,123   | 1,06   | 3,357   | 1,12   |
| Neomitranthes sp1.                            | 1   | 1 | 0,0353 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,471  | 1,11   | 1,938   | 0,97   | 3,172   | 1,06   |
| Himatanthus bracteatus (A.DC.) Woodson        | 1   | 1 | 0,0324 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,432  | 1,02   | 1,845   | 0,92   | 3,080   | 1,03   |
| DicapetaSapot                                 | 1   | 1 | 0,0172 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,229  | 0,54   | 1,368   | 0,68   | 2,603   | 0,87   |
| Sapotaceae sp1.                               | 1   | 1 | 0,0167 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,223  | 0,53   | 1,353   | 0,68   | 2,588   | 0,86   |
| Sorocea guilleminiana Gaudich.                | 1   | 1 | 0,0161 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,214  | 0,51   | 1,332   | 0,67   | 2,567   | 0,86   |
| Ocotea dispersa (Nees) Mez                    | 1   | 1 | 0,0165 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,220  | 0,52   | 1,346   | 0,67   | 2,581   | 0,86   |
| Cupania furfuracea Radlk.                     | 1   | 1 | 0,0143 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,191  | 0,45   | 1,277   | 0,64   | 2,512   | 0,84   |
| Sapotaceae sp10.                              | 1   | 1 | 0,0143 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,191  | 0,45   | 1,277   | 0,64   | 2,512   | 0,84   |
| Miconia lepidota Schrank & Mart. ex DC.       | 1   | 1 | 0,0137 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,182  | 0,43   | 1,257   | 0,63   | 2,492   | 0,83   |
| Guarea guidonea (L.) Sleumer                  | 1   | 1 | 0,0135 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,180  | 0,43   | 1,252   | 0,63   | 2,487   | 0,83   |
| Albizia polycephala (Benth.) Barneby & Grimes | 1   | 1 | 0,0129 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,172  | 0,41   | 1,231   | 0,62   | 2,466   | 0,82   |
| Indet 1                                       | 1   | 1 | 0,0119 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,158  | 0,37   | 1,200   | 0,60   | 2,435   | 0,81   |
| Cordia sellowiana Cham.                       | 1   | 1 | 0,0121 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,161  | 0,38   | 1,207   | 0,60   | 2,441   | 0,81   |
| Copaifera langsdorffii Desf.                  | 1   | 1 | 0,0099 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,131  | 0,31   | 1,137   | 0,57   | 2,371   | 0,79   |
| Guarea macrophylla Vahl.                      | 1   | 1 | 0,0094 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,125  | 0,29   | 1,121   | 0,56   | 2,356   | 0,79   |
| Guapira opposita (Vell.) Reitz                | 1   | 1 | 0,0093 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,124  | 0,29   | 1,120   | 0,56   | 2,355   | 0,78   |
| Vitex orinocensis Kunth                       | 1   | 1 | 0,0093 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,124  | 0,29   | 1,120   | 0,56   | 2,355   | 0,78   |
| Cupania sp1.                                  | 1   | 1 | 0,0079 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,105  | 0,25   | 1,074   | 0,54   | 2,308   | 0,77   |
| Marlierea silvatica (Gardner) Kiaersk.        | 1   | 1 | 0,0079 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,105  | 0,25   | 1,074   | 0,54   | 2,308   | 0,77   |
| Calyptantes cf. brasiliensis                  | 1   | 1 | 0,0065 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,087  | 0,20   | 1,031   | 0,52   | 2,266   | 0,76   |
| Licania kunthiana Hook.f.                     | 1   | 1 | 0,0071 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,095  | 0,22   | 1,050   | 0,52   | 2,284   | 0,76   |
| Astrocaryum aculeatissimum (Schott) Burret    | 1   | 1 | 0,0057 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,076  | 0,18   | 1,005   | 0,50   | 2,240   | 0,75   |
| Ocotea laxa (Nees) Mez                        | 1   | 1 | 0,0061 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,081  | 0,19   | 1,018   | 0,51   | 2,252   | 0,75   |
| Simaroubaceae sp3.                            | 1   | 1 | 0,0064 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,085  | 0,20   | 1,027   | 0,51   | 2,261   | 0,75   |
| Tovomita sp1.                                 | 1   | 1 | 0,0064 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,085  | 0,20   | 1,027   | 0,51   | 2,261   | 0,75   |
| Leg.                                          | 1   | 1 | 0,0052 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,069  | 0,16   | 0,989   | 0,49   | 2,223   | 0,74   |
| Simaroubaceae                                 | 1   | 1 | 0,0048 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,064  | 0,15   | 0,977   | 0,49   | 2,211   | 0,74   |
| Casearia commersoniana Cambess.               | 1   | 1 | 0,0036 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,048  | 0,11   | 0,941   | 0,47   | 2,175   | 0,73   |
| Eugenia tinguyensis Cambess.                  | 1   | 1 | 0,0038 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,051  | 0,12   | 0,948   | 0,47   | 2,182   | 0,73   |
| Simaroubaceae sp2.                            | 1   | 1 | 0,0042 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,056  | 0,13   | 0,958   | 0,48   | 2,193   | 0,73   |
| Ouratea tenuifolia Engl.                      | 1   | 1 | 0,0029 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,039  | 0,09   | 0,918   | 0,46   | 2,153   | 0,72   |
| Tovomita glazioviana Engl.                    | 1   | 1 | 0,0031 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,042  | 0,10   | 0,925   | 0,46   | 2,159   | 0,72   |
| Myrciaria sp1.                                | 1   | 1 | 0,0026 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,035  | 0,08   | 0,910   | 0,45   | 2,144   | 0,71   |
| Eugenia cf. microcarpa                        | 1   | 1 | 0,0026 | 13,333   | 0,83   | 33,33   | 1,23   | 0,035  | 0,08   | 0,910   | 0,45   | 2,144   | 0,71   |
|                                               | 121 | 3 | 3,1769 | 1613,333 | 100,00 | 2700,00 | 100,00 | 42,359 | 100,00 | 200,000 | 100,00 | 300,000 | 100,00 |



#### 4.4.2.2.3. Comparações entre os fragmentos:

O teste do qui-quadrado aponta diferenças significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre os fragmentos PDA 5 e PDA 4 quanto à estrutura diamétrica e de altura. Os fragmentos PDA 7 e PDA 5 são significativamente diferentes quanto à estrutura diamétrica. Para as demais comparações estruturais, não há diferença significativa entre os fragmentos analisados (tabela 4.26.).

**Tabela 4.24. Diferenças significativas apontadas pelo teste do qui-quadrado para os dados de DAP e de altura (alfa = 0,05)**

| h / DAP | PDA 1 | PDA 4 | PDA 5 | PDA 7 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| PDA 1   |       | x     |       |       |
| PDA 4   |       |       | x     |       |
| PDA 5   |       | x     |       |       |
| PDA 7   |       |       |       |       |

A análise de Sorensen demonstrou uma baixa similaridade florística entre os fragmentos estudados, onde a maior similaridade detectada foi entre o fragmento PDA 7 e PDA 1 (12%) enquanto a menor similaridade observada foi entre PDA 5 e PDA 4 (5 %) (tabela 4.25.).

**Tabela 4.25. Similaridade florística (índice de Sorensen) qualitativa entre os fragmentos estudados**

| Sorensen | PDA 1 | PDA 4 | PDA 5 | PDA 7 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| PDA 1    |       | 0,06  | 0,09  | 0,12  |
| PDA 4    |       |       | 0,05  | 0,07  |
| PDA 5    |       |       |       | 0,08  |
| PDA 7    |       |       |       |       |

Apenas *Guapira opposita* (NYCTAGINACEAE), e *Astrocaryum aculiatissimum* (PALMAE) foram amostradas em todos os fragmentos. Outras oito espécies foram amostradas em 3 fragmentos estudados (tabela 4.26.).

**Tabela 4.26. Lista de espécies comuns a pelo menos 3 fragmentos estudados. As espécies estão organizadas em ordem alfabética, com suas respectivas famílias**

| Espécies                          | Famílias        | Fragmentos |       |       |       |
|-----------------------------------|-----------------|------------|-------|-------|-------|
|                                   |                 | PDA 1      | PDA 4 | PDA 5 | PDA 7 |
| <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> | PALMAE          | x          | x     | x     | x     |
| <i>Bathysa sp. 1</i>              | RUBIACEAE       | x          | x     |       | x     |
| <i>Cabralea canjerana</i>         | MELIACEAE       | x          | x     |       | x     |
| <i>Casearia arborea</i>           | FLACORTIACEAE   | x          |       | x     | x     |
| <i>Cupania furfuraceae</i>        | SAPINDACEAE     | x          |       | x     | x     |
| <i>Guapira opposita</i>           | NYCTAGINACEAE   | x          | x     | x     | x     |
| <i>Heliocstylis tomentosa</i>     | MORACEAE        |            | x     | x     | x     |
| <i>Ocotea lancifolia</i>          | LAURACEAE       | x          | x     |       | x     |
| <i>Pseudopiptadenia contorta</i>  | LEGUMINOSAE     | x          | x     | x     |       |
| <i>Tibouchina granulosa</i>       | MELASTOMATACEAE | x          |       | x     | x     |
| <i>Xylopia sericea</i>            | ANNONACEAE      |            | x     | x     | x     |

Através de One-way ANOVAS não foram encontradas diferenças significativas entre o índice de diversidade de Shannon e o número de espécies encontradas para cada fragmento. O menor valor do índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi encontrado no fragmento PDA 5 e o maior no fragmento PDA 4. Para a equabilidade de Pielou ( $J$ ), foram encontrados valores similares entre os fragmentos, indicando que por este índice retratar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies, os padrões de raridade observados com diversas espécies representadas por apenas 1 indivíduo são comuns a todos os fragmentos estudados. O menor valor de  $J$  observado na PDA 5 está relacionado à monodominância de *Ocotea longifolia*, representada por 21 indivíduos nesta área.

#### 4.4.2.2.4. Análise Fitossociológica da APA da Bacia do Rio Macacu

A tabela fitossociológica elaborada a partir dos 4 fragmentos e 12 transectos amostrados, representa a bacia hidrográfica Guapi-Macacu. Foram amostradas 173 espécies e morfo-espécies e destas, 57,8 % foram representadas por apenas 1 indivíduo, atestando o padrão de raridade comumente encontrado para áreas de Mata Atlântica (Anexo 12).

Desagrupando-se os DAPs 5 – 10cm dos DAPs > 10cm, têm-se uma clara separação entre as espécies que compõem o subbosque e as que compõem os estratos superiores da mata. A partir daí, torna-se possível a visualização de grandes arbustos e de regenerantes arbóreos pertencentes à classe de 5 – 10 cm de DAP (Anexo 13) e de indivíduos arbóreos da classe de DAPs > 10 cm (Anexo 14). Neste sentido, *Astrocaryum aculeatissimum* (Iri), que aparece como espécie mais importante na tabela geral e na tabela de DAPs 5 – 10cm, perde a importância na tabela da DAPs > 10cm e passa a ocupar a 13ª colocação, isto ocorre porque indivíduos de diâmetro pequeno representam a espécie (Anexo 14).

Uma nova ocorrência para o Estado do Rio de Janeiro, *Ocotea longifolia*, destacou-se como espécie mais importante no fragmento PDA 5 e 2ª com maior VI na tabela geral.

Esta espécie foi a de maior VI na fitossociologia de árvores com DAP maior do que 10 cm, devido a alta densidade de indivíduos arbóreos (19) e apenas 2 regenerantes.

*Cariniana estrelensis* e *Ficus spl.* foram representadas por 1 indivíduo de área basal elevada (1,4676 e 1,3273 , respectivamente), o que conferiu as espécies a 3ª e a 4ª classificação na fitossociologia geral e primeira e segunda em PDA 4. *Senefeldera verticillata* e *Cupania emarginata* se destacam no geral, entre as regenerantes e maiores do que 10cm, indicando boa colonização por essas espécies nos diferentes fragmentos. *Anaxagorea dolichocarpa* se caracteriza por ser típica de sub-bosque, com apenas 2 indivíduos maiores do que 10cm e distribuição gregária, ocorrendo apenas em PDA 4. A partir da tabela geral, apenas 10 espécies tiveram densidade igual ou superior a 4 indivíduos.

