

Análise Orientada a Objeto no Mapeamento dos Estágios Sucessionais da Vegetação na Escala 1:25.000 – um Estudo de Caso da Rebio União, RJ.

Luana Santos do Rosário^{1,2}
Carla Bernadete Madureira cruz²
Luciana Mara Temponi³
Paulo Roberto Alves dos Santos³

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/FFP – Depto de Geografia
Rua Dr. Francisco Portela, 794 – CEP 24435-000 – São Gonçalo
luanasantosdorosario@hotmail.com

² Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ– Depto de Geografia
Av. Brigadeiro Trompowsky, s/n, CCMN, Ilha do Fundão – CEP 21941-590 – RJ
carlamad@gmail.com

³ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
Diretoria de Geociências – Coordenação de Cartografia
Av. Brasil, no.15.671 Bl. Tridente - Parada de Lucas - Rio de Janeiro – RJ – CEP. 21241-051
lutemponi@gmail.com, paulo.alves@ibge.gov.br

Abstract. Currently the Atlantic Forest has been considered one of the most threatened biome because of his fragmentation. A large number of Atlantic Forest's fragments is into areas with some kind of preservation. Therefore, the control and monitoring activities in this biome are crucial to prevent deforestation and degradation of their species. As well as, those kinds of studies have been helping to analyze its degree of development and to understand the dynamics of the region. Consequently the thematic mapping of land cover has been used in several studies in different areas: urban studies, social and environmental as inventories and ecological surveys. After all, it is an important tool for planning. This research had done part of a partnership between the UFRJ, the IBGE and the Canadian International Development Agency and aimed to prepare the first map of vegetation cover of a Conservation Unit in SIRGAS2000. For this, we used the modeling of knowledge implemented by the process of object-based image analysis with the differentiation of succession stages of forest. In addition to building up a legend of the land cover in the scale 1:25.000 and estimating the degree of automation with the process of classification. In this research we used the software Definiens Developer.

Palavras-chave: remote sensing, object-based image analysis, land cover mapping, modeling of knowledge, sensoriamento remoto, análise orientada a objeto, mapeamento de uso e cobertura, modelagem do conhecimento.

1. Introdução

O bioma Mata Atlântica é considerado um dos mais ameaçados devido ao seu estado crítico e à grande fragmentação de seus remanescentes – nele se concentra cerca de 70% da população brasileira. Distribuído ao longo de mais de 23° de latitude, este bioma é composto por uma série de fitofisionomias bastante diversificadas, determinadas pela proximidade da costa, variação do relevo e dos tipos de solo e regimes pluviométricos. Essas características foram responsáveis pela evolução de um rico complexo biótico.

Grande parte dos remanescentes de Mata Atlântica encontra-se em áreas com algum tipo de preservação. Nesse sentido, as reservas biológicas têm grande destaque por representarem unidades de preservação de uso indireto, configurando verdadeiros celeiros de espécies endêmicas. O controle e monitoramento dessas áreas são atividades muito importantes, seja para evitar desmatamentos e a destruição de suas espécies, seja para analisar o grau de evolução das mesmas e compreender melhor a dinâmica da região.

Nesse sentido, os mapeamentos temáticos de uso e cobertura da terra vêm sendo utilizados em vários estudos, em diferentes áreas do conhecimento: pesquisas urbanas, econômicas, sociais e ambientais, como zoneamentos, inventários e levantamentos

ecológicos; pois se trata de uma importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão.

Esse trabalho é fruto da parceria entre a UFRJ, o IBGE e a Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional no Projeto de Infra-estrutura Geoespacial Nacional, que teve como objetivo principal elaborar o primeiro mapa de cobertura vegetal, segundo o mapeamento sistemático na escala 1:25.000, para o datum SIRGAS2000. Para tanto, utilizou-se a modelagem do conhecimento implementada pelo processo de classificação orientada a objeto, numa tentativa de diferenciação dos estágios sucessionais da floresta. Além da elaboração de uma legenda de cobertura vegetal que atendesse a escala proposta, inédita para o IBGE, realizou-se no âmbito deste trabalho uma avaliação do grau de acertos obtidos com a automatização na classificação.

