

## Caracterização atual da cobertura florestal no estado do Rio de Janeiro em apoio ao planejamento ambiental

Vinicius da Silva Seabra <sup>1 2</sup>  
Elisa Penna Caris <sup>1</sup>  
Carla Bernadete Madureira Cruz <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Departamento de Geografia – Av. Athos da Silveira Ramos, 283, sala I-012  
Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brasil  
elisacaris@yahoo.com.br; vinigeobr@uol.com.br; carlamad@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/FFP – Depto de Geografia  
Rua Dr. Francisco Portela, 794 – CEP 24435-000 – São Gonçalo, Brasil

**Abstract.** The present work aims to analyze the situation of the forest fragmentation in Rio de Janeiro State. This work started from the land use and land cover map, in the scale 1:100.000, which was generated with 7 images of Landsat TM sensor, all obtained in August 2007. This map was generated using a fuzzy model based on the spectral analysis of the earth features behavior, including some manual editions that were made supported by survey information. The forestry, as other classes, were characterized by different object features (descriptors) using the Definiens Developer software. The scale 1:100.000 corresponds to 5ha of map detail. The analyses were included important information about protected areas, elevations data, classes of reliefs and geomorphology. All these data were analyzed together in a Geographic Information System (GIS). The study considered the distribution of the fragments along different classes of all these themes, which main objective is to understand the forestry patch. These results allow a preliminary and updated diagnosis of the situation of the Atlantic Forest in Rio de Janeiro State. The analyses showed that the current forestry remains of Atlantic Forest are located in areas of difficult access, mainly in mountainous or tops of hills. It was still observed the importance of the conservation of the forest remains for protected areas, mainly for an integral protection type.

**Palavras-chave:** Remote Sensing, Sensoriamento Remoto, Atlantic Forest, Mata Atlântica, Conservation, Conservação.

### 1. Introdução

Atualmente, em função do rápido crescimento da população humana e do uso desordenado dos recursos naturais, grande parte dos ambientes da Terra se encontra bastante modificada pelo homem. De acordo com dados do “Relatório de Avaliação Sistêmica do Milênio”, divulgado pela ONU em 2005 (apud Dias 2006), as atividades antrópicas estão mudando a diversidade da vida no planeta, sendo que a maioria destas alterações acaba por representar perda da biodiversidade.

Outra consequência das atividades humanas é a de que muitas áreas naturais que antes eram contínuas, hoje se apresentam fragmentadas alterando a estrutura da paisagem e resultando em mudanças na composição e diversidade das comunidades (Metzger 1999). A Mata Atlântica representa um triste exemplo desta realidade. Considerada um complexo de ecossistemas de elevada biodiversidade, ocupando originalmente 15% do território brasileiro e, atualmente, apresentando apenas 20% (Cruz et al. 2007) da superfície original, a maior parte já comprometida.

No estado do Rio de Janeiro, este bioma chegou a ocupar 98% do território fluminense. De acordo com a classificação da vegetação do IBGE (Veloso *et al.* 1991), a Mata Atlântica no estado está representada pela floresta ombrófila densa (abrangendo a Serra do Mar e da Mantiqueira); floresta ombrófila mista (encontrada nas regiões interioranas do planalto da Bocaina, por exemplo); floresta estacional semidecidual (que

se apresenta bastante fragmentada, podendo ser encontrada no vale do Paraíba, por exemplo); savana (cerrado – com ocorrência próxima à Resende); savana estépica (caatinga - encontrada nos maciços costeiros próximos a Cabo Frio); formações pioneiras (como mangues e restingas, por exemplo) e refúgio ecológico (os campos de altitude do maciço de Itatiaia).

Entretanto, a ação antrópica removeu grande parte desta cobertura e a maior parte dos remanescentes encontra-se na forma de pequenos fragmentos florestais. Atualmente, cerca de 50% da área do estado está ocupada por pastagens o que resulta em pressão sobre os poucos remanescente existentes. Em se considerando os adensamentos populacionais, a pressão exercida sobre os remanescentes é mais representativa na região metropolitana do Rio de Janeiro.