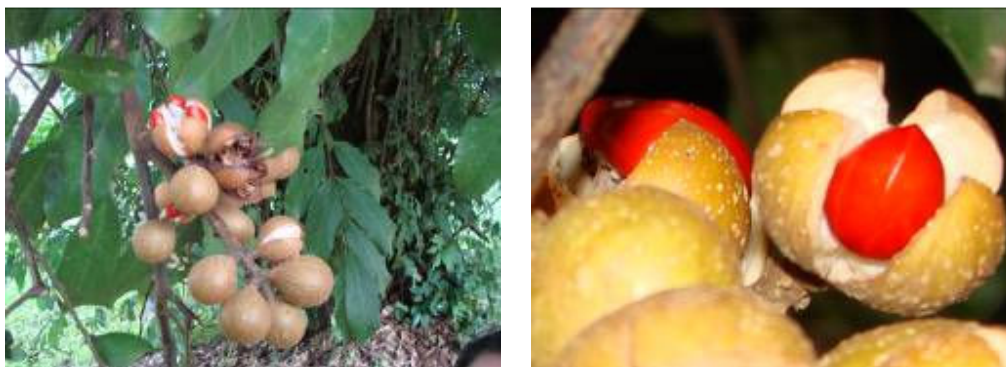


Figura 4.37. Frutos de *Guarea guidonea*

*Referências:*

- BOWER, J. E. & ZAR, J. H. 1984. Field and Laboratory Methods for General Ecology (2<sup>nd</sup> Ed.). Wm. C. Brown Publ., Dubuque, Iowa. 226 pp.
- DEAN, W., 2002. A Ferro e Fogo – A história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira. 2<sup>a</sup> edição. Companhia das Letras – SP.
- GUEDES-BRUNI, R.R. PESSOA, S. DE V. A. & KURTZ, B. C. 1997. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho preservado de floresta Montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: Lima, H.C. de & Guedes-Bruni, R.R. (eds.) Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 127-145.
- KURTZ, B. C. & ARAÚJO, D. S. D., 2000. 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* (51):69-112.
- ROCHA, C. F. D., BERGALLO, H. G., ALVES, M. A. S. & VAN-SLUYS, M. 2003. A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica. São Carlos, RiMa. 134p.
- ZAR, J. H. 1996. Biostatistical analysis. 3<sup>rd</sup> ed. Upper Saddle River, Prentice-Hall, Inc., 662 p.

## **PLANO DE MANEJO APA DA BACIA DO RIO MACACU**

### **ENCARTE 4 – A APA DA BACIA DO RIO MACACU E SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

#### **4.5. Levantamento Faunístico**

Carlos Eduardo Viveiros Grelle  
Vanina Zini Antunes

#### **INTRODUÇÃO**

Expedições realizadas por viajantes no século XIX pela bacia hidrográfica Guapi-Macacu fornecem alguns relatos da biodiversidade da região. Em 1846, o americano Thomas Ewbank, observou garças brancas em toda área da bacia que era descrita como uma vasta região pantanosa e relacionou também a presença de pacas, tatus, preguiças e macacos, dando uma idéia de que a fauna era abundante (Anexo 1).

Hoje em dia, é evidente que o uso desordenado da terra é ecologicamente, evolutivamente e economicamente insustentável (e.g. Balmford *et al.* 2002, Loureau *et al.* 2001, Myers & Knoll 2001, Sechrest *et al.* 2003). A ocupação do espaço deve ser sempre uma preocupação de todos os gestores, especialmente na Mata Atlântica onde estudos em escala regional têm evidenciado que a perda de área florestal pode levar muitas espécies de vertebrados terrestres à extinção (Grelle *et al.* 1999, Grelle *et al.* 2005). Uma das grandes tarefas dos pesquisadores é exatamente usar o conhecimento científico para ajudar na estruturação de políticas de uso da terra, não só estabelecendo áreas para unidades de conservação de uso restrito e de uso sustentável, como também delimitando áreas que podem ter as mais variadas atividades econômicas. Nestas, o ideal é conciliar parte do uso da terra com a manutenção das populações de animais e vegetais silvestres, viabilizando a permanência das espécies nativas.

Desta forma, o zoneamento de uma área depende dos conhecimentos básicos da sua biota, como a ocorrência e a distribuição das espécies. Daí a necessidade de se inventariar a fauna encontrada na área, sendo que as informações geradas irão direcionar as ações mitigadoras voltadas para a crescente interferência antrópica na APA. Dessa forma, esse estudo reveste-se de grande importância devido à reunião de informações e ao aprofundamento da interpretação da composição, da diversidade e riqueza faunística e de sua importância dentro da APA.

#### **Objetivos**

- realizar o inventário da fauna que ocorre na área da APA, com base nos grupos de pequenos mamíferos não voadores (marsupiais e roedores);
- revisão bibliográfica de outros elementos da fauna local;
- selecionar áreas prioritárias para conservação, indicando os remanescentes florestais importantes para a manutenção da diversidade regional;

- indicar áreas para recuperação ou regeneração e para formação de corredores de biodiversidade;
- apresentar propostas de implementação de práticas que consolidem a conservação dos recursos naturais; e
- propor e delimitar as diferentes zonas que compõem a APA da Bacia do Rio Macacu.

#### 4.5.1. Inventário de Pequenos Mamíferos

Os inventários de pequenos mamíferos (marsupiais e roedores) nos fragmentos florestais, imersos na região da APA da Bacia do Rio Macacu, foram feitos com base em dados primários. Apresentar características como diversificação trófica, locomotora, necessidade de grandes áreas de vida e sistemática razoavelmente resolvida fazem dos mamíferos um grupo especialmente útil para inventários faunísticos. Os pequenos mamíferos também têm importância como dispersores de sementes (por exemplo, Grelle & Garcia 1999, Solari et al. 2002). Dentro deste grupo, os pequenos mamíferos voadores (morcegos) e não voadores (marsupiais e roedores) perfazem cerca de 80% de toda a riqueza dos mamíferos com ocorrência no Brasil (Fonseca et al. 1996). Devido à sua diversidade de espécies, grande diversificação de formas, coexistência de muitas espécies similares e facilidade de serem amostrados, os pequenos mamíferos são especialmente úteis para o estudo da importância das variáveis ambientais sobre a riqueza e abundância de espécies (Grelle 2003, Morris et al. 1989, Solari et al. 2002).

Devido à sua localização, a ocupação e colonização européia da Mata Atlântica é antiga, tendo se acelerado em meados do século passado. Neste bioma, os efeitos em escala regional desta redução de área seguem os pressupostos da Biogeografia de Ilhas, onde a taxa de extinção de mamíferos e aves tem sido relacionada com a perda de habitat (Brooks et al 1999, Grelle et al. 1999, Grelle et al. 2005). Contudo, estudos em escala local, investigando os efeitos da fragmentação dos habitats, têm encontrado resultados conflitantes, onde os efeitos da fragmentação podem ser negativos (por exemplo, Chiarello 1999) ou nulos (por exemplo, Olifiers 2002). Até aqui todos estudos citados para a Mata Atlântica fizeram as análises seguindo o paradigma da Biogeografia de Ilhas aplicada à conservação, assumindo que o número de espécies em cada fragmento seria resultante de um balanço entre as taxas de extinção e de imigração, onde o tamanho de cada fragmento seria importante. Contudo, este não deve ser o único modo de se estudar os efeitos da redução de área e fragmentação dos habitats, sendo que a própria estrutura de vegetação dos fragmentos - entendido como sendo os habitats – e o uso da terra no entorno dos fragmentos também devem ser considerados nas análises.

Habitat é definido como as características independentes de densidade (cobertura vegetal, água, clima) preferidas por determinada espécie (Cerqueira, 1995), sendo que o habitat pode ser caracterizado pela estrutura da vegetação. A variação da estrutura vegetacional no espaço pode possibilitar a coexistência de várias espécies. O habitat pode ser estudado em diferentes escalas espaciais, sendo denominado mesohabitat quando estudado em escala regional, englobando muitas vezes fatores climáticos, topográficos, edáficos e hidrológicos, subdividindo os biomas em áreas com diferentes fisionomias. A variação espacial do mesohabitat pode ter influência na composição das espécies, e nos investigamos seu efeito na composição de pequenos mamíferos.

O uso da terra no entorno e entre os fragmentos florestais (*matriz*) podem variar desde o uso intenso, em que toda a vegetação nativa é suprimida (por exemplo, em um haras), até situações onde a cobertura vegetal do entorno forma um contínuo com os

fragmentos. Esta situação pode ser alcançada em sistemas agroflorestais (Izac & Sanches 2001, Schroth et al. 2004). Independente da intensidade do uso da terra na *matriz*, atualmente os fragmentos não são vistos simplesmente como ilhas de floresta isoladas, e sim fazendo parte de um contínuo (Haila 2002, Manning et al. 2004). Nesta nova perspectiva, na qual o importante é a paisagem e não mais os fragmentos isolados, os diferentes tipos de uso da terra devem ser inventariados e monitorados para se saber qual a importância das áreas no entorno e entre os fragmentos na manutenção das populações (por exemplo, Raboy et al. 2004). Dependendo do tipo, e da intensidade, o uso da terra pode: i) permitir o maior fluxo de indivíduos entre os fragmentos, aumentando a permeabilidade da *matriz* e o efeito resgate das populações remanescentes (*sensu* Brown & Kodric-Brown 1971); ii) viabilizar a manutenção de populações na própria *matriz* a partir do estabelecimento de habitats favoráveis às espécies (Laurance 2004).

## 4.5.2. Metodologia

### 4.5.2.1. Coleta de Dados Primários

Para o levantamento de pequenos mamíferos não voadores, a bacia hidrográfica Guapi-Macacu foi dividida em quatro regiões: Cotia (Guapimirim), Baixada (São José da Boa Morte), REGUA (base da Serra) e Soarinho (próximo à Serra do Soarinho), sendo os últimos três no município de Cachoeiras de Macacu. O Laboratório de Vertebrados fez inventário de pequenos mamíferos em sete fragmentos, pelo menos um fragmento de cada uma dessas quatro regiões, nos anos de 2006 e 2007.

Os fragmentos florestais foram escolhidos pelo tamanho (entre 50 a 100ha) e formato além da localização dentro da APA, como citado anteriormente. O formato escolhido foi o de “meia-laranja”, ou seja, fragmentos isolados de outros remanescentes florestais, em topo de morro e formando um polígono. O entorno (*matriz*) dos fragmentos era formado por pasto (limpo e sujo), diversos tipos de agricultura, campo arado e estradas de terra e 02 (dois) estavam localizados próximos ao rio Guapiaçu.



Figura 4.38. Fragmento com matriz de agricultura e estrada de terra

O levantamento de pequenos mamíferos foi feito por 04 (quatro) transectos em cada fragmento. Os transectos foram orientados pelos pontos geográficos, sendo um com entrada sul, outro leste, oeste e norte. Cada transecto possui 15 (quinze) pontos no interior da mata e 05 (cinco) pontos na matriz, eqüidistantes 20 metros. Em cada ponto foram colocadas duas armadilhas do tipo *live-trap*, uma Sherman e outra Tomahawk pequena. Ao longo do transecto 06 (seis) armadilhas (três de cada tipo) foram colocadas no sub-bosque em pontos aleatórios, escolhidos pela presença de cipó e acesso fácil à copa das árvores. As armadilhas foram iscadas com pasta de amendoim, bacon, banana e aveia e foram checadas diariamente e permaneceram 05 (cinco) noites consecutivas. Sendo o esforço amostral de 400 armadilhas em cada fragmento.

Em cada ponto foram feitas medidas descritivas do mesohabitat: dossel, tamanho das árvores, tipo de solo, folhiço, cipós e lianas, samambaias, curso d'água e iri (*Astrocaryum aculeatissimum*). Estas medidas foram transformadas em dados categóricos, e feito um somatório de todos os pontos por fragmento para as análises. A presença das espécies de pequenos mamíferos foi agrupada por fragmento para ser associada às variáveis de mesohabitat. Uma Análise de Correspondência Canônica, usando o programa PC-ORD 4.20 (McCune & Mefford 1999), foi feita para se identificar estas associações.

#### 4.5.2.2. Coleta de Dados Secundários

Informações adicionais sobre Mastofauna, Avifauna, Herpetofauna e Ictiofauna foram obtidas a partir de dados secundários. Foi feita uma revisão bibliográfica dos estudos realizados na região da APA da Bacia do Rio Macacu e compilados para compor este plano de manejo. Muitas espécies encontradas são endêmicas da Mata Atlântica e diversas encontram-se com algum grau de ameaça de extinção.

Os fatores que ameaçam a biodiversidade faunística da região estão relacionados à destruição do habitat, agricultura e pecuária agressivas e a pressão de caça, além de uma expansão urbana desordenada que pode se acentuar com a previsão de grande migração devido ao crescimento industrial da região.