São vários os estudos que abordam e caracterizam os fragmentos florestais; no entanto, ainda há uma significativa carência de técnicas que viabilizem a detecção dos diferentes estágios sucessionais da floresta, minimizando os dispendiosos esforços de campo, e a definição de indicadores que auxiliem na percepção de níveis de degradação em escalas de paisagem.

2. Sensoriamento Remoto e Classificação Orientada a Objeto

O sensoriamento remoto vem a cada dia ganhando mais importância para planejadores, ambientalistas e pesquisadores ligados às Ciências da Terra, possibilitando a obtenção de dados, informações e características sobre determinadas regiões e os fenômenos que nelas ocorrem.

A utilização de modelos descritores de cobertura vegetal e de uso da terra, obtidos através do sensoriamento remoto vem alcançando bons resultados na avaliação do grau de transformação da paisagem, possibilitando a análise espacial e o cruzamento de diversos dados. Assim, a maior parte dos mapeamentos temáticos, dentre eles o de uso e cobertura do solo, é embasada em alguma forma de interpretação de fotografias e/ou imagens, sejam provenientes de sensores passivos ou ativos.

A classificação digital é uma das funções do processamento de imagens de sensoriamento remoto. Esse processo pode ser totalmente visual, o que demanda muito tempo de execução e cuidados com a padronização e uniformização de critérios; automático, bastante questionado pela baixa precisão dos resultados; ou ainda, semi-automático, que busca agregar vantagens dos dois processos anteriores, dando-se, normalmente, um espaço significativo para a etapa de edição manual.

Um dos grandes desafios do sensoriamento remoto na atualidade está relacionado com uma maior automatização da classificação das imagens. Nesse sentido, surgem os classificadores orientados a objeto. Este tipo de classificação, parte do princípio no qual o que diferencia um objeto do outro é o contexto – classificação contextual. Assim, é possível se ter uma maior interação do intérprete no processo, buscando simular técnicas de interpretação visual através da modelagem do conhecimento para a identificação de feições. Este tipo de classificação ainda permite a utilização de outros parâmetros, tais como: cor, forma, textura e tamanho, aumentando o número de variáveis a serem consideradas na diferenciação das classes.

3. Estágios Sucessionais da Vegetação

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1993) estabeleceu, através da Resolução de nº 10 de 1 de Outubro de 1993, uma série de parâmetros para a análise da sucessão da Mata Atlântica, entre eles: a fisionomia; os estratos predominantes; a altura das árvores; a diversidade, o sub-bosque, a existência de serrapilheira, entre outros.

Com base nesses parâmetros, foram assumidos os seguintes conceitos:

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

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

Segundo a mesma resolução, os estágios de regeneração da Vegetação Secundária foram divididos em: estágio inicial, estágio médio e estágio avançado. Esta resolução do CONAMA foi colocada em vigor para auxiliar na preservação da flora e fauna silvestres ameaçadas de extinção, da vegetação de excepcional valor paisagístico, dos corredores entre remanescentes e do entorno de unidades de conservação.

4. Área de Estudo

A área de estudo consiste na folha do mapeamento sistemático brasileiro na escala 1:25.000, referente à Reserva Biológica União (figura 1).

A REBIO União é uma Unidade de Conservação de proteção integral que foi criada pelo decreto de 22 de abril de 1998, com o objetivo de assegurar a proteção e recuperação de remanescentes da Floresta Atlântica e formações associadas, e da fauna típica, que delas depende, em especial o mico-leão-dourado. Sua área é de 3.126 ha e localiza-se na região da baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro, nos municípios de Rio das Ostras (53%), Casimiro de Abreu (46%) e Macaé (1%).