As unidades de conservação (UCs) aparecem então, como uma das estratégias mais importantes para proteção e conservação destes remanescentes florestais. A primeira UC criada no Brasil foi o Parque Nacional de Itatiaia, em 1937, protegendo cerca de 30.000 ha de floresta (IBAMA 1994). Representa uma das grandes áreas contínuas de Mata Atlântica e parte da sua preservação pode ser atribuída ao relevo em que se encontra. Localizada em áreas que podem chegar a mais de 2.000 m de altitude, essas regiões eram impróprias para uso agrícola ou pecuária, o que levou à manutenção das áreas florestadas.

Entretanto, segundo Ayres *et al.* (2005), da forma como se apresentam hoje, os Parques e Reservas não têm sido suficientes para preservar a diversidade biológica. As unidades existentes muitas vezes encontram-se isoladas, sem conexão com outras áreas vegetadas e acabam por se tornar “ilhas biológicas”, o que não garante a conservação em longo prazo da biodiversidade. Tem-se então buscado mudar o foco das estratégias de conservação para que o mosaico da paisagem, onde as redes de UCs estão inseridas, seja considerado (Metzger 2006).

Ao permitir uma visão integrada dos diferentes elementos envolvidos com o uso e ocupação do solo, as geotecnologias se tornam ferramentas importantes para a gestão dos remanescentes florestais. Entre estas tecnologias, o Sensoriamento Remoto (SR) a partir de imagens de satélites aparece como uma rica fonte de dados ambientais. Representa uma das formas mais viáveis e eficientes do monitoramento ambiental, tanto em escalas locais quanto em escalas globais, em função da visão sinóptica que as caracteriza e das facilidades de obtenção quanto à rapidez, eficiência e periodicidade (Vicens *et al.* 2001).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo analisar a situação dos fragmentos florestais do Estado do Rio de Janeiro, a partir do mapeamento gerado através de imagens Landsat TM de agosto de 2007, na escala 1:100.000 (com um nível de detalhamento correspondente a 5ha). As análises referentes à área dos fragmentos florestais em UCs, distribuição dos fragmentos ao longo de diferentes altitudes e relevos, permite um diagnóstico preliminar e atualizado da situação da Mata Atlântica do estado e uma orientação na gestão e formação de políticas públicas para estas áreas.

## **2. Área de Estudo**

O estado do Rio de Janeiro, com uma área de aproximadamente 43.700 km<sup>2</sup>, está totalmente inserido no Bioma Mata Atlântica. A existência de relevantes remanescentes florestais, dentre eles os que formam o corredor da Serra do Mar, garante a este estado um papel importante não somente no contexto político, econômico e cultural, mas também no contexto estratégico ambiental. A diversidade de ambientes encontrada no estado do Rio de Janeiro resulta na existência de variadas formações vegetais, que são

responsáveis por uma relevante parcela da biodiversidade deste bioma, além da manutenção de importantes funções ecológicas.

A figura 1 apresenta o estado do Rio de Janeiro e o resultado da extração de áreas florestadas a partir do mapeamento gerado na escala 1:100.000.