#### 4.5.3. Resultados e Discussão – Dados primários

Ao todo, foram capturadas sete espécies de marsupiais e seis de roedores (tabela 4.27.), sendo os marsupiais: *Philander frenatus*, *Micoureus travassossi*, *Didelphis aurita*, *Metachirus nudicaudatus*, *Marmosops incanus*, *Gracilinanus microtarsus* e *Caluromys philander*; e os roedores: *Akodon cursor*, *Nectomys squamipes*, *Oligoryzomys nigripes*, *Euryoryzomys russatus*, *Oecomys concolor*, *Oxymycterus* sp, *Mus musculus*, *Rattus rattus*. Foram capturas de cinco a 12 espécies por fragmento. Exceto pelas espécies introduzidas (*M. musculus* e *R. rattus*) todas as outras espécies são as comumente capturadas em área de Mata Atlântica. Baseado no hábito locomotor das espécies pode-se argumentar que as espécies arborícolas são as mais vulneráveis, já que elas dependem dos estratos arbóreos, sendo assim mais sensíveis aos efeitos da fragmentação (Grelle 2003). Seguindo este raciocínio, os fragmentos com estrato arbóreo seriam os mais importantes para a manutenção de um número maior de espécies de marsupiais e roedores. Neste sentido, os fragmentos mais importantes seriam os PD6 e PDA7, seguido pelo PDA5 (*Consoiciadas*, *Escritório* e *Colégio*, respectivamente). Seguindo um gradiente de qualidade partindo da ocorrência de pequenos mamíferos, os piores fragmentos seriam os fragmentos PDA 1, 2, 3 e 4 (*1 e 2 são os de Serra Queimada, na*



*beira do Guapiaçu, o no caminho da EE Paraíso e o da REGUA). Cabe ressaltar a presença de espécies introduzidas (*M. musculus* e *R. rattus*) no fragmento PDA2, indicando o grau de degradação deste fragmento.*



Figura 4.39. Os marsupiais terrestres *Didelphis aurita* (gambá), *Philander frenatus* (cuíca cinza de quatro olhos), *Metachirus nudicaudatus* (cuíca marrom) e *Monodelphis americana* (cuíca)

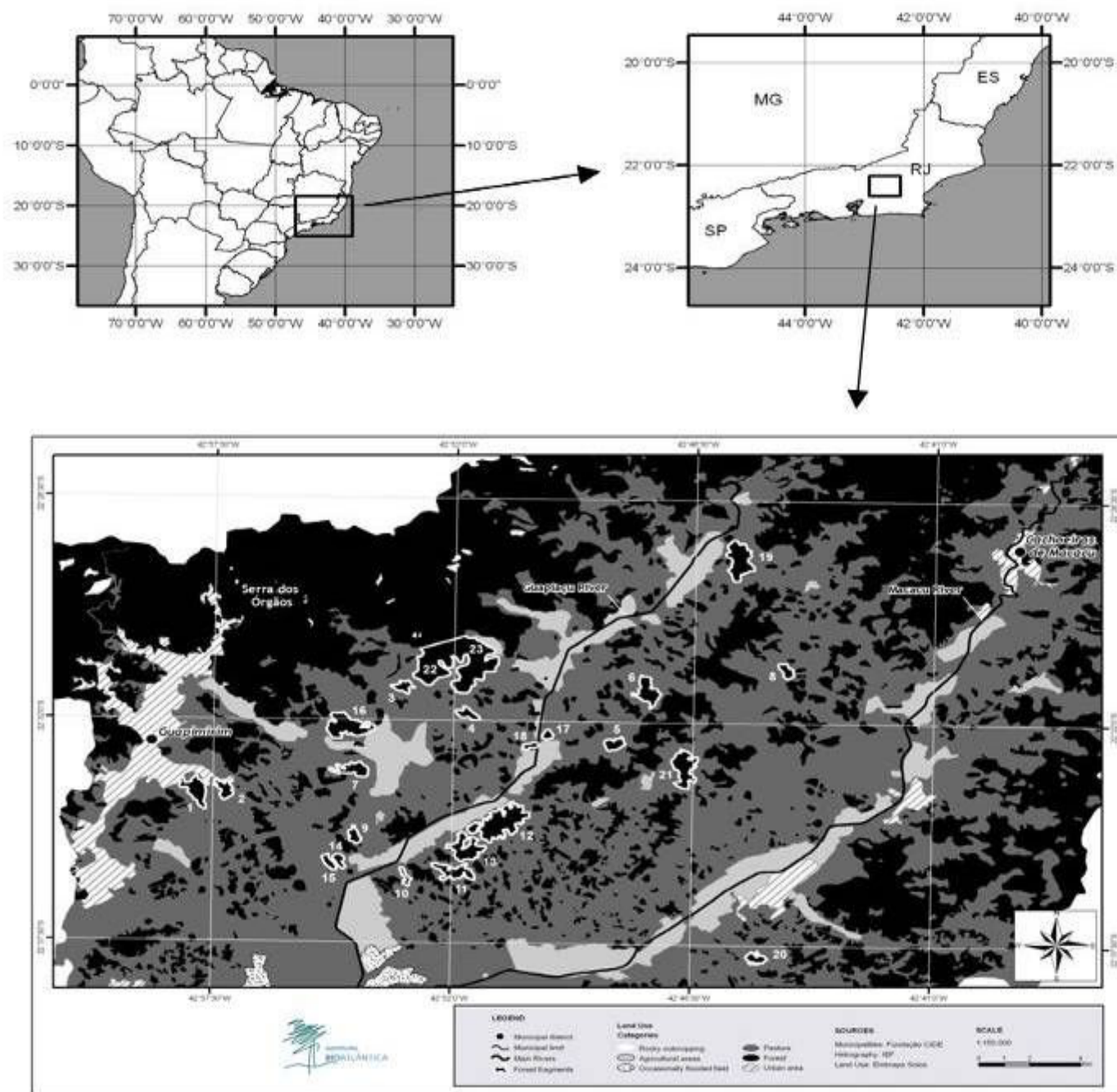


Figura 4.40. Bacia hidrográfica Guapi-Macacu com os fragmentos estudados pelo LABVERT.<sup>1</sup>  
 PDA 1 = 18, PDA 2 = 17, PDA 3 = 7, PDA 4 = 19, PDA 5 = 20, PDA 6 = 11, PDA 7 = 13

**Tabela 4.27. Composição de pequenos mamíferos (marsupiais e roedores) por fragmento amostrado**

| <b>Espécies</b>                 | <b>PDA 01</b> | <b>PDA 02</b> | <b>PDA 03</b> | <b>PDA 04</b> | <b>PDA 05</b> | <b>PDA 06</b> | <b>PDA 07</b> |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Marsupiais</b>               |               |               |               |               |               |               |               |
| <i>Philander frenatus</i>       | X             | X             | X             | X             | X             | X             | X             |
| <i>Didelphis aurita</i>         | X             |               | X             | X             | X             | X             | X             |
| <i>Micoureus paraguayanus</i>   | X             |               | X             |               | X             | X             | X             |
| <i>Gracilinanus microtarsus</i> |               |               |               |               | X             |               |               |
| <i>Metachirus nudicaudatus</i>  | X             |               |               |               |               |               | X             |
| <i>Marmosops incanus</i>        |               |               |               |               |               | X             | X             |
| <i>Caluromys philander</i>      |               |               |               |               |               | X             |               |
| <b>Roedores</b>                 |               |               |               |               |               |               |               |
| <i>Oecomys concolor</i>         |               |               |               |               |               |               | X             |
| <i>Nectomys squamipes</i>       |               | X             | X             | X             | X             | X             | X             |
| <i>Akodon cursor</i>            | X             | X             | X             | X             | X             | X             | X             |
| <i>Oligoryzomys nigripes</i>    |               |               | X             |               |               |               | X             |
| <i>Oxymycterus sp</i>           |               |               |               |               |               |               | X             |
| <i>Euryoryzomys russatus</i>    |               |               |               |               |               |               | X             |
| <i>Rattus rattus</i>            |               | X             |               |               |               |               | X             |
| <i>Mus musculus</i>             |               | X             |               |               |               |               |               |

A análise de correspondência canônica identificou três eixos de ordenação das variáveis do mesohabitat significativamente relacionados à distribuição das espécies nos fragmentos (teste Monte Carlo espécie-fragmento foi significativo para os três eixos, com  $P = 0.019$ ,  $P = 0.007$  e  $P = 0.021$ , respectivamente).

No eixo 1 encontramos associações dos roedores *M. musculus* e *R. rattus* com dossel aberto, árvores pequenas e solo arenoso, e do marsupial *M. nudicaudatus* com menor abundância de iri e cipós. No eixo 2 encontramos associação de *M. incanus* e *O. russatus* com maior abundância cipós e menor de iri. No eixo 3 encontramos associações entre o marsupial *G. microtarsus* e maior abundância de folhio, e entre *M. nudicaudatus* e menor abundância de folhio. De uma forma geral, as espécies sinantrópicas *M. musculus* e *R. rattus* apareceram associadas aos fragmentos mais antropizados. O marsupial *M. incanus* parece preferir fragmentos com muito cipó, o que pode estar relacionado ao fato desta espécie ser escansorial do sub-bosque (Cunha & Vieira 2002). Apesar do tamanho amostral ainda reduzido, o mesohabitat é capaz de explicar a ocorrência das espécies de mamíferos nos diferentes fragmentos de Mata Atlântica.



Figura 4.41. Os marsupiais *Caluromys philander* (cuíca lanosa), *Marmosops incanus* (catita), *Gracilinanus microtarsus* (cuíca) e *Micoureus paraguayanus* (cuíca) (Fotos: LABVERT/UFRJ)

#### 4.5.4. Resultados Dados secundários

##### Mastofauna

Foi encontrada uma grande diversidade de mamíferos na bacia hidrográfica Guapi-Macacu entre marsupiais didelfídeos, roedores, tatus, preguiças, tamanduás, morcegos, primatas, felinos e canídeos. Entre eles, muitas espécies são endêmicas da Mata Atlântica como *Didelphis aurita* (gambá de orelha preta), *Oryzomys russatus* (rato), *Allouata fusca* (bugio), este último foi encontrado em área de floresta na Reserva Ecológica do Guapiaçu, REGUA (Rocha et al. 2005). Esses animais têm importante papel ecológico na dispersão de sementes, contribuindo para a preservação da mata e recuperação de áreas fragmentadas.

A preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*) é considerada uma espécie ameaçada de extinção, por ocorrer em uma área total menor que 5000km<sup>2</sup>, e pela ocupação e degradação do seu hábitat (IUCN, 2007). Embora os demais xenarthas que ocorrem na região, tatus, preguiças e tamanduás também estejam ameaçados com baixo risco de extinção (IUCN, 2007).





Figura 4.42. Preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*)  
(Foto: LABVERT/UFRJ)

Os felinos *Leopardus wiedii* (gato-maracajá), *L. tigrinus* (gato-do-mato pequeno), *L. pardalis* (jaguatirica), *Herpailurus yaguarondi* (gato-mourisco) e *Puma concolor* (onça-parda) foram avistados na REGUA e são espécies com risco de extinção, devido à degradação do seu hábitat e diminuição de suas presas, que são muito caçadas (Rocha-Mendes et al. 2005, IUCN, 2007). Esses felinos possuem uma grande área de vida e estão restritos à floresta ombrófila e à mata ciliar. *Leopardus wiedii* é solitário, pesa entre 3-9kg, é noturno e tem hábito terrestre e arborícola, usando esta habilidade para sua alimentação que é composta de pequenos mamíferos, aves, répteis, insetos e frutos (Emmons e Feer, 1997). *Puma concolor* também é solitário, peso entre 29-120kg, diurno ou noturno com hábito terrestre e alimenta-se de mamíferos e algumas cobras (Emmons e Feer, 1997).

Dentre os primatas, o muriqui (*Brachyteles arachnoids*) é o maior primata das Américas e o mais ameaçado e foi avistado na Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA) por Neil Burchett, 2007. O sagui-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*) é endêmico da Mata Atlântica do sudeste do Brasil e é considerado raro (Olmos & Martucelli 1995, Brandão & Develey 1998). Esta espécie é vulnerável à extinção segundo a lista da IUCN e corre o risco de extinção local devido ao pequeno tamanho da população que a torna mais suscetível a efeitos estocásticos, depressão genética por endocruzamento e variações ambientais (São Bernardo & Galetti, 2004). Sua dieta é predominantemente insetívora, sendo menos gomívora que as outras espécies do mesmo gênero (Ferrari et al. 1996). Outros primatas encontrados na região foram: *Callithrix jacchus* (mico estrela) espécie introduzida no estado do Rio de Janeiro e *Alouatta guariba* (bugio), espécie endêmica da Mata Atlântica que se alimenta basicamente de folhas, frutos e flores (Miranda & Passos, 2004). Os primatas tem um papel relevante na dispersão de espécies vegetais e exercem grande fascínio no público em geral, podendo tornar-se espécie-bandeira em estratégias de preservação.

Foram registradas diversas espécies de morcegos e algumas estão na lista da fauna brasileira ameaçada de extinção, consideradas vulneráveis como *Lonchophylla bokermanni*, *Chiroderma doriae* e *Platyrrhinus recifinus* devido à redução de cerca de

20% da população em 3 gerações e à diminuição da área pela degradação do hábitat (IUCN, 1994). Devido à sua importância ecológica na polinização e dispersão de sementes e no controle de populações de insetos, os quirópteros também são estratégicos para conservação e manejo. Em anexo, lista com as espécies de mamíferos registradas na região (Anexo 15).

### Avifauna

A maioria dos estudos de avifauna foram realizados na área da Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA), próximo ao Parque Estadual do Três Picos e com algumas áreas sobrepostas a ele, acima da quota 400m. O Plano de Manejo do Parque Estadual dos Três Picos também serviu de referência por se sobrepor a outras áreas da APA da Bacia do Rio Macacu, como a Região do Vale Alto do rio Macacu.

Foi confirmada a ocorrência de 419 espécies de aves na região da REGUA, representando 64,2% das 653 espécies de aves terrestres existentes no Estado do Rio de Janeiro (Alves et al. 2000). Esses dados ressaltam a importância ecológica da região na conservação deste grupo. Dentre esse total, 51 espécies são endêmicas da Mata Atlântica entre os Passeriformes temos *Myrmotherula gularis*, *M. unicolor*, *Pyriglena leucoptera*, *Conopophaga melanops*, *Dendrocincla turdina*, *Tangara seledon*, *T. cyanocephala*, *Ramphocelus bresilius* (tangará); Apodiformes (*Ramphodon naevius* e *Phaethornis idaliae*) e Piciformes (*Selenidera maculirostris*). Na região do Vale Alto do rio Macacu foram avistadas 30 espécies endêmicas e 32 ameaçadas em algum grau de extinção. Na área total da bacia do rio Macacu total foram listadas 61 espécies com alguma ameaça de extinção.

