

Classificação do Uso e Cobertura do Solo da APA do São João em uma abordagem orientada a objeto

Rafael Balbi Reis¹
Phillipe Valente Cardoso¹
Carla Bernadete Madureira Cruz¹
Raúl Sánchez Vicens²

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Depto. de Geografia – Grupo de Sensoriamento Remoto ESPAÇO
Ilha do Fundão, prédio CCMN, bl. I, s/ 012 – CEP 21941-590 – Rio de Janeiro, RJ.
{rafabreis, phillipevalente, carlamad@gmail.com}

² Universidade Federal Fluminense - UFF
Instituto de Geociências, Depto. de Geografia
Campus da Praia Vermelha, Boa Viagem, sala 524 - CEP 24210-310 – Niterói, RJ.
rcuba@vm.uff.br

Abstract. The present work proposes to present the land and use mapping of Environmental Protection Area (EPA) São João River in 1:50,000 scale based on object-based image analysis using TM/Landsat and CCD/CBERS images. The area is situated in the central-east region of Rio de Janeiro State, Brazil. These days, remote sensing in orbital base are the most useful method. The automatic product was generated using a fuzzy model based on the spectral analysis of the earth features behavior. A top-down approach was used. The classes at the same hierarchical level were analyzed and characterized by different object features (descriptors), part of which were personalized through a construction mode available by eCognition. The results of the whole classification, using the automatic process, became very good, a minimum work of edition was needed. The object-based image analysis showed better than usual models of classification. The dynamic of land use was influenced by pastures (40,8%) and forest (43,46%). And this forest was found in the hills top, proving the importance of relief in conservation fragments. There is no ciliar forest along the principal rivers. Nowadays the land and use maps are used to provide information to monitoring forest, helping with strategies actions for conservation of Atlantic Forest.

Palavras-chave: remote sensing, object-based image analysis, landcover mapping, sensoriamento remoto, análise orientada a objeto, mapa de uso e cobertura.

1. Introdução

O monitoramento sobre o uso e cobertura da terra é uma dos instrumentos mais importantes para se investigar e controlar os avanços da ocupação antrópica sobre os remanescentes florestais. As mudanças demográficas, econômicas e sociais continuam a exercer considerável pressão na redução destes remanescentes, demandando atenção no seu acompanhamento.

Intensamente degradada desde o início do processo de ocupação do território brasileiro, a Mata Atlântica atualmente é um dos biomas com maior índice de fragmentação, apesar de sua relevância quanto à diversas funções ambientais, ecológicas e sociais, tais como, a manutenção dos recursos hídricos e a retenção dos solos. Desta forma, um mapeamento atualizado do uso e cobertura da terra pode contribuir bastante nas ações e estratégias para conservação e recuperação dos ecossistemas.

A área alvo de interesse deste trabalho é a Área de Preservação Ambiental do Rio São João/Mico-Leão Dourado, que por se tratar de uma unidade de conservação de uso sustentável, apresenta um alto grau de fragmentação da floresta, principalmente nas áreas de baixada, que se encontram inseridas em um mosaico de atividades agropecuárias, com enfoque principal na pecuária extensiva. A relevância desta área se dá tanto por sua

biodiversidade, ampliada por um significativo grau de endemismo, quanto pelas importantes funções ecológicas que exerce na região em que se encontra inserida.

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

Dentre as formas de mapeamento de uso e cobertura, as classificações provenientes de Sensoriamento Remoto em base orbital são as mais utilizadas hoje em dia. Tais técnicas vêm trazendo incrementos de modo a aumentar o nível de automatização do processo, como é o caso da classificação orientada a objeto, que busca simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para a identificação das feições (CRUZ et al, 2007a). Este classificador é baseado na análise e modelagem de uma diversidade de atributos, que permitem a caracterização dos objetos, simulando uma interpretação visual, tendendo a suprir carências dos classificadores tradicionais.

Este trabalho objetiva apresentar a metodologia utilizada para o mapeamento do uso e cobertura da terra atual da APA do Rio São João na escala 1:50.000, baseada na técnica de classificação orientada a objeto, além dos resultados obtidos. Foram adotadas imagens orbitais do Landsat 5 TM e do CBERS-CCD.

2. Classificação orientada a objeto

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

Os métodos de classificação são usados para mapear áreas da superfície terrestre, delimitando porções que apresentam um mesmo significado (ou resposta) em imagens de sensoriamento remoto.

A informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, onde cada "pixel" tem as coordenadas espaciais x, y e a coordenada espectral L, que é representada pelos níveis de cinza. O conjunto de características espectrais de um "pixel" é denotado pelo termo "atributos espectrais".