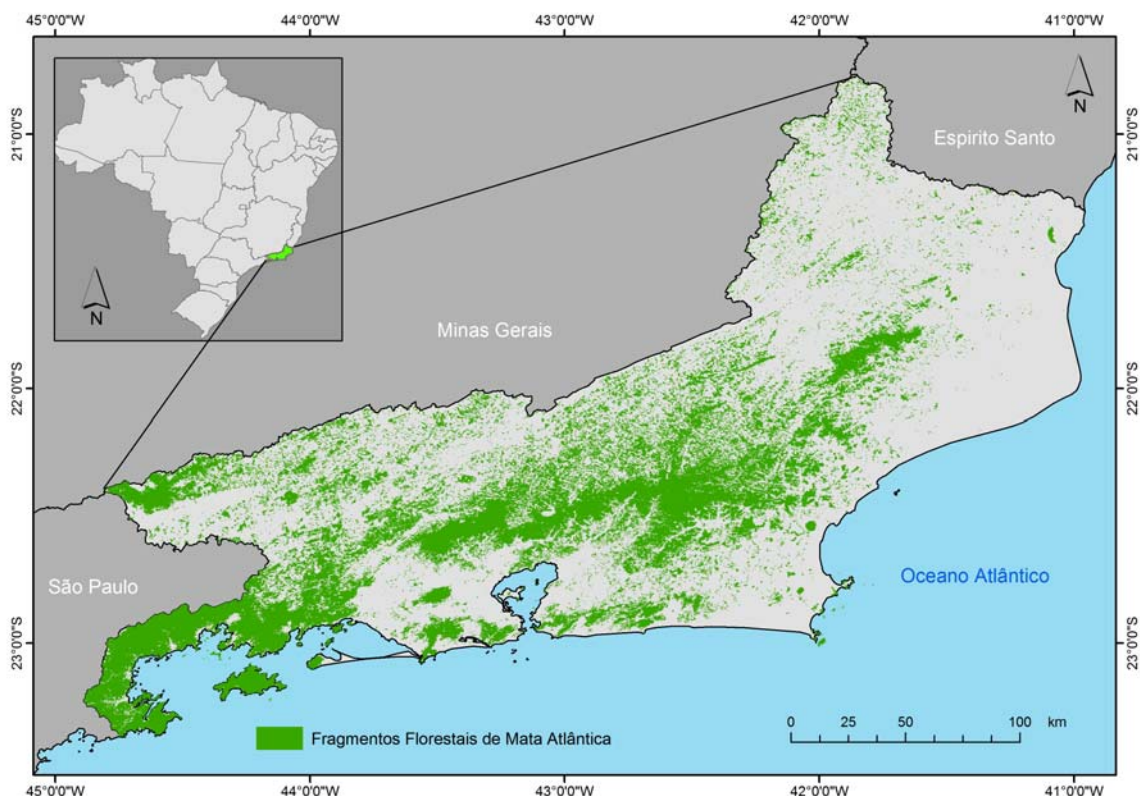


Figura 1: Localização dos remanescentes florestais no estado do Rio de Janeiro

A formação de uma grande diversidade de paisagens no estado do Rio de Janeiro é resultante, principalmente, da interação dos diversos aspectos relacionados aos eventos geológicos passados e de uma forte influência do clima no modelado do relevo. Como resultado dos eventos geológicos pretéritos são encontrados, no estado do Rio de Janeiro, escarpamentos com desnivelamentos superiores a 2.000m, maciços costeiros e interiores, maciços alcalinos intrusivos, planaltos residuais, depressões interplanálticas e outras formações.

As diversas mudanças e ações do clima ao longo dos últimos períodos geológicos contribuíram ainda mais para a formação destas diferentes paisagens. Isto porque estas alterações provocaram mudanças na intensidade dos processos erosivos e no nível médio dos mares, que juntas, foram responsáveis pela formação das bacias sedimentares, planícies fluvio-marinhas e costeiras presentes no estado do Rio de Janeiro.

### 3. Metodologia

A cobertura florestal do estado do Rio de Janeiro foi extraída do mapa de uso e cobertura da terra gerado pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto ESPAÇO, do Departamento de Geografia da UFRJ, no âmbito do Zoneamento Ecológico-Econômico do estado, ZEE-RJ. O referido mapa foi obtido através do uso de classificação orientada a objetos a partir de 7 cenas LANDSAT-TM, de agosto de 2007, apoiada por trabalhos de campo efetuados ao longo de 2008. O produto temático final tem a escala 1:100.000,

com precisão de posicionamento compatível com os padrões estabelecidos pelo PEC, classe C, para esta escala (o erro obtido no georreferenciamento de todas as cenas foi inferior a 60m). Essa técnica de classificação garantiu um alto grau de automatização no processo, tendo-se obtido mais de 92% de acertos para a classe floresta, o que otimizou a elaboração do mapeamento, minimizando bastante a necessidade de edição manual.