Na REGUA foram identificadas 49 espécies e no Vale Alto do rio Macacu sendo algumas ameaçadas de extinção ou consideradas vulneráveis, entre elas: *Leucopternis lacernulatus* (gavião-pombo-pequeno), *Procnias nudicollis* (araponga) *Ara maracana*, *Triclaria malachitacea*, *Laniisoma elegans* e *Myrmotherula minor*. Outras espécies ameaçadas presentes na região: *Myrmotherula unicolor* (ameaçada globalmente), *Cochlearius cochlearius* e *Phaethornis idaliae* (ameaçadas regionalmente), *Tinamus solitarius* (macuco), *Leucopternis polionotus* (gavião), *Thraupis cyanoptera* (sanhaço) e *Phylloscartes eximius*.

Algumas espécies são consideradas extintas ou em perigo de extinção pela IUCN (2007), mas já foram avistadas na REGUA, entre elas: *Touit surdus* (psitacídeo), *Aburria jacutinga* (jacutinga) e *Crax blumenbachii* (mutum), sendo que os dois últimos se reproduzem em cativeiro e foram reintroduzidos na mata, onde são monitorados com rádio transmissor, por meio de um projeto de manejo desenvolvido na REGUA.

O sanhaço *Habia rubica* tem papel importante para a conservação por habitar sub-bosques dentro de mata escura geralmente com presença de água e acompanhar formigas de correição tanto em bandos interespecíficos como mistos, colaborando para a formação e manutenção desses bandos de aves; além de ser uma espécie considerada sensível aos efeitos da fragmentação florestal (Rocha et al. 2005). Em anexo, lista com a avifauna encontrada na região da APA da Bacia do Rio Macacu (Anexo 16).

### Herpetofauna

Os levantamentos de anfíbios e répteis compilados também foram obtidos, em sua maioria, a partir de estudos realizados na REGUA. Ocorrem 67 espécies de anfíbios e 45 espécies de répteis na região, o que representa 40,4% e 35,4% da ocorrência de

anfíbios e répteis, respectivamente, no Estado do Rio de Janeiro que possui 166 espécies de anfíbios e 127 de répteis (Rocha et al. 2004).

O endemismo desse grupo também é bastante elevado, sendo que 15 espécies de anfíbio e cinco de répteis que ocorrem na REGUA são endêmicas da Mata Atlântica, entre elas, os anfíbios: *Brachycephalus ephippium*, *Bufo ictericus*, *Hyla leucopygia*, *Eleutherodactylus binotatus*, *Chiasmocleis carvalhoi*; e os répteis: *Ecpleopus gaudichaudi*, *Enyalius brasiliensis*, *Echinantera cephalostriata* e *Bothrops jararacussu*. Dentre os anfíbios que ocorrem na região quatro espécies são endêmicas do Estado do Rio de Janeiro: *Hyla secedens*, *Scinax humilis*, *Eleutherodactylus octavioi* e *Euparkerella cochranæ*.

Por viverem em locais úmidos, os anfíbios são bastante sensíveis a mudanças climáticas e de habitats e se tornam suscetíveis em matas fragmentadas. Atualmente, a espécie *Bufo ornatus* encontra-se na lista vermelha da IUCN, embora com baixo risco de extinção devido à sua grande ocorrência em áreas protegidas na Mata Atlântica e razoável tolerância a mudanças ambientais.

Esses diagnóstico reforça a importante e relevante diversidade de herpetofauna presente na região (Anexo 17). Considerando ainda que foram feitos poucos levantamentos sobre este grupo, com mais estudos será possível incrementar a lista de espécies da região e contribuir para sua conservação.

### **Ictiofauna**

Poucos estudos sobre a ictiofauna da região foram feitos, os dados que compilamos são de um rápido inventário feito na cabeceira do rio Guapiaçu, próximo à Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA). Algumas espécies endêmicas da Serra do Mar foram encontradas nesta região da bacia hidrográfica Guapi-Macacu como *Homodiaetus* sp., *Characidium vidali* e *Bryconamericus ornaticeps* (Porto et al. 2003). A fauna de peixes de riacho é pouco conhecida na região e seriam necessários mais levantamentos, inclusive em outras áreas da bacia. Em anexo, estão listadas algumas espécies de peixes encontradas no Alto Guapiaçu, em levantamento feito para este Plano de Manejo pela Fiocruz e Uerj (Anexo 18).

### **Invertebrados**

Foram compilados apenas dados de insetos lepidópteros que ocorrem na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA). Em anexo, estão listadas algumas espécies de invertebrados aquáticos encontradas no Alto Guapiaçu, em estudo realizado para este Plano de Manejo pela Fiocruz e Uerj. Também está em anexo, lista com as borboletas catalogadas na região da REGUA. ( Anexo 19)

### **Referências:**

- ALVES , M.A S., J.M.C. SILVA, M. VAN SLUYS, H.G. BERGALLO & C.F.D. ROCHA (orgs.) (1998). A Ornitologia no Brasil: Pesquisa Atual e Perspectivas. Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, EdUERJ.
- BALMFORD, A., BRUNER, A., COOPER, P., COSTANZA, R., FARBER, S., GREEN, R.E., JENKINS, P., JEFFERISS, V., JESSAMY, V., MADDEN, J., MUNRO, K., MYERS, N., NAEEM, S., PAAVOLA, J., RAYMENT, M., ROSENDO, S., ROUGHGARDEN, J., TRUMPER, K. & TURNER, R.K. 2002.

- Economic reasons for conserving wild nature. *Science* 297: 950-953.
- BRANDÃO, L.D. & DEVELEY, P.F. 1998. Distribution and conservation of the buffy tufted-ear marmoset, *Callithrix aurita*, in lowland coastal atlantic forest, southeast Brazil. *Neotropical Primates*, Belo Horizonte, 6 (3): 86-88.
- BROWN, J. H. & KODRIC-BROWN, A. 1971. Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. *Ecology* 58: 445-449.
- CERQUEIRA, R. 1995. Determinação de Distribuições Potenciais de Espécies, Pp: 141-161 In: P. Peres-Neto, J. L. Valentin & F. A. S. Fernandes (Eds.) *Oecologia Brasiliensis*, Vol. II: Tópicos em Tratamento de Dados Biológicos. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- CUNHA A. A. & VIEIRA M. V. 2002. Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic Forest of Brazil. *Journal of Zoology*, 258: 419-426.
- EMMONS, L.M. & FEER, F. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. Illinois-Chicago: The University of Chicago Press, 1997. 281 p.
- FERRARI, S., CORRÊA, K.M. & COUTINHO, P.E.G. 1996. Ecology of the "southern" marmosets (*Calithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*): How different, how similar? p.157-171. In: Norconk, M.A., Rosenberger, A.L.; Garber, P.A. (Eds). *Adaptive radiations of Neotropical Primates*. Illinois, Plenum Press, 490p. link: [http://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=825cla3sz98C&oi=fnd&pg=PA157&dq=Ecology+of+the+%22southern%22+marmosets+\(Callithrix+aurita+and+Callithrix+flaviceps\):+How+different,+how+similar%3F+Adaptive+radiations+of+Neotropical+Primates&ots=PxU80fQOsv&sig=3fGm7KMVXsupc7z42oKBsoxmFfA](http://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=825cla3sz98C&oi=fnd&pg=PA157&dq=Ecology+of+the+%22southern%22+marmosets+(Callithrix+aurita+and+Callithrix+flaviceps):+How+different,+how+similar%3F+Adaptive+radiations+of+Neotropical+Primates&ots=PxU80fQOsv&sig=3fGm7KMVXsupc7z42oKBsoxmFfA)
- FONSECA, G.A.B., HERRMANN, G., LEITE, Y.L.R., MITTERMEIER, R.A., RYLANDS, A.B. & PATTON, J.L. (1996) Lista anotada dos mamíferos do Brasil. *Occasional Papers in Conservation Biology*, 4, 1-38.
- GONZAGA, L. A. & H. RAJÃO. Distribution of the kinkajou *Potos flavus* (Procyonidae; Carnivora) in the Atlantic forest region of eastern Brazil. *Mammalia* 66(1): 123-127.
- GRELLE C. E. V. 2003. Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic forest, southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38:81-85.
- GRELLE, C. E. V., ALVES, M. A. S., BERGALLO, H. G., GEISE, L., ROCHA, C. F. D., VAN SLUYS, M. & CARAMASCHI, U. 2005. Prediction of threatened tetrapods based on the species-area relationship in Atlantic forest. *Journal of Zoology* 265: 359-364.



- GRELLE C. E. V., FONSECA G. A. B., FONSECA M. T. AND COSTA L. P. 1999. The question of scale in threat analysis: a case study with Brazilian mammals. *Animal Conservation* 2:149-152.
- GRELLE, C.E.V. & GARCIA, Q.S., 1999, Potential dispersal of *Cecropia hololeuca* by the common opossum (*Didelphis aurita*) in Atlantic forest, southeastern Brazil. *Rev. d'Ecol.*, 54:327-332.
- HAILA, Y. 2002. A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecological Applications* 12: 321-334.
- IUCN Red List of Threatened Species.2007 <[www.redlist.org](http://www.redlist.org)>
- IZAC, A-M. N. & SANCHEZ, P. A. 2001. Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research. *Agricultural Systems* 69: 5-25.
- LOUREAU, M., NAEM, S., INCHAUST, P., BENGTSSON, J., GRIME, J.P., HECTOR, A., HOOPER, D.U., HUSTON, M.A., RAFFAELI, D. SCHMID, B., TILMAN, D. & WARDLE, D.A. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808.
- MANNING, A. D., LINDENMAYER, D. B. & NIX, H. A. 2004. Continua and Umwelt: novel perspectives on viewing landscapes. *Oikos* 104: 621-628.
- MCCUNE B. & MEFFORD M.J. 1999. *Multivariate Analysis of ecological Data*. Version 4.20. Mjmm Software. Gleneden Beach, Oregon.
- MIRANDA, J.M.D. & PASSOS, F.C. 2004. Hábito alimentar de *Alouatta guariba* (Humboldt) (Primates, Atelidae) em Floresta de Araucária, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (4): 821–826.
- MORRIS, D., ABRAMSKY, Z., FOX, B. J. & WILLIG, M. R. 1989. Patterns in the Structure of Mammalian Communities. Texas Tech University Press, Lubbock.
- MYERS, N. & KNOLL, A.H. 2001. The biotic crisis and the future of evolution. *Proceedings of National Academy of Sciences, USA*, 98: 5389-5392.
- PORTO, L.M.S. (Museu Nacional – UFRJ), GOMES, J.H.C. (Faculdades Maria Thereza- FAMATh), SOARES FILHO, I. & YANEISE, J.M.P. 2003. Relatório de atividades de Pesquisa no. 1; Inventário da ictiofauna do alto rio Guapiaçu, Cachoeiras de Macacu, RJ.
- OLMOS, F. & P. MARTUSCELLI. 1995. Habitat and distribution of the buffy-tufted-ear marmoset *Callithrix aurita* in São Paulo State, Brazil, with notes on its natural history. *Neotropical Primates*, Belo Horizonte, 3 (3): 75-79.
- RABOY, B. E., CHRISTMAN, M. C. & DIETZ, J. M. 2004. The use of degraded and shade cocoa forests by Endangered golden-headed lion tamarins *Leontopithecus chrysomelas* *Oryx* 38: 23-29.

- ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A.S. & VAN SLUYS, M. (coord.) 2005. Inventário de anfíbios, répteis, aves e mamíferos da Mata Atlântica da Reserva Ecológica de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacu, no Estado do Rio de Janeiro. Instituto Biomas.
- ROCHA-MENDES, F., MIKICH, S.B., BIANCONI, G.V. & PEDRO, W.A. 2005. Mamíferos do município de Fênix, Paraná, Brasil: etnozootologia e conservação. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4): 991-1002.
- SANTORI, R.T., ASTUA-MORAES, D., GRELLE, C.E.V. & CERQUEIRA, R. 1997. Natural diet at a Restinga forest and laboratory food preferences of the opossum *Philander frenata* in Brazil. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 32: 12-16.
- SÃO BERNARDO, C.S. & GALETTI, M. 2004. Densidade e tamanho populacional de primatas em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (4): [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-81752004000400017](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752004000400017)
- SCHROTH, G., FONSECA, G. A. B., HARVEY, C. A., GASCON, C., VASCONCELOS, H. & IZAC, A-M. N. 2004. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington DC.
- SECHREST, W, BROOKS, T. M., FONSECA, G. A. B., KONSTANT, W. R., MITTERMEIER, R. A., PURVIS, A., RYLANDS, A. B. & GITTLEMAN, J. L. 2002. Hotspots and the conservation of evolutionary history. *Proceedings of National Academy of Sciences, USA* 99: 2067-2071.
- SOLARI, S., RODRIGUES, J. J., VIVAR, E. AND VELAZCO, P. M. A framework for assessment and monitoring of small mammals in a lowland tropical forest. *Environmental Monitoring and Assessment* 76: 89-104.
- [www.regua.co.uk/birds.htm](http://www.regua.co.uk/birds.htm) Lista de Espécies de Avifauna da Reserva Ecológica do Guapiaçu, 2007.