O processo de classificação orientada a objeto utiliza os polígonos gerados na segmentação para definição dos objetos de imagem a partir de um conjunto de dados, no caso, as bandas. As características espectrais de forma e relações de vizinhança são as informações utilizadas na descrição destes objetos. A partir destes descritores os objetos podem ser agrupados em categorias com significado ou em classes temáticas (DEFINIENS, 2004).

Segundo Cruz et al (2007a), a classificação orientada a objeto busca simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para identificação de feições, baseada na descrição de padrões identificadores, tais como textura, cor, métrica, contexto. Segundo Campos (2005), a classificação orientada a objeto aplica as técnicas de classificação por divisão ou agrupamento de imagens e a partir desta segmentação da imagem são gerados polígonos chamados também de objetos. Segundo Medeiros (apud Campos, 2005.) um objeto denota uma entidade capaz de ser individualizada e única, com atributos próprios e com no mínimo as mesmas propriedades da classe que lhe deu origem, ou melhor, um objeto é uma materialização da classe.

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

Logo, a classificação orientada a objetos se inicia na segmentação de uma imagem, baseando-se em algum critério de similaridade, como textura, cor ou forma. Outra importante

vantagem é a possibilidade de se exercer a multisegmentação, gerando níveis hierarquizadas, incluindo ainda aspectos de multiresolução.

A classificação orientada a objetos considera muitos tipos de decritores, tratando-os como parâmetros caracterizadores dos objetos, tais como: cor, textura, tamanho, forma, padrão, localização, contexto, etc. Portanto, a inserção destes elementos, ou seja, do conhecimento do intérprete no processo, consiste em uma alternativa para a distinção de alvos que espectralmente apresentam dificuldades de serem mapeados. A caracterização dos objetos da imagem não pode limitar-se apenas a atributos espectrais, pois estes muitas vezes não conseguem delimitar objetos complexos (DEFINIENS, 2004).

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

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

3. Área de Estudo

A APA de São João/Mico-Leão-Dourado localizada na Região Centro Leste do Estado do Rio de Janeiro, possui uma área total aproximada de 1.507 Km², abrangendo as Reservas Biológicas de Poço das Antas e o Parque Ecológico Municipal Mico-Leão-Dourado (figura 1).

Dentro dos limites da APA se encontra o rio São João, principal responsável pelo abastecimento público de água na Região dos Lagos, além de possuir um grande potencial turístico. Na bacia do Rio São João, na qual a APA encontra quase que totalmente inserida, são encontrados cinco ecossistemas associados à Mata Atlântica (restinga, meio lacustre, floresta densa, mata ciliar e mangue). A bacia cobre cerca de 2.160km². Em sobreposição a área da APA encontra-se a Reserva Biológica de Poço das Antas, que abriga muitas espécies de animais ameaçados de extinção, além de ser o local onde se encontra a espécie bandeira Mico-Leão-Dourado, ameaçado de extinção, cuja proteção influencia em várias ações de conservação e recuperação da área.



4. Materiais e Métodos

Para a geração do mapa de uso e cobertura foram utilizadas uma imagem CBERS/CCD, com resolução espacial de 20m e com 4 bandas espectrais e uma Landsat/TM, com resolução espacial de 28,5m e com 6 bandas espectrais, referentes aos anos de 2006 e 2002

respectivamente. A imagem CBERS foi adquirida no site do INPE (www.inpe.dgi.br) enquanto a LANDSAT foi coletada no site da NASA (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>), ambas gratuitas (esta obtenção foi anterior à liberação do INPE de imagens LANDSAT). Antes de se iniciar o processo de classificação foi necessária a realização de diferentes funções de processamento digital de imagem (PDI).

O primeiro PDI realizado foi o tratamento radiométrico da cena CBERS através de um software americano disponível gratuitamente na WEB, chamado Hypercube. O processamento consistiu na substituição da banda do Infravermelho Próximo (banda 4) por uma banda sintética (obtida pelo modelo: $33R+33G+33B$) gerada através de uma operação matemática e na aplicação posterior de um filtro para a detecção de bordas que permitiu um significativo destaque dos alvos na imagem conforme figura 2 a seguir.

O segundo PDI foi o registro entre as imagens, de modo a permitir o ajuste geométrico entre as mesmas. Por se tratar de um arquivo ortorretificado, a imagem LANDSAT foi considerada a referência para o ajuste de posicionamento. Em seguida efetuou-se o registro da imagem CBERS (georreferenciamento) sobre a LANDSAT através do software Spring 4.3.3.