O resultado passou ainda por um processo de generalização final no sistema ERDAS, de modo a garantir uma melhor representação dos objetos em um mapa temático, eliminando ruídos, suavizando contornos e garantindo a determinação do melhor detalhe para a escala, considerado, no caso, uma área mínima de 5ha (escala 1:100.000). Os processos adotados foram: 1) aplicação de um filtro de moda com matriz 5x5 (*Focal Majority*); 2) uma regionalização através da função *Cluster*; 3) e a eliminação de áreas inferiores a 5ha (*Eliminate*).

Vale a pena ressaltar aqui que este produto é inédito e bastante atualizado, tendo uma importância muito grande no cenário estadual, alvo de profundas alterações. O nível de detalhamento e o grau de atualização alcançados possibilitam a efetuação de estratégias para planejamento e gestão, além de poder dar início a efetivas ações de monitoramento.

O mapa hipsométrico e o mapa de declividade do estado do Rio de Janeiro foram gerados a partir do uso das operações *reclassify* e *slope*, disponíveis no módulo *Spatial Analyst* do software ARCGIS 9.3®. O modelo numérico de elevação (MDE) adotado foi SRTM, versão 3. Os dados originais foram obtidos em formato matricial, com resolução radiométrica de 16 bits e espacial de 3 arcos por segundo (90m). Os MDEs foram adquiridos em formato HGT, projeção geográfica, elevações referenciadas para o geóide EGM 96 e datum horizontal WGS 84.

Através de bases de dados oficiais do IBAMA e órgãos estaduais foram adquiridos os limites das unidades de conservação federais e estaduais, classificadas ainda em unidades de proteção integral e de uso sustentável. O mapa geomorfológico do estado do Rio de Janeiro foi cedido pelo Laboratório Geoheco do Departamento de Geografia da UFRJ, coordenado pelo Profa. Dra. Ana Luiza Coelho Netto. Este mapa foi gerado no âmbito do ZEE-RJ a partir de manipulações sobre o MDE do SRTM. Foi usada a extensão TPI que pode ser acionada a partir do Arcview para extração das formas do relevo.

A partir da operação *combine*, encontrada no módulo *Spatial Analyst* do software ARCGIS 9.3®, foram realizadas tabulações cruzadas entre classes de declividade, unidades de conservação, hipsometria, formas de relevo provenientes do mapa geomorfológico e fragmentos florestais no estado do Rio de Janeiro. Tornou-se, portanto possível a quantificação das áreas dos fragmentos florestais localizados em áreas protegidas, segundo a esfera de administração (estadual ou federal) e por tipo de proteção e, ainda, dos fragmentos florestais por classes de declividade, classes hipsométricas e formações geomorfológicas.

Os resultados obtidos pelos cruzamentos das bases foram tabulados e analisados estatisticamente, de modo a facilitar a análise da distribuição da floresta no estado e do condicionamento de sua ocorrência por classe de cada um dos temas selecionados. Vale ainda ressaltar que todos os cálculos de área foram realizados utilizando a projeção cônica equivalente de Albers, a fim de se preservar os valores de área em detrimento da forma. A figura 2 apresenta o fluxograma das atividades desenvolvidas ao longo deste trabalho.