## **PLANO DE MANEJO APA DA BACIA DO RIO MACACU**

### **ENCARTE 4 – A APA DA BACIA DO RIO MACACU E SUA ÁREA DE INFLUÊNCIA**

#### **4.6. Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica Guapi-Macacu**

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo  
Bernadete da C. C. G. Pedreira  
Marcelo Bueno de Abreu  
Iuri Barroso de Moura  
Mário Duarte Pinto Godoy

#### **INTRODUÇÃO**

A descrição do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica Guapi-Macacu tem como objetivo subsidiar a elaboração do Plano de Manejo da APA da Bacia do Rio Macacu. O Plano está sendo realizado pelo Projeto “Entre Serras e Águas: Consolidação do Corredor Central Fluminense através da elaboração de plano de manejo da APA da Bacia do Rio Macacu”, com recursos do Sub Programa Projetos Demonstrativos Ambientais PDA, Componente Ações de Conservação da Mata Atlântica e conta com a participação das seguintes instituições: Instituto Bioatlântica (IBio) (coordenação), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, unidades EMBRAPA Solos e Agrobiologia, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Laboratório de Vertebrados da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/LABVERT), Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), Associação Projeto Roda Viva (RODA VIVA), Instituto Baía de Guanabara (IBG), Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), Fundação Instituto Estadual de Florestas (IEF/RJ) e Prefeituras dos Municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Itaboraí.

##### **4.6.1. Mapa de uso e cobertura da terra**

Como estratégia para a execução dessa atividade foi elaborado o mapa de uso e cobertura da terra conforme as seguintes etapas principais, descritas em Pedreira *et al.* (2007):

- seleção e obtenção do material cartográfico e orbital;
- processamento das imagens de satélite, datadas de 2001, 2002 e 2005;
- interpretação visual das cenas orbitais;
- complementação de informações possibilitada por fotografias aéreas ortorretificadas;

- trabalhos de campo realizados no período de abril a outubro de 2006, perfazendo um total de 129 pontos amostrais (figura 4.43.); e
- geração do mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica Guapi-Macacu (figura 4.44. e Anexo 20).

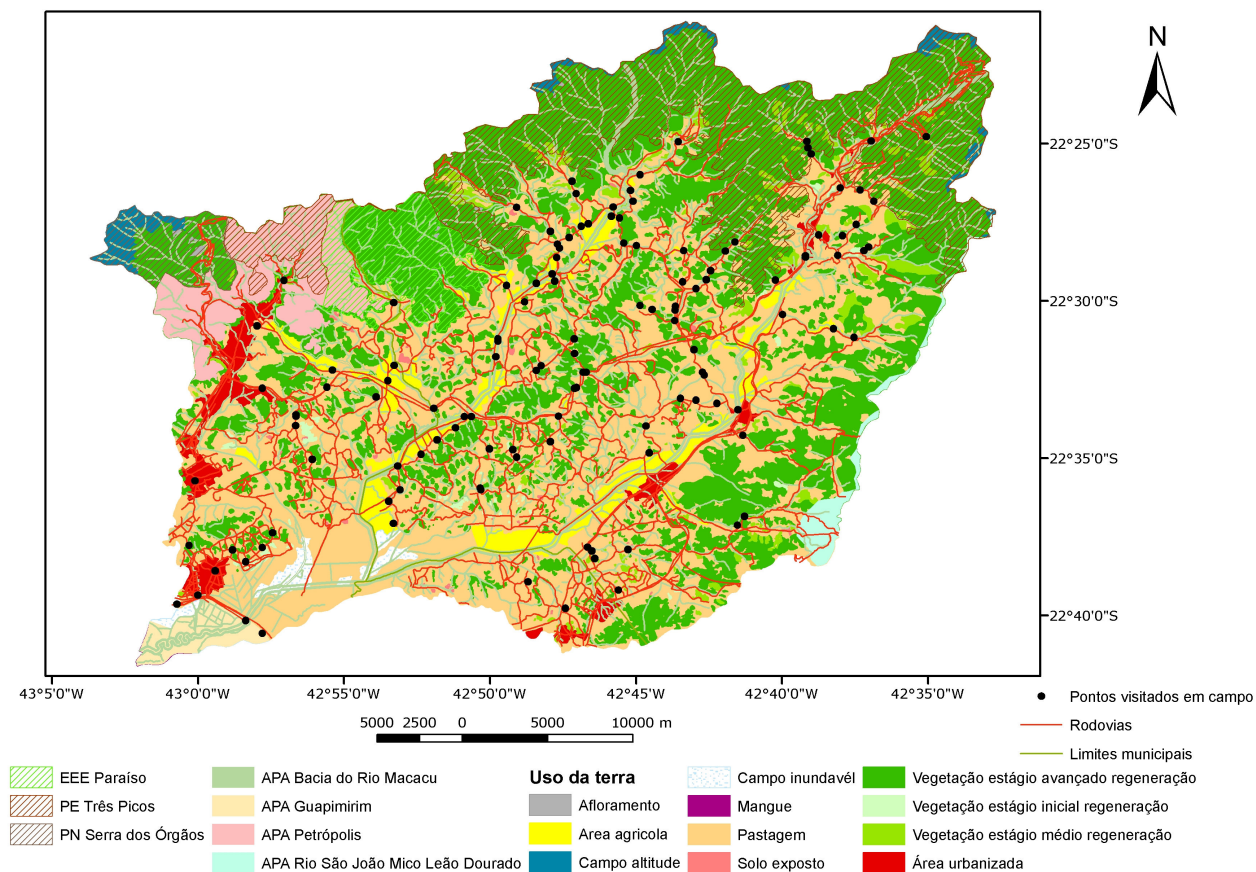


Figura 4.43. Pontos amostrais de uso e cobertura visitados em campo

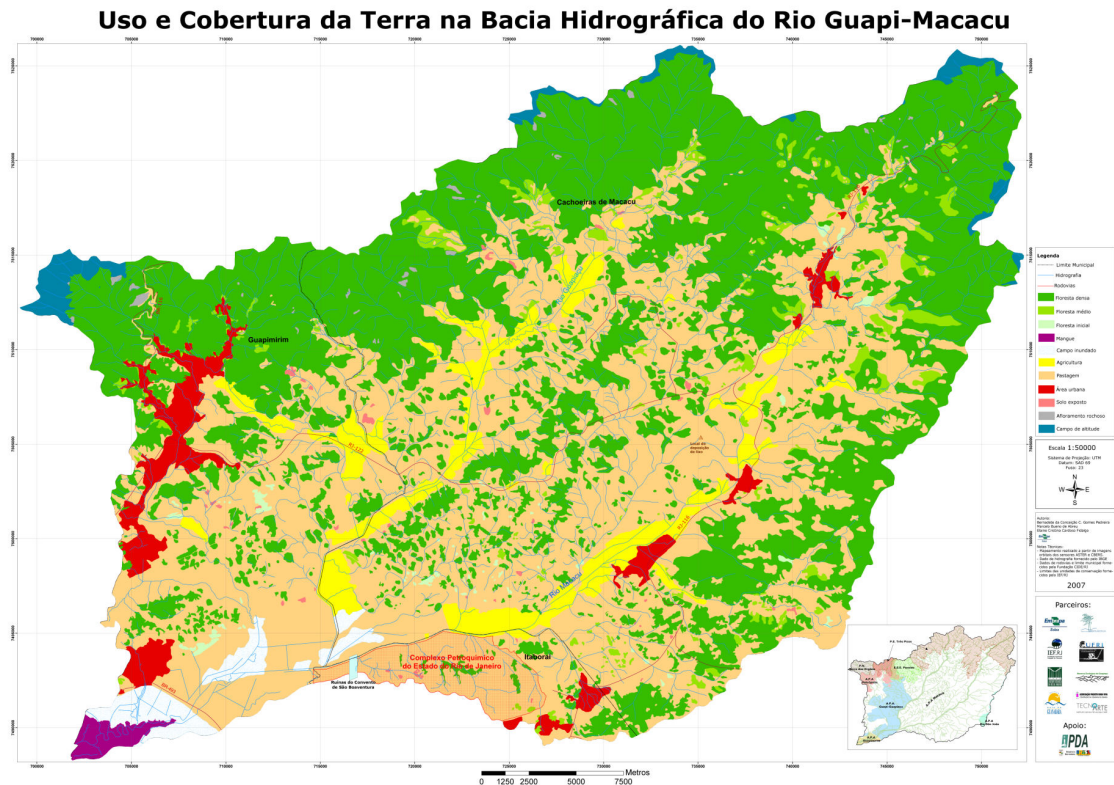


Figura 4.44. Mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica Guapi-Macacu

Para a identificação dos diferentes usos na bacia hidrográfica Guapi-Macacu que compuseram esse mapeamento foi, estabelecida uma legenda, em conjunto com o Instituto Estadual de Florestas do Rio de Janeiro (IEF/RJ), que fosse compatível com o trabalho de campo realizado, procurando-se agrupar os temas em classes de fácil diferenciação e entendimento, facilitando a utilização do mapa por especialistas de diversas áreas, planejadores e tomadores de decisão. Também se considerou a resolução espacial das imagens de satélite utilizadas e a escala final do mapa, além da sua importância para o objetivo central deste projeto.

A categorização dos diferentes tipos de cobertura vegetal natural da área seguiu ainda a norma estabelecida pela Resolução CONAMA, nº 006, de 04 de maio de 1994, que estabelece os estágios de sucessão ecológica da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.

A legenda elaborada foi composta pelas seguintes categorias:

#### *Floresta densa*

Vegetação em estágio avançado de regeneração apresentando 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; grande variedade de espécies lenhosas; árvores com altura superior a 20 metros e idade acima de 25 anos; há cipós, trepadeiras e abundância de epífitas; serapilheira sempre presente, com intensa



decomposição; presença de sub-bosque menos expressivo que no estágio médio, encontrando-se espécies de rubiáceas, marantáceas e *Pteridophyla* (CONAMA, 1994a).



Figura 4.45. Foto obtida em campo, mostrando vegetação em estágio avançado de regeneração

#### *Floresta médio*

Vegetação em estágio médio de regeneração apresentando fisionomia arbustiva/arbórea, cobertura fechada com início de diferenciação em estratos e surgimento de espécies de sombra; altura média das árvores variando de 5 até 12 metros e idade entre 11 e 25 anos; sempre existe uma serapilheira, na qual há sempre muitas plântulas; sub-bosque presente; trepadeiras, quando presentes, são predominantemente lenhosas (CONAMA, 1994a).



Figura 4.46. Foto obtida em campo, mostrando vegetação em estágio médio de regeneração

#### *Floresta inicial*

Vegetação em estágio inicial de regeneração apresentando fisionomia herbácea/arbustiva, cobertura aberta ou fechada, com a presença de espécies predominantemente heliófitas; plantas lenhosas, altura média de até 5 metros e idade entre 0 a 10 anos; os indivíduos lenhosos ocorrentes pertencem a, no máximo 20 espécies botânicas por hectare; as espécies são de crescimento rápido e ciclo biológico curto; epífitas são raras, podendo ocorrer trepadeiras; ausência de sub-bosque; serapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não (CONAMA, 1994a).





Figura 4.47. Foto obtida em campo, mostrando vegetação em estágio inicial de regeneração

#### *Mangue*

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 confere uma fisionomia herbácea, ora dominada por espécies arbóreas dos gêneros *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia* (CONAMA, 1993).





Figura 4.48. Foto obtida em campo, mostrando manguezal

#### *Campo inundado*

Formações vegetais encontradas em áreas sujeitas a alagamento constante ou periódico causado por impedimento da drenagem por escoamento superficial ou infiltração, devido a fatores como depressões do terreno, existência de camadas impermeáveis próximas à superfície ou lençol freático elevado. Constituído por vegetação arbustiva ou herbácea natural da região ou introduzida.



Figura 4.49. Foto obtida em campo, mostrando local de ocorrência de campo inundado

#### *Agricultura*

Áreas de produção agrícola, ocupadas sazonal ou permanentemente com culturas agrícolas anuais, semi-perenes ou perenes.





culturas de inhame (frente)



cultura de aipim (frente) e coco (fundo)



culturas de maracujá (frente) e milho (fundo)



culturas de milho (frente) e coco (fundo)



cultura de goiaba



cultura de laranja

Figura 4.50. Fotos obtidas em campo, mostrando locais de ocorrência de áreas agrícolas (Fonte: Embrapa Solos)

*Pastagem*

Campo antrópico coberto por vegetação herbácea rasteira, com diferentes tipos de manejo, incluindo áreas abandonadas e degradadas.



Figura 4.51. Foto obtida em campo, mostrando área de pastagem

*Área urbana*

Áreas com estrutura urbana, caracterizadas pela concentração de núcleos populacionais.



Figura 4.52. Foto obtida em campo, mostrando núcleo urbanizado, comunidade de Guapiaçu, Cachoeiras de Macacu



*Solo exposto*

Áreas onde a cobertura vegetal foi removida.



Figura 4.53. Foto obtida em campo, mostrando solo exposto em corte de morro

*Afloramento rochoso*

Áreas com predominância de rochas expostas, em que a vegetação se encontra ausente ou ocorre em pequena densidade e apresenta porte baixo.