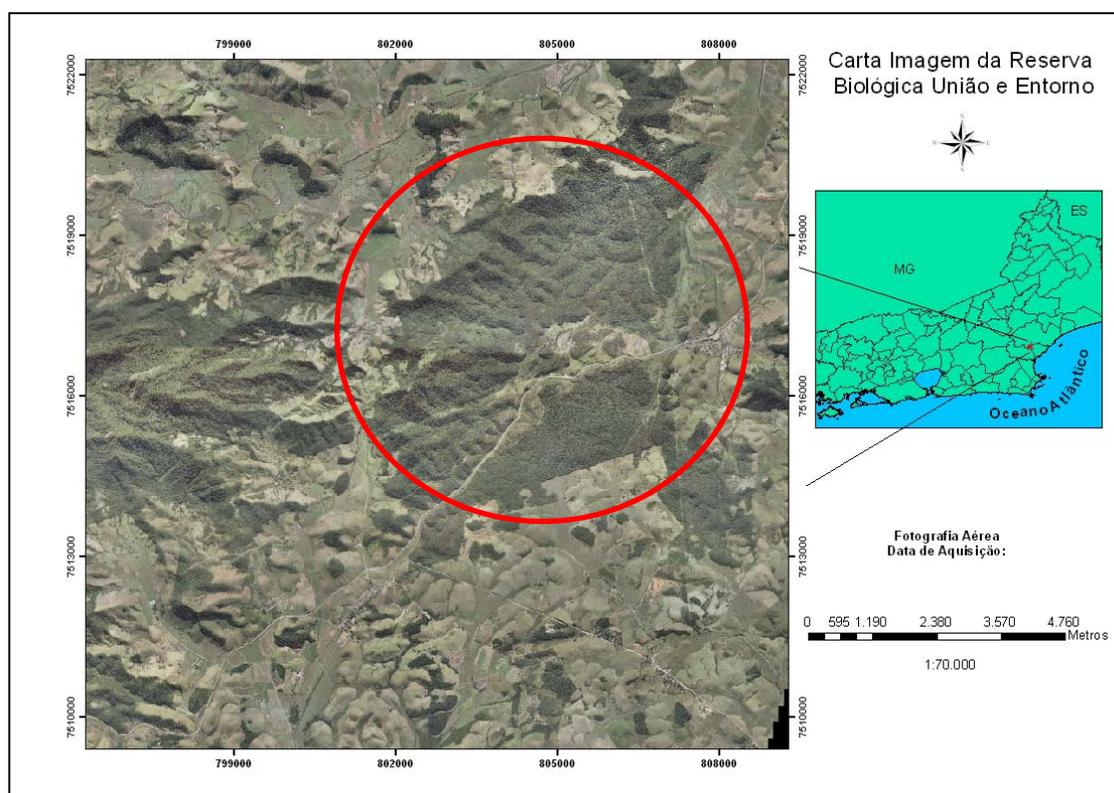


Figura 1: Folha 1:25.000 da Reserva Biológica União

Essa reserva abriga um fragmento de floresta atlântica de baixada em excelente estado de conservação e que, deste modo, se revela extremamente importante para a ampliação da área em que podem ser reintroduzidas populações de mico-leão-dourado (IBAMA, 2008).

3. Matérias e Métodos

3.1 Materiais

O sistema *Definiens Developer* foi criado, prioritariamente, para atender à classificação de imagens de alta resolução numa abordagem orientada a objetos. Apresenta um ambiente para a classificação de imagens que possibilita a adoção de segmentação em diferentes níveis de escala, todos hierarquizados, a utilização de descritores variados, disponibilizados ou construídos, a elaboração de uma modelagem que possibilita uma maior participação do intérprete, através da definição dos melhores descritores e tipos de modelos que permitam a caracterização de cada. São utilizados modelos booleanos e/ou fuzzy, além da relação entre níveis, garantindo a hereditariedade entre classes.

Outro sistema adotado foi o *ArcGis 9.3*, que foi utilizado no processo de edição final e validação da classificação, através do cruzamento dos produtos gerados, sem edição e editado, e na confecção dos layouts.

O georreferenciamento das imagens foi efetuado no sistema Spring 4.3.3.

As imagens utilizadas na classificação foram:

- *AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-2)* que se constitui no sensor radiométrico multiespectral que integra o satélite japonês ALOS (Advanced Land Observing