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

A segmentação no eCognition® é realizada através de uma técnica de crescimento de regiões a partir da rotulação inicial de cada pixel como uma região distinta ou objeto, os quais vão sendo sucessivamente fundidos em objetos maiores segundo critérios de homogeneidade (DEFINIENS, 2004). O limiar de crescimento das regiões é estabelecido pelo parâmetro 'escala', previamente definido, o qual delimita o máximo de heterogeneidade permitido para os objetos. Para um determinado parâmetro de escala, o tamanho resultante dos objetos dependerá das características dos dados utilizados na segmentação, mas em geral, quanto maior a escala, maior o tamanho dos objetos. Segundo Campos (2005), a segmentação prévia das imagens e o uso de lógica fuzzy (decisão pelo grau de pertinência que o objeto apresenta em relação a todas as classes) na classificação orientada a objeto aproximam-se do processo cognitivo humano, podendo melhorar significativamente a qualidade de um mapeamento automático como consequência da classificação mais acurada. Para geração do mapa em 1:50.000 selecionou-se o parâmetro de escala 10 para as imagens CBERS.

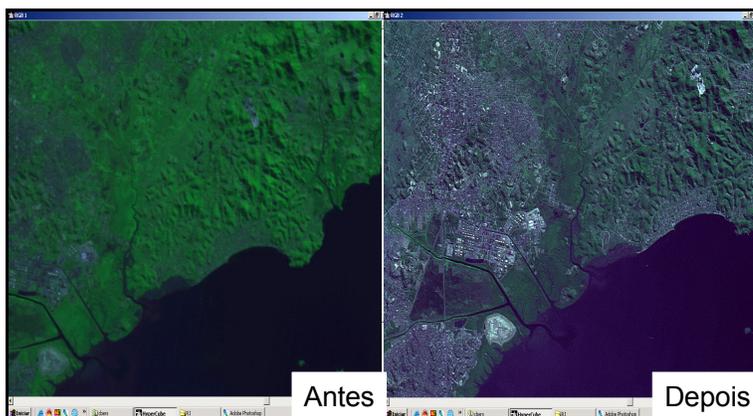


Figura 2. Imagem CBERS antes e depois do tratamento com o Hypercube.

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

Foi estruturada uma hierarquia de classes, em três níveis, de forma a aproveitar a propriedade de hereditariedade entre os mesmos. Um primeiro nível para garantir melhor a separação dos objetos escuros, como água e sombra, em relação aos demais; e um segundo nível separando dentro dos objetos não escuros (outros) feições com representação mais para rosa (normalmente antropizadas) das com representação mais para o verde (naturais). Finalmente, um terceiro nível especificando melhor as classes de interesse (legenda), como por exemplo, floresta densa clara, densa escura, vegetação em estágio inicial, conforme o apresentado na figura 3.

Desta forma, classes parecidas foram agrupadas em níveis mais elevados da hierarquia, sendo sucessivamente desmembradas em sub-classes. Esta estratégia possibilitou o tratamento das diferenças entre classes em pequenos grupos mais ou menos similares. As classes que se encontravam em um mesmo nível hierárquico foram analisadas e caracterizadas, prioritariamente através de modelos fuzzy, por diferentes descritores (object features), parte dos quais personalizada através do modo de construção disponibilizado pelo eCognition® (média e desvio padrão das bandas, razão entre bandas, brilho) (Cruz et al, 2007a). O algoritmo utilizado é essencialmente um procedimento de otimização heurística o qual minimiza a heterogeneidade média dos objetos da imagem para uma determinada resolução de toda a cena. A figura 4 apresenta o fluxograma de atividades.