Figura 4.54. Foto obtida em campo mostrando afloramento rochoso (destaque em branco), Morro do Segredo em Cachoeiras de Macacu

### *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, predominando em clima subtropical ou temperado. Caracteriza-se por uma ruptura na seqüência natural das espécies presentes nas formações fisionômicas circunvizinhas. As comunidades florísticas próprias dessa vegetação são caracterizadas por endemismos (CONAMA, 1993).

A legislação (CONAMA, 1994b) define que os ambientes montanos ocupam a faixa de altitude situada entre 500 e 1500 metros, e os ambientes alto-montanos, acima de 1500 metros. Em virtude da existência de nuvens nas imagens que recobrem as áreas de altitude superior a 1.500m, dificultando a visualização de sua cobertura vegetal, utilizou-se como critério, classificá-las como áreas de ocorrência de campos de altitude. O traçado dessas áreas baseou-se na hipsometria das cartas planialtimétricas (IBGE, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e 2007; BRASIL, 1997).

Observa-se o predomínio de vegetação natural e áreas de pastagem (figura 4.51.), sendo que a vegetação natural está concentrada nas partes mais altas, em fragmentos maiores e contínuos e nas baixadas, recobrimdo morros e morrotes sob a forma de fragmentos; enquanto que as pastagens ocupam as baixadas e recobrem os morros;

As pastagens implantadas apresentam diferentes tipos de manejo, incluindo áreas abandonadas e degradadas. Algumas áreas de pastagem apresentam uso esporádico com agricultura.

Áreas de produção agrícola estão concentradas ao longo de rodovias e rios principais, em locais de mais fácil acesso, sendo que nas baixadas, em geral, cultivam-se olerícolas como inhame (*Colocasia sp.*), jiló (*Solanum gilo*) e quiabo (*Hibiscus esculentus*); feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e aipim (*Manihot sp.*), e também, frutíferas como goiaba (*Psidium guayaba*), maracujá (*Passiflora edulis*) e laranja (*Citrus sp.*), coco (*Cocos nucifera*) e banana (*Musa sp.*).

O manguezal existente na área de estudo concentra-se na foz do rio Macacu, na confluência da bacia do rio Macacu com a baía da Guanabara, constituindo Área de Preservação Permanente (APP) e está incluído na APA de Guapimirim.

Araújo e Maciel (1979) classificaram os manguezais da APA de Guapi-Mirim, como do tipo ribeirinho, que normalmente ocupam as aluviões ao longo dos rios e gamboas que drenam a área inundada periodicamente pelas marés. Esses manguezais, segundo as autoras, são caracterizados floristicamente pelas espécies arbóreas *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Avicennia schauerianna* Stapt. et Lecch (mangue preto) e *Laguncularia racemosa* Gaertn. (mangue branco) que ocupam as áreas sem, contudo, apresentar vestígio de zonação característica. A falta de zonação é atribuída à intensa derrubada de árvores ao longo das últimas décadas, conforme constatado por Pires (1986), sendo agravada pelos trabalhos da retificação dos principais rios que drenam os manguezais. Mesmo assim, são encontrados ainda, em números representativos, em áreas mais protegidas, indivíduos de *R. mangle* e *A. schauerianna* com até 15 metros de altura. Segundo ainda Araújo e Maciel (1979), é característica a presença de gramíneas, com destaque para *Spartina alterniflora* Loisel (*S. alterniflora*), normalmente ocupando a vasa lodosa, em faixas de 1 a 3 metros de largura à

frente da vegetação lenhosa. Em áreas mais internas é comum serem encontradas invasoras, como a arbustiva *Hibiscus pernambucensis* A. Cam (algodoeiro do brejo) e *Acrostichum aureum* L. (samambaia do brejo), que ocupam seções do manguezal desmatado sob substrato alterado que não oferecem condições para o repovoamento das espécies originais.

Observam-se, ainda, áreas sujeitas a alagamento sazonal (campos inundáveis), constituídas por vegetação arbustiva ou herbácea natural da região ou introduzida, como exemplo, a taboa (*Typha dominguensis*).

Alguns núcleos de ocupação urbana se distribuem pela bacia hidrográfica Guapi-Macacu, sendo que o principal é a sede do Município de Cachoeiras de Macacu. Porém, outras áreas urbanizadas dos Municípios de Guapimirim e Itaboraí também se inserem na área da bacia.

Há, também, áreas onde a cobertura vegetal foi removida, deixando o solo exposto e que podem ser ocupadas por atividades como agricultura (terra arada para plantio), mineração (por exemplo, extração de areia), reforma de pasto, corte e aterro, ou ainda, áreas sob processos erosivos.

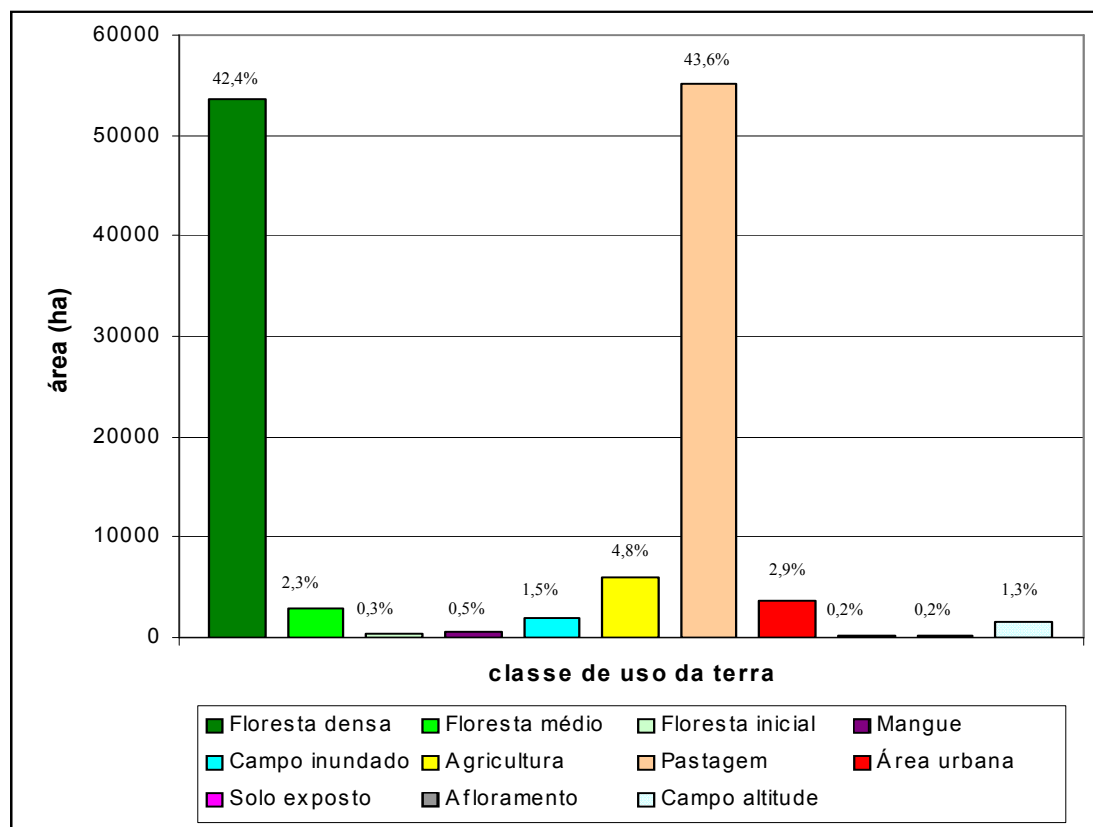


Figura 4.55. Gráfico mostrando a área das classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica Guapi-Macacu

No mapa de uso e cobertura da bacia hidrográfica Guapi-Macacu, além das classes mapeadas foram também, representados graficamente: a localização de uma área de deposição de lixo em Cachoeiras de Macacu (figura 4.56.), e em Itaboraí, a delimitação da área onde será



instalado o COMPERJ e do sítio arqueológico onde se encontram as ruínas do Convento São Boaventura, tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional / IPHAN. Esse convento começou a ser construído em 1660, sendo cronologicamente, a quinta construção conventual da Ordem Franciscana no Brasil (figura 4.57.).



Figura 4.56. Área de deposição de lixo em Cachoeiras de Macacu



Figura 4.57. Foto das ruínas do Convento São Boaventura, Itaboraí  
(Fonte: <http://banco.agenciaoglobo.com.br/Pages/DetalheDaImagem/?idimagem=12080>)

#### 4.6.1.1. Unidades de Conservação

No mapa de uso e cobertura da terra foram representadas graficamente as unidades de conservação federais, estaduais e municipal presentes na bacia hidrográfica Guapi-Macacu, que ocupam juntas 65 080 hectares (tabela 4.28.), o equivalente a 51,4% da área da bacia.

**Tabela 4.28. Unidades de conservação na bacia hidrográfica Guapi-Macacu**

| Nome da Unidade de Conservação                                 | Tutela | Jurisdição | Área na Bacia Hidrográfica Guapi-macacu (ha) |
|----------------------------------------------------------------|--------|------------|----------------------------------------------|
| Parque Estadual dos Três Picos                                 | IEF    | Estadual   | 24 352,64                                    |
| Estação Ecológica Estadual do Paraíso                          | FEEMA  | Estadual   | 4 946,11                                     |
| Parque Nacional da Serra dos Órgãos                            | IBAMA  | Federal    | 2 747,67                                     |
| Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Macacu              | FEEMA  | Estadual   | 19 494,90                                    |
| Área de Proteção Ambiental de Guapi-Guapiaçu                   |        | Municipal  | 14 593,53                                    |
| Área de Proteção Ambiental de Petrópolis                       | IBAMA  | Federal    | 5 763,34                                     |
| Área de Proteção Ambiental de Guapimirim                       | IBAMA  | Federal    | 1 501,59                                     |
| Área de Proteção Ambiental do Rio São João - Mico Leão Dourado | IBAMA  | Federal    | 1 066,32                                     |
| <b>Total (excluindo sobreposições)</b>                         |        |            | <b>65 080,03</b>                             |

A somatória das áreas individuais não coincide com a área total ocupada pelas unidades de conservação pois elas se sobrepõem parcialmente.

As unidades de conservação de proteção integral, que na bacia hidrográfica Guapi-Macacu são representadas pelo Parque Estadual dos Três Picos, a Estação Ecológica Estadual do Paraíso e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, ocupam juntas 32 449,5 hectares, ou aproximadamente, 25,6% da área da bacia.

As unidades de conservação de uso sustentável, que na bacia hidrográfica Guapi-Macacu são representadas pelas APA da Bacia do Rio Macacu, de Guapi-Guapiaçu, de Petrópolis, de Guapimirim e do rio São João – Mico Leão Dourado, ocupam, juntas, 47 073,4 hectares, ou aproximadamente, 37,2% da área da bacia Guapi-Macacu.

#### 4.6.1.2. Áreas de Preservação Permanente (APPs)

Para a delimitação das APPs da bacia hidrográfica Guapi-Macacu inicialmente foram excluídas as áreas que se encontram em unidades de conservação de proteção integral, considerando que essas unidades apresentam restrições de uso e ocupação específicos, definidos em seus planos de manejo.

Para o restante da área, as APPs foram delimitadas seguindo as normas preconizadas no Art. 2o do Código Florestal (Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei 7803 de 1989) e Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002.

As APPs são apresentadas graficamente (figura 4.58.), tendo sido delimitadas com base no material cartográfico disponível em escala 1:50 000 (IBGE, 1974, 1979a, 1979b, 1983 e 2007; BRASIL, 1997). O cálculo de área dessas APPs, bem como sua integração com o mapa

de uso e cobertura das terras da bacia hidrográfica Guapi-Macacu não foi realizado porque o material cartográfico não apresenta um nível de detalhe necessário para essa análise, uma vez que a maior parte das áreas de preservação permanente apresenta-se, nesta escala, com áreas muito pequenas.