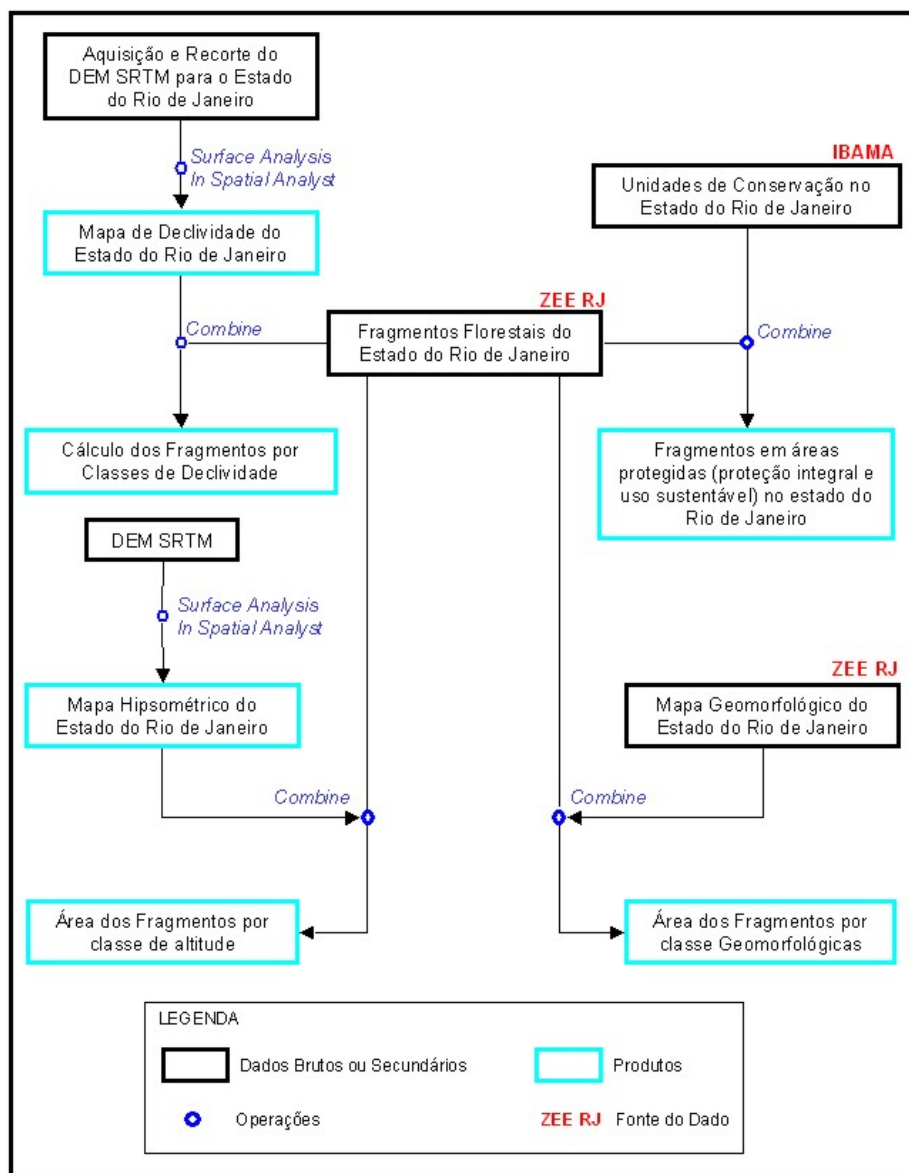


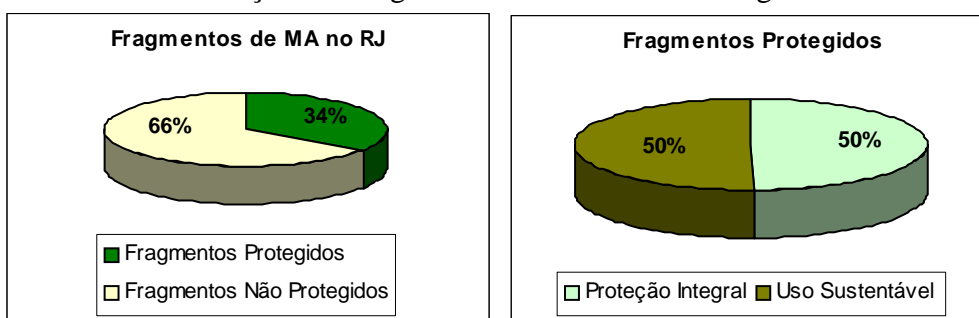
Figura 2: Fluxograma de atividades

#### 4. Resultados e Discussão

Dos 43.768 km<sup>2</sup> do território do estado do Rio de Janeiro, quase 28% são de florestas primárias e secundárias, estas últimas em estágios sucessionais classificados como médio e avançado. A distribuição atual dessas áreas florestadas está condicionada a existência de um mosaico de UC e da associação a um relevo movimentado, como é o caso da Serra do Mar. Foram identificados 10.700 fragmentos florestais, que compreendem cerca de 12.600 km<sup>2</sup>. A área destes fragmentos variou de 5 a 373.394,05 ha. Os fragmentos florestais com área superior a 100 ha contribuem com cerca de 84% do total da área florestada. Estes remanescentes estão representados por UC, indicando, a importância das destas na manutenção da cobertura vegetal do estado. Por outro lado, a maior parte dos fragmentos florestais (93%), apresenta área inferior a 100 ha, o que compromete a sustentabilidade destas áreas a longo prazo.

Considerando a análise por UCs, tem-se que apenas 34% dos fragmentos florestais estão protegidos, sendo que destes, 50% estão em unidades de proteção integral e 50% em unidades de uso sustentável (Gráficos 1 e 2). Destas UCs, mais da metade (61%) são de responsabilidade federal, enquanto que 39% são de responsabilidade estadual.