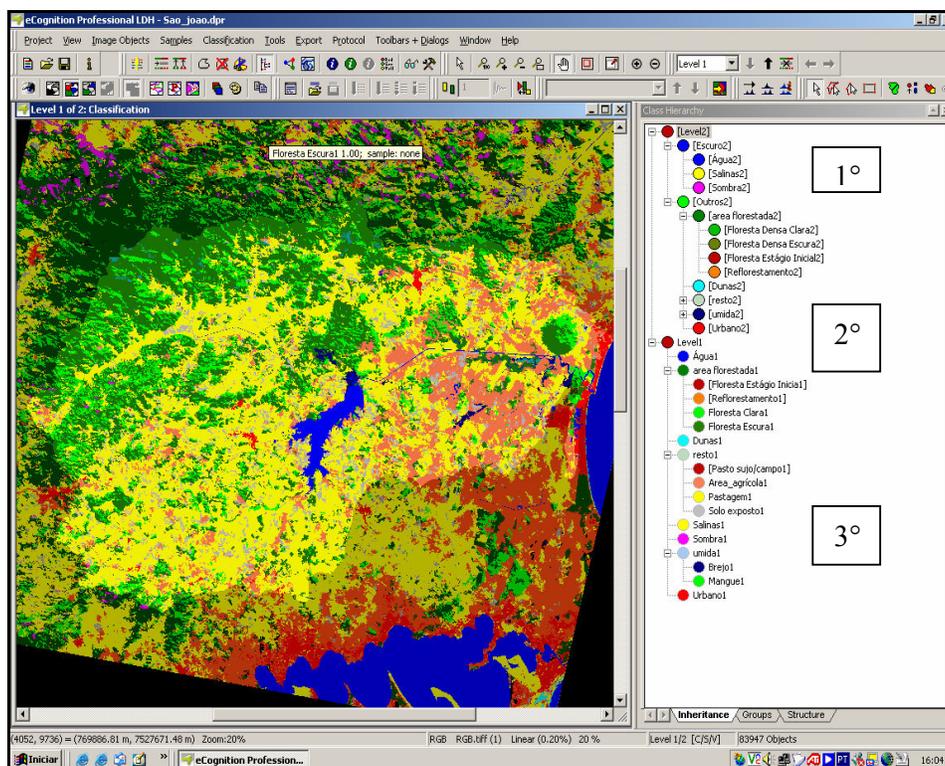


Figura 3. Hierarquia de classes construída em 3 níveis de classificação no eCognition®. Fonte: Arquivo pessoal.

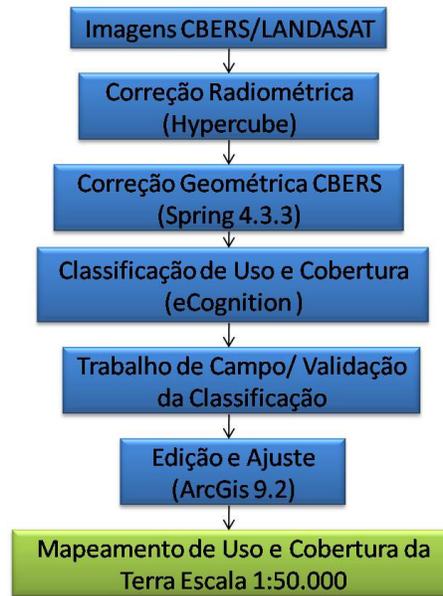


Figura 4. Fluxograma de atividades da primeira etapa da pesquisa.

5. Resultados

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

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

A partir do mapeamento de uso e cobertura da terra (figura 5) foram obtidas informações sobre o estado atual da cobertura vegetal e do uso na APA e municípios que a integram. A quantificação das classes de uso e cobertura da terra foi feita a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento com o *software* ArcGis 9.2. O resultado encontrado para cada classe surgiu a partir do somatório dos polígonos gerados na classificação dentro do eCognition®.

A tabela 1 apresenta as coberturas parciais das diferentes classes de vegetação e uso da terra na área.

Tabela 1. Estado atual da APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Classes	Área km ²	Percentual
Agricultura	108.76	7.23%
Pastagem+Varzea	46.45	3.09%
Area de ocupação	1.41	0.09%
Brejo	11.44	0.76%
Floresta	653.58	43.46%
Mangue	1.74	0.12%
Pastagem	613.62	40.80%
Solo Exposto	29.47	1.96%
Sombra	1.33	0.09%
Água	36.10	2.40%