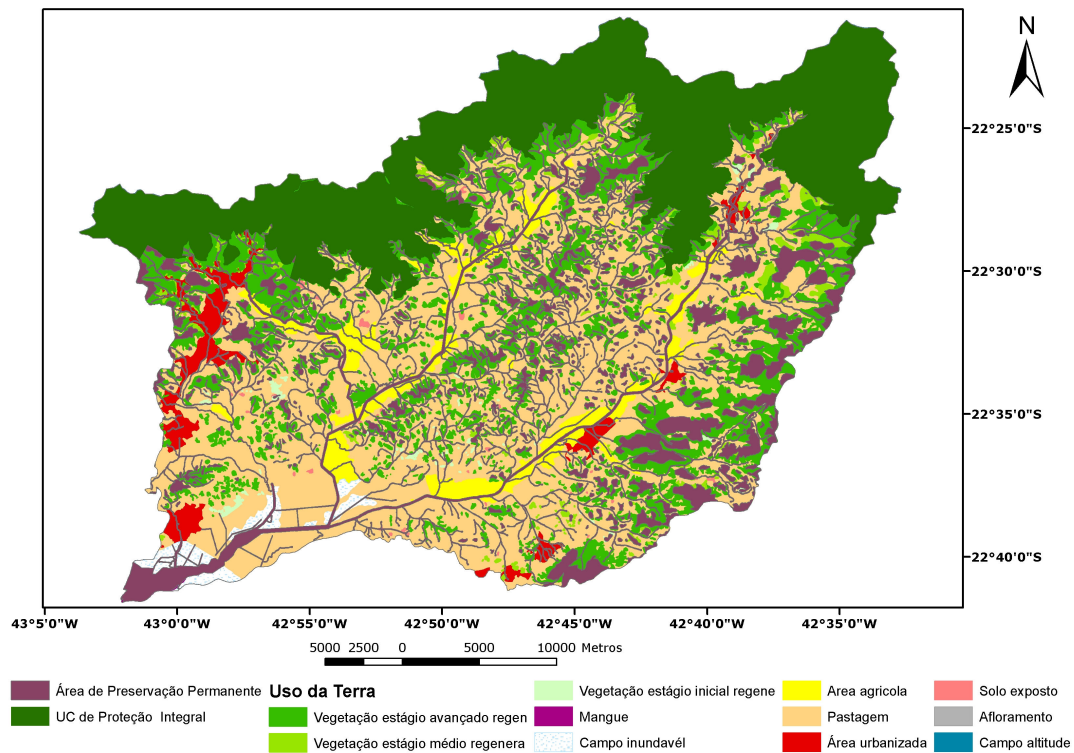


Figura 4.58. Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu

#### 4.6.2. Distribuição fundiária

Os dados disponíveis por localidade, fornecidos pela EMATER/ Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Rio de Janeiro referentes a levantamento realizado em 2002, mostram que o Município de Cachoeiras de Macacu apresenta maior número de propriedades rurais (14 830 propriedades que totalizam 40 432 ha) quando comparado a Guapimirim (131 propriedades que totalizam 16 981 ha).

As maiores propriedades (acima de 500 ha) em Cachoeiras de Macacu, se concentram em Guapiaçu (2 propriedades), Quizanga, Areal, Papucaia, Soarinho, Coco Duro, Subaio e Areia Branca (tabela 4.29. e figura 4.59.).

**Tabela 4.29. Maiores propriedades de Cachoeiras de Macacu****Fonte dos dados: EMATER**

| <b>Area</b> | <b>Local</b> |
|-------------|--------------|
| 1 885,0     | Guapiaçu     |
| 1 383,6     | Quizanga     |
| 958,6       | Areal        |
| 913,2       | Papucaia     |
| 901,0       | Soarinho     |
| 738,4       | Guapiaçu     |
| 672,0       | Coco Duro    |
| 609,8       | Subaio       |
| 606,2       | Areia Branca |

Em Guapimirim, as propriedades maiores que 500 há se localizam nas comunidades de Parada Modelo (3 propriedades), Cordovil, Vale das Pedrinhas, Citrolândia, Parque Agrinco, Paraíso (2 propriedades) e km 11 e 13 da rodovia Rio-Friburgo (tabela 4.30. e figura 4.59.).

**Tabela 4.30. Maiores propriedades de Guapimirim****Fonte dos dados: EMATER**

| <b>Area</b> | <b>Localidade</b>  |
|-------------|--------------------|
| 1 622,00    | Parada Modelo      |
| 1 010,00    | Km 11              |
| 832,60      | Cordovil           |
| 820,00      | Vale das Pedrinhas |
| 802,00      | Parada Modelo      |
| 743,90      | Parada Modelo      |
| 682,00      | Citrolândia        |
| 600,00      | Parque Agrinco     |
| 576,00      | Paraíso            |
| 547,20      | Paraíso            |
| 508,00      | Km 13              |

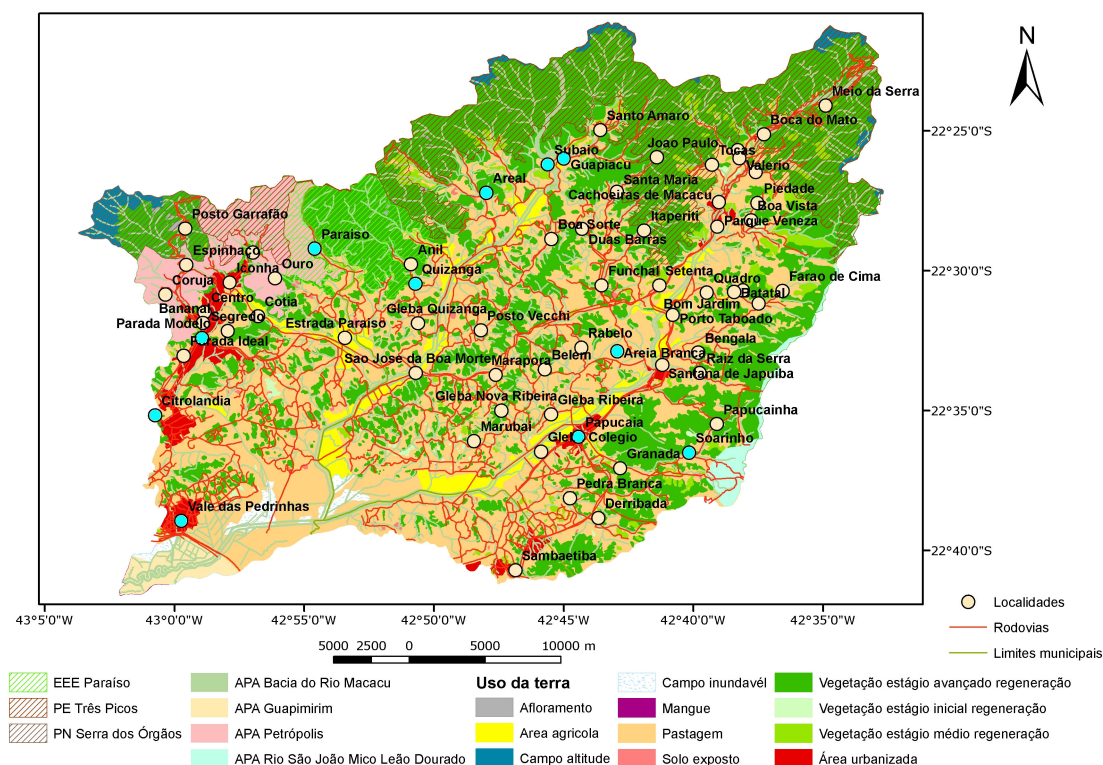


Figura 4.59. Comunidades onde se encontram as maiores propriedades na área da bacia hidrográfica Guapi-Macacu

As menores propriedades têm maior expressão na localidade de São José da Boa Morte, em Cachoeiras de Macacu (tabelas 4.31. e 4.32). Essa localidade é um assentamento que foi implementado em etapas, sendo o primeiro loteamento efetuado em 1981. Em seguida, foi ampliado para novas glebas, sendo atualmente dividido em oito glebas.

**Tabela 4.31. Localidades de Cachoeiras de Macacu em que mais de 50% de suas propriedades apresentam até 10 ha (retirados casos de localidades com apenas 1 propriedade)**

**Fonte dos dados: EMATER**

| Localidade          | Número de propriedades | Até 10 ha (%) | 10 a 50 ha (%) | 50 a 100 ha (%) | 100 a 500 ha (%) | 500 a 1000 ha (%) | Acima de 1000 ha (%) | Área total das propriedades (ha) |
|---------------------|------------------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|
| S.J. da Boa Morte   | 432                    | 83            | 16             | 0               | 0                | 0                 | 0                    | 3 083,30                         |
| Meio da Serra       | 4                      | 75            | 0              | 25              | 0                | 0                 | 0                    | 113,20                           |
| Agrobrasil          | 15                     | 67            | 20             | 0               | 13               | 0                 | 0                    | 783,50                           |
| Estreito            | 11                     | 64            | 27             | 9               | 0                | 0                 | 0                    | 169,20                           |
| Duas Barras         | 13                     | 62            | 31             | 0               | 8                | 0                 | 0                    | 556,60                           |
| Bom Jardim do Faraó | 9                      | 56            | 22             | 11              | 11               | 0                 | 0                    | 253,00                           |
| Maraporã            | 54                     | 52            | 44             | 4               | 0                | 0                 | 0                    | 782,90                           |

**Tabela 4.32. Localidades de Guapimirim em que mais de 50 % de suas propriedades apresentam até 10 ha (retirados casos de localidades com apenas 1 propriedade)**

| Localidade    | Número de propriedades | Até 10 ha (%) | 10 a 50 ha (%) | 50 a 100 ha (%) | 100 a 500 ha (%) | 500 a 1000 ha (%) | Acima de 1000 ha (%) | Área total das propriedades (ha) |
|---------------|------------------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|
| Bananal       | 3                      | 100           | 0              | 0               | 0                | 0                 | 0                    | 10,00                            |
| Caneca Fina   | 2                      | 100           | 0              | 0               | 0                | 0                 | 0                    | 3,00                             |
| Capim         | 3                      | 100           | 0              | 0               | 0                | 0                 | 0                    | 4,80                             |
| Centro        | 2                      | 100           | 0              | 0               | 0                | 0                 | 0                    | 7,40                             |
| Jardim        |                        |               |                |                 |                  |                   |                      |                                  |
| Guapimirim    | 3                      | 100           | 0              | 0               | 0                | 0                 | 0                    | 7,90                             |
| Limoeiro      | 3                      | 100           | 0              | 0               | 0                | 0                 | 0                    | 15,40                            |
| Parada Ideal  | 25                     | 76            | 16             | 0               | 8                | 0                 | 0                    | 694,50                           |
| Iconha        | 3                      | 67            | 33             | 0               | 0                | 0                 | 0                    | 33,10                            |
| Parada Modelo | 3                      | 67            | 0              | 0               | 33               | 0                 | 0                    | 110,30                           |

Fonte: EMATER

**4.6.3. Produção Agrícola do Município de Cachoeiras de Macacu**

Segundo dados obtidos no CEASA-RJ (Centrais de Abastecimento do Rio de Janeiro), a maior produção agrícola destinada ao mercado no Município de Cachoeiras de Macacu é de milho verde (*Zea mays*), seguido de inhame (*Colocasia* sp.), aipim (*Manihot* sp.) e goiaba (*Psidium guayaba*) (tabela 4.33.).



**Tabela 4.33. Produtos agrícolas provenientes de Cachoeiras de Macacu comercializados no CEASA-RJ em 2005**

| <b>Produto</b>    | <b>Produção 2005 (kg)</b> | <b>Produto</b>      | <b>Produção 2005 (kg)</b> | <b>Produto</b>   | <b>Produção 2005 (kg)</b> |
|-------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|
| Milho Verde       | 5 531 925                 | Banana Nanica       | 44 682                    | Chicoria         | 1 530                     |
| Inhame            | 4 006 830                 | Produtos Diversos   | 35 011                    | Pimenta          | 1 428                     |
| Aipim             | 2 919 200                 | Cajá                | 21 320                    | Coco Seco        | 1 406                     |
| Goiaba            | 2 341 899                 | Batata Comum        | 18 500                    | Espinafre        | 1 256                     |
| Jilo              | 1 411 425                 | Cenoura             | 16 050                    | Palmito          | 1 147                     |
| Banana Prata      | 1 117 460                 | Abacaxi             | 14 800                    | Cebolinha        | 1 130                     |
| Quiabo            | 763 952                   | Repolho             | 12 650                    | Coentro          | 1 070                     |
| Límao Taity       | 658 395                   | Feijão de Corda     | 10 815                    | Carambola        | 975                       |
| Coco Verde        | 477 628                   | Acerola             | 9 019                     | Brócolis         | 880                       |
| Berinjela         | 439 866                   | Beterraba           | 8 932                     | Tangerina Murkot | 837                       |
| Batata Doce       | 380 742                   | Mamão Havaí         | 8 792                     | Bertalha         | 710                       |
| Vagem Macarrão    | 343 530                   | Couve Flor          | 8 760                     | Laranja Baía     | 702                       |
| Laranja Lima      | 326 727                   | Laranja Natal       | 6 561                     | Salsa            | 660                       |
| Abobrinha         | 221 520                   | Alface              | 4 962                     | Batata Baroa     | 500                       |
| Pimentão          | 207 988                   | Caqui               | 4 500                     | Aipo/Salsão      | 320                       |
| Maracujá          | 158 640                   | Nabo                | 4 025                     | Jaca             | 300                       |
| Chuchu            | 129 076                   | Tangerina Comum/Rio | 3 780                     | Jambo            | 150                       |
| Vagem Manteiga    | 123 840                   | Ervilha             | 3 060                     | Abóbora Comum    | 127                       |
| Maxixe            | 92 574                    | Laranja Seleta      | 2 943                     | Acelga           | 110                       |
| Tangerina Ponkan  | 87 098                    | Cará                | 2 530                     | Feijão           | 80                        |
| Tomate Santa Cruz | 78 120                    | Couve Comum         | 2 460                     | Hortelã          | 54                        |
| Pepino            | 76 416                    | Agrião              | 2 376                     | Jaboticaba       | 48                        |
| Laranja Pera      | 48 411                    | Abacate Comum       | 2 090                     | Mostarda         | 45                        |
| Tomate Caqui/Maçã | 47 472                    | Manga               | 1 550                     | Louro            | 10                        |

Fonte: Dados obtidos em <http://www.ceasa.rj.gov.br>

A dinâmica da produção agrícola do Município de Cachoeiras de Macacu nos anos de 1999 a 2005, segundo dados do CEASA-RJ mostra que os principais produtos são milho verde, inhame, aipim e goiaba (figura 4.60.). O milho verde foi o produto de maior produção em todos os anos, exceto em 1999, ano em que a produção de inhame e a de aipim foi superior. Comparando-se os 10 produtos agrícolas de maior produção no período 1999 a 2005 e os 10 produtos de maior produção em 2005, observamos uma queda na produção de batata doce e vagem manteiga e um aumento da produção de coco verde e berinjela.