Gráficos 1 e 2: Situação dos fragmentos florestais de MA segundo as UCs.



Entretanto, isto não significa que estas UCs estejam totalmente ocupadas por fragmentos florestais. Nas UCs de uso sustentável, 81% da área não são florestadas. Nas UCs de proteção integral, este número cai para 19% (Gráfico 3).

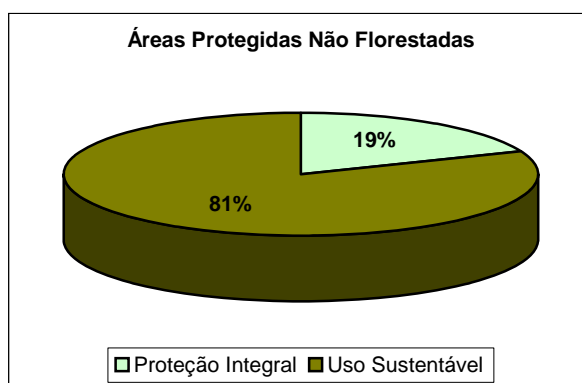


Gráfico 3: Porcentagem de área não florestada nas Unidades de Conservação.

Considerando a distribuição dos fragmentos florestais de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, segundo as mais comuns formações geomorfológicas do estado, e ainda, segundo as classes do relevo existentes, podemos afirmar que a distribuição das florestas está fortemente correlacionada às áreas colinosas e montanhosas, associadas a formas onduladas, fortemente onduladas ou muito movimentadas. Os gráficos 4 e 5 apontam as áreas planas e de ondulações suaves, com formações de planícies fluviais ou costeiras, como as superfícies menos florestadas no estado do Rio de Janeiro. Tais fatores estão muito fortemente correlacionados com as diferentes atividades econômicas que ocupam hoje, e ocuparam no passado, as áreas de domínio florestais da Mata Atlântica. A facilidade de acesso às áreas planas, em detrimento à ocupação das regiões de maior declividade, criou condições favoráveis para a construção deste quadro atual.