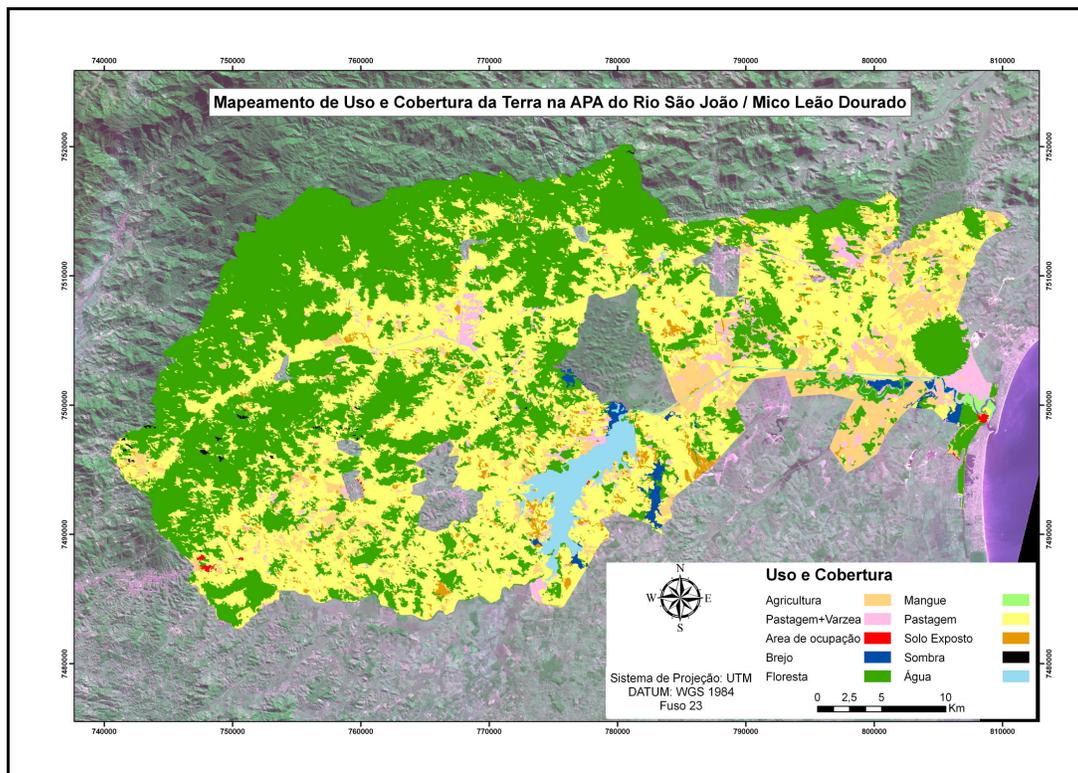


Figura 5.. Mapeamento de uso e cobertura da terra na APA do Rio São João/Mico-Leão-Dourado.

Com relação a distribuição das classes nota-se o predomínio da pastagem com aproximadamente 40,8% de cobertura da área e da floresta, com 43,5%, lembrando que esta classe engloba todos os estágios de sucessionais, excluindo apenas a capoeira que pode ser confundida com pasto sujo.

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

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

6. Considerações finais

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

A topografia se mostrou como uma forma de controle nos processos da superfície e é na Mata Atlântica que se encontra a maior influência do relevo, pois a maioria dos remanescentes se encontra nas partes elevadas.

A maior parte destas áreas fragmentadas encontradas na APA do Rio do João/Mico-Leão-Dourado foram protegidas pelas restrições impostas pelo relevo, fato que se torna evidente quando observada a parte da baixada (áreas de maior vulnerabilidade), onde a presença das atividades agropecuárias aparece com maior frequência também. Em termos de estratégias de recuperação acabam se tornando áreas prioritárias. Da mesma forma, pensando na manutenção das funções ambientais (ciclo hidrológico, por exemplo) as áreas serranas – onde estão localizadas as maiorias das nascentes - também merecem uma atenção na estratégia de conservação dos remanescentes.

Finalmente, o mapa de uso e cobertura da terra obtido pode ser utilizado em um sistema de informações geográficas para a efetuação de análises espacial que viabilizem operações de monitoramento e diagnósticos, além de estudos da paisagem relacionados ao mapeamento e quantificação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), por exemplo.

7. Referências Bibliográficas

- CAMPOS, M. A. **A Padrão E Dinâmica De Floresta Tropical, Através De Classificação Orientada A Objeto E Da Análise Da Paisagem Com Imagens Landsat**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2005.
- CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S.; SEABRA, V. S.; REIS, R. B.; FABER, O. A.; RICHTER, M.; ARNAUT, P. K. E. & ARAÚJO, M. **Classificação Orientada A Objetos No Mapeamento Dos Remanescentes Da Cobertura Vegetal Do Bioma Mata Atlântica, Na Escala 1:250.000**. In: **XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, 2007a. INPE, p. 5691-5698. 2007a.
- CRUZ, C. B. M.; REIS, R. B.; CARDOSO, P. V. & VICENS, R. S. **Influência do relevo na análise quantitativa dos remanescentes florestais da bacia do Rio São João**. In: **XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia**, Rio de Janeiro, 2007b.
- DEFINIENS, eCognition: user guide 3. 2004. 480 p. Disponível em: <http://www.definiens-imaging.com/down/ecognition>. Acesso em setembro de 2005.
- FUSHITA, A. T.; ARAÚJO, R. T.; PIRES, J. S. R. & SANTOS J. E. dos. **Dinâmica da Vegetação Natural e das Áreas de Preservação Permanente em Função das Ações Desenvolvimentista na paisagem**. In: **XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis, 2007. INPE, p. 3937-3944.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Tutorial do SPRING. 2006.
- PINHO, C. M. D.de; **Análise orientada a objetos de imagens de satélite de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos – SP**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos, 2005.