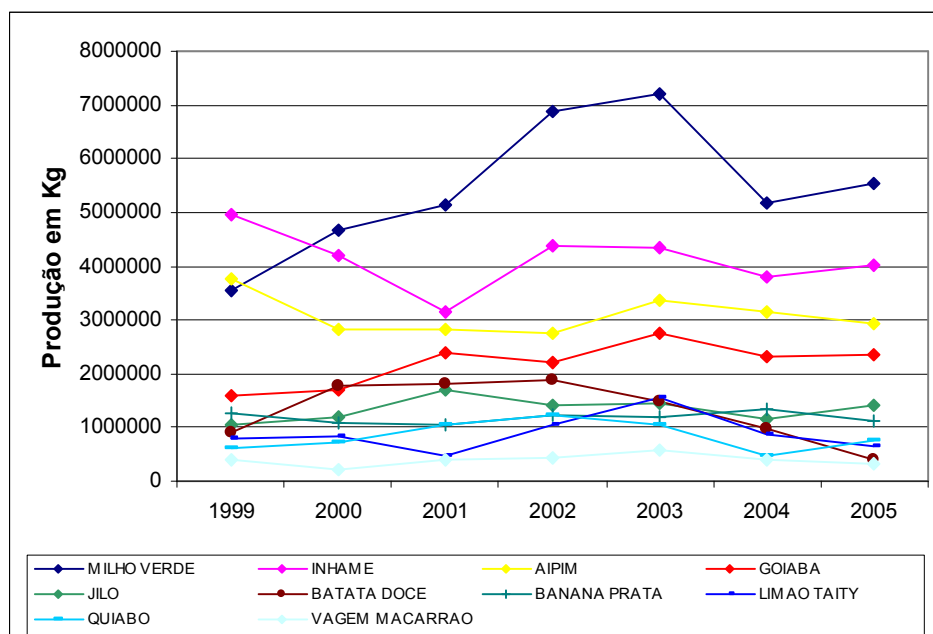


Figura 4.60. Dinâmica da produção dos 10 produtos agrícolas de Cachoeiras de Macacu mais comercializados no CEASA-RJ

#### 4.6.4. Produção pecuária do Município de Cachoeiras de Macacu

Os destaques da produção pecuária do Município de Cachoeiras de Macacu são dados pelo número de cabeças dos rebanhos (tabela 4.34.).

**Tabela 4.34. Efetivo do rebanho (cabeças) do Município de Cachoeiras de Macacu**  
Fonte: IBGE (2008)

| Rebanho  | 1991   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Asinino  | 150    | 45     | 50     | 60     | 60     | 120    | 120    | 135    |
| Bovino   | 27.000 | 36.700 | 34.546 | 33.090 | 34.210 | 32.091 | 33.200 | 31.300 |
| Bubalino | 300    | --     | 55     | 70     | --     | --     | --     | 41     |
| Caprino  | 400    | 760    | 710    | 750    | 850    | 980    | 500    | 540    |
| Codorna  | 20.000 | 35.000 | 45.000 | 50.000 | 35.000 | 25.000 | 50.000 | 91.200 |
| Coelho   | 150    | --     | 190    | --     | --     | --     | --     | 800    |
| Equino   | 3.000  | 2.100  | 1.990  | 1.400  | 1.870  | 1.920  | 2.100  | 2.700  |
| Galinha  | 6.500  | 1.400  | 1.500  | 1.800  | 1.500  | 1.700  | 2.000  | 4.000  |
| Galo     | 9.200  | 2.300  | 2.600  | 3.000  | 2.600  | 3.200  | 3.500  | 3.200  |
| Muar     | 950    | 750    | 800    | 900    | 800    | 850    | 1.000  | 815    |
| Ovino    | 1.200  | 550    | 560    | 580    | 670    | 900    | 1.400  | 1.630  |
| Suino    | 2.450  | 11.600 | 9.590  | 15.450 | 8.400  | 7.200  | 7.750  | 4.603  |

Há também produção de peixes e rãs no município. Segundo dados da Cooperativa Regional de Piscicultores e Ranicultores do Vale do Macacu e Adjacências (COOPERCRA), existem 14 ranicultores e 14 piscicultores.

#### **4.6.5. Atrativos turísticos no Município de Cachoeiras de Macacu**

O Município Cachoeiras de Macacu é dotado de diversos atrativos turísticos (tabela 4.35. e figura 4.61.), sendo sua maior parte relacionada aos rios, à vegetação e aos maciços da região, ou seja, predominam os atrativos de caráter natural.

Como o próprio nome do município indica, existem inúmeras cachoeiras na área. Segundo informações divulgadas pela Prefeitura Municipal, são mais de 80 cachoeiras, que variam de 3 a 80 metros de altura. A presença de um número tão expressivo de cachoeiras se explica pelo relevo extremamente acidentado e pela extensa rede hidrográfica da bacia do rio Macacu.

O Distrito de Cachoeiras de Macacu (1º Distrito) é o mais expressivo no que diz respeito ao turismo. Além de estarem presentes inúmeros atrativos turísticos, também há um grande número de equipamentos turísticos, como pousadas, hotéis e restaurantes, além de propriedades de veraneio. Neste Distrito destacam-se as localidades de Boca do Mato, Valério, Boa Vista e a própria cidade sede do município.

No 2º Distrito, denominado Japuíba, estão presentes diversos atrativos naturais, porém em menor número se comparado aos atrativos presentes no 1º e no 3º Distrito. Neste, as localidades de Bom Jardim, Faraó de Baixo e Faraó de Cima se destacam pela beleza paisagística e pela presença de alguns atrativos.

No Distrito de Subaio (3º distrito) estão presentes diversos atrativos naturais de grande beleza paisagística. O rio Guapiaçu e seus afluentes, em meio à vegetação preservada, promovem a presença de inúmeros poços e cachoeiras propícios para o banho, destacando-se a localidade de Guapiaçu, um pequeno bairro rural que concentra o fluxo de visitas no Distrito.

**Tabela 4.35. Principais atrativos naturais presentes por distrito no Município de Cachoeiras de Macacu****Fonte: CIGEO – Centro de Informações e Geoprocessamento da Fundação Macatur, Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu**

| <b>Distrito</b>                       | <b>Tipo</b> | <b>Nome</b>                 |
|---------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| Cachoeiras de Macacu<br>(1º distrito) | Cachoeira   | Cachoeira das Sete Quedas   |
|                                       |             | Cachoeira da Furna da Onça  |
|                                       |             | Cachoeira dos Três Desejos  |
|                                       |             | Cachoeira do Jequitibá      |
|                                       |             | Cachoeira Terceira Dimensão |
|                                       |             | Cachoeira do Tenebroso      |
|                                       |             | Cachoeira Alfa 5 – Tocas    |
|                                       | Poço        | Poço Samambaia              |
|                                       |             | Poço Lagoa Azul             |
|                                       |             | Poço do Paulo Rangel        |
|                                       |             | Poço do Valério             |
|                                       | Pedra       | Pedra do Caledônia          |
|                                       |             | Pedra do Faraó              |
|                                       |             | Pedra do Colégio            |
| Japuiba (2º distrito)                 | Poço        | Poço Quizanga               |
| Subaio (3º distrito)                  | Poço        | Poço Bertholdo              |
|                                       |             | Poço da Prainha             |
|                                       |             | Tanque Grande               |
|                                       |             | Poço Anil                   |

## Turismo

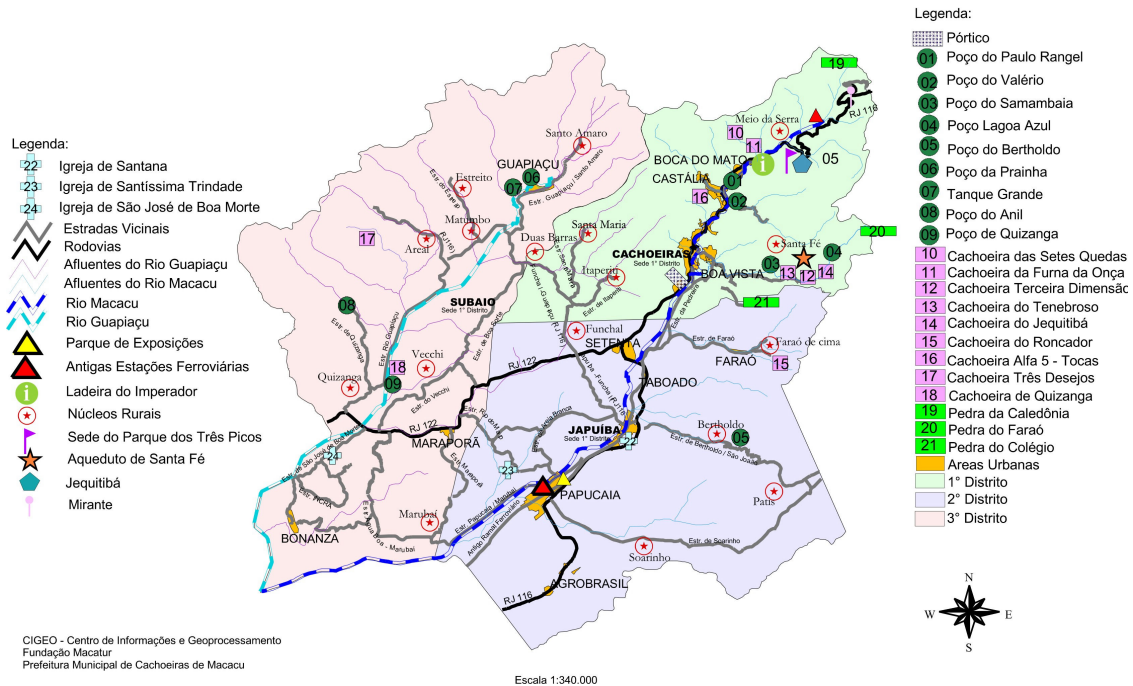


Figura 4.61. Localização dos pontos de interesse turístico

Fonte: CIGEO – Centro de Informações e Geoprocessamento da Fundação Macatur, Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu.

## Conclusão

Em síntese, o mapeamento de uso e cobertura da bacia hidrográfica Guapi-Macacu realizado, mostra que ocorre o predomínio de pastagem, seguido pela vegetação natural em estágio avançado de regeneração (floresta densa), ocupando, respectivamente, 43,6% e 42,4% da área total da bacia. Entretanto, deve-se ressaltar que praticamente a metade da área da bacia Guapi-Macacu (51,4%) encontra-se sob proteção legal através das Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável.

## Referências:

ARAÚJO, D.S.D, MACIEL, N.C. **Os Manguezais do Recôncavo da Guanabara**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1979.

BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico. **Rio Bonito**: folha SF-23-Z-B-V-2 MI-2746/2. 5. ed. Rio de Janeiro, 1997. Carta topográfica na escala 1:50.000.

BRASIL. Código Florestal. Lei Federal nº 4771, de 15 de setembro de 1965. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 de setembro de 1965.

BRASIL. Lei Federal nº 7803, de 18 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 de julho de 1989.

CONAMA (Brasil). Resolução nº 303 de 20 de março de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 de maio de 2002. Disponível em: < <http://www.fagaf.com.br/conama.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2006.

CONAMA (Brasil). Resolução nº 010 de 01 de outubro de 1993. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 de novembro de 1993. Disponível em: < <http://www.fagaf.com.br/conama.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2006.

CONAMA (Brasil). Resolução nº 06 de 04 de Maio de 1994. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de maio de 1994a. Disponível em: < <http://www.fagaf.com.br/conama.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2006.

CONAMA (Brasil). Resolução nº 012 de 04 de maio de 1994. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 de agosto de 1994b. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res1294.html>>. Acesso em: 05 dez. 2006.

FUNDAÇÃO INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (Rio de Janeiro). **Mapa de unidades de conservação**: Estado do Rio de Janeiro: agosto, 2002. Disponível em: <<http://www.ief.rj.gov.br/unidades/mapa/mapaucs.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2007.

IBGE. **Itaboraí**: folha SF-23-Z-B-V-1. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979a. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Itaipava**: dados digitais da carta topográfica na escala 1:50.000. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/#sub\\_download](http://www.ibge.gov.br/home/#sub_download)>. Acesso em 12 fev. 2007. Os dados foram publicados sob forma impressa em 1974.

IBGE. **Nova Friburgo**: folha SF-23-Z-B-II-4. Rio de Janeiro, 1974. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Petrópolis**: folha SF-23-Z-B-IV-2. 2. ed. Rio de Janeiro, 1979b. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Teresópolis**: folha SF-23-Z-B-II-3 MI-2716-3. 2. ed. Rio de Janeiro, 1983. Escala 1:50.000. Carta topográfica.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal – 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2006/default.shtm>. Acesso em 09 de junho de 2008.