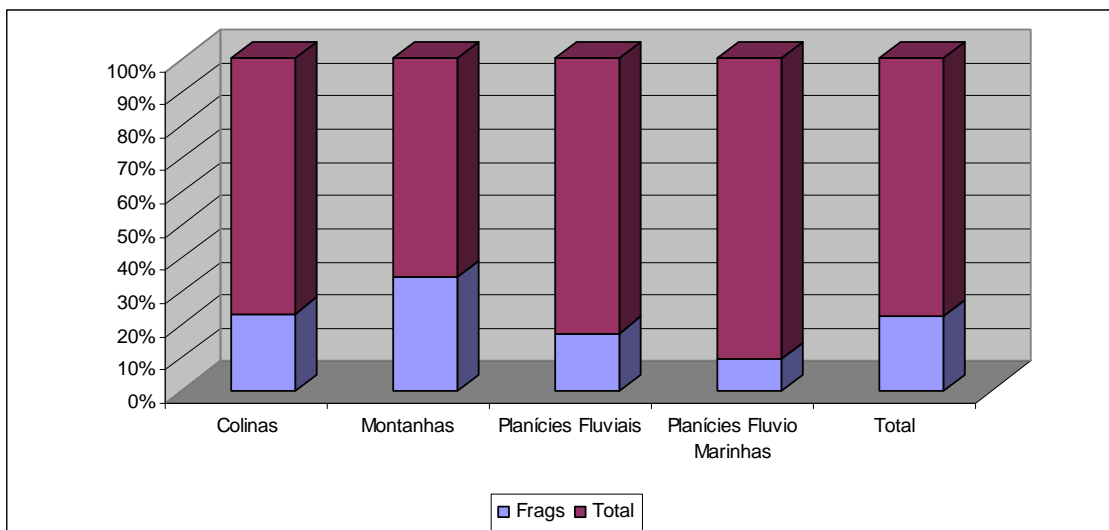


Gráfico 4: Distribuição dos Fragmentos Florestais de MA por classes geomorfológicas

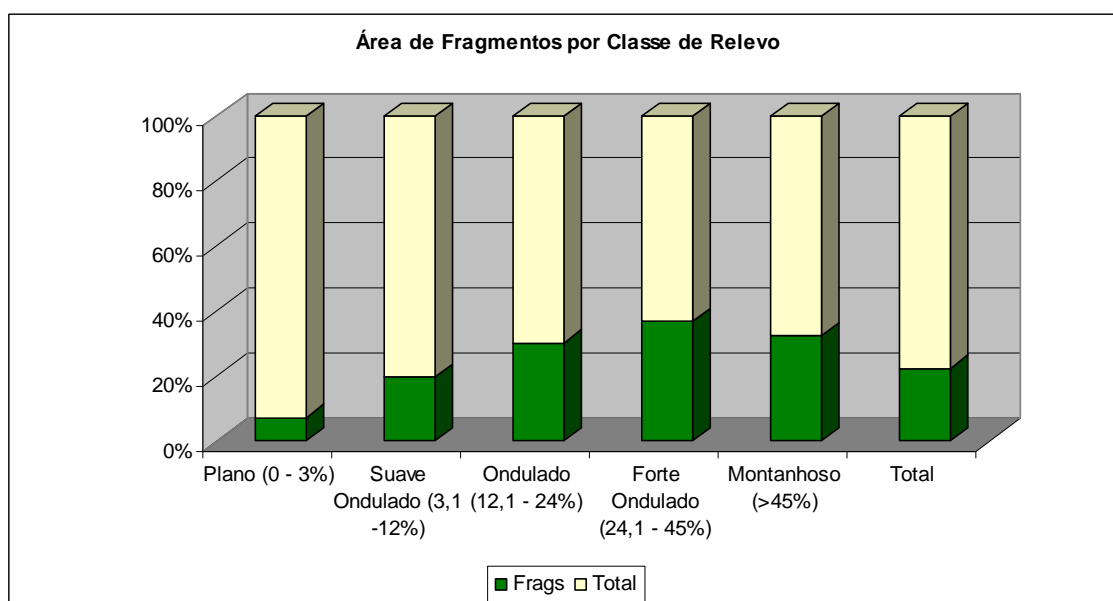


Gráfico 5: Distribuição dos Fragmentos Florestais de MA por classes de relevo

Podemos com isso afirmar que a preservação dos fragmentos florestais no Estado do Rio de Janeiro está extremamente relacionada com a conformidade do relevo. Áreas como topos de morros, em elevadas altitudes e em terrenos montanhosos, não são propícias para o desenvolvimento de atividades agropecuárias sendo, portanto, poupadas da degradação. Por outro lado, os poucos remanescentes que ainda persistem em áreas planas ou terrenos levemente ondulados estão sob forte pressão antrópica sendo merecedores de ações de preservação, conservação e manejo para garantir a sustentabilidade destes fragmentos e conseqüente manutenção da biodiversidade.

## 5. Conclusão

A geração de mapeamentos atualizados, precisos e detalhados se constitui em um grande desafio, principalmente para um país como o Brasil, com uma grande diversidade de ambientes e de dimensões continentais. Sendo assim, importante se faz a contribuição metodológica para a geração de produtos temáticos confiáveis e de elaboração otimizada, que apresente uma boa relação custo-benefício.

Ampliar o grau de automatização na classificação de mapas desta natureza é um dos alvos de grande interesse para diferentes áreas do conhecimento. Neste sentido, considerando-se ainda a necessidade crescente de monitoramento e caracterização da floresta, pode-se afirmar ser bastante significativa uma contribuição em mais de 90% de automatização para o seu mapeamento. Por outro lado, apesar da complexidade envolvida no processo, não basta extrair as áreas florestadas, é preciso analisar a sua distribuição e desenho.

Alterações de escala, e conseqüentemente de generalização cartográfica, promovem mudanças não somente nos cálculos de área dos elementos analisados, como também promovem alterações nos cálculos de métrica em geral. Os diferentes processos envolvidos na generalização promovem ainda diferentes e relevantes alterações nos resultados finais dos trabalhos relacionados a estes cálculos. Os processos de filtragem por uso da moda e de eliminação implicam em diferentes mudanças na forma dos polígonos, na supressão e união, e na eliminação de algumas feições. Com isso, deve-se destacar a dificuldade de se trabalhar com maior precisão a fragmentação da paisagem usando imagens de média resolução.

A área atual da Mata Atlântica encontra-se hoje reduzida e fragmentada, com seus remanescentes florestais localizados, principalmente, em áreas de difícil acesso, destacando-se neste caso as áreas de relevo movimentando à fortemente ondulado, áreas declivosas, nas regiões de montanhosas ou de topos de morros. Observa-se ainda, claramente, a importância da proteção dos remanescentes florestais por UCs, principalmente quando se trata das unidades de proteção integral, que neste caso mostraram-se mais eficientes que as unidades de uso sustentável.

### **Referências Bibliográficas**

- AYRES, M.; FONSECA, A.B.G.; RYLANDS, A.B.; QUEIROZ, H.L.; PINTO, L.P.S.; MASTERSON, D. & CAVALCANTI, R.B. 2005. *Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil*. Belém, Sociedade Civil Mamirauá.
- CRUZ, C.B.M.; VICENS, R.S.; SEABRA, V.S., REIS, R.B.; FABER, O.A.; ARNAUT, P.K.E & ARAUJO, M. 2007. Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis.
- DIAS, B.F. de S. 2006. Prefácio. In: *Biologia da Conservação: essências*. (C.D. Rocha; H.G. Bergallo; M.V. Sluys & M.A S. Alves, eds.). São Carlos, Ed. RiMa, pp. 11-21.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (1994) *Plano de Ação Emergencial para o Parque Nacional do Itatiaia*. Brasília, 91p.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE.
- METZGER, J.P. 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 71(3-1): 445-463.
- METZGER, J.P. 2006. Novas perspectivas de conservação baseadas na Ecologia de Paisagens. In: *Os avanços da botânica no início do século XXI – morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética*. (J.E. de A. MARIATH & R.P dos SANTOS orgs.). Porto Alegre. Sociedade Botânica do Brasil, pp. 453-456 Vicens et al. 2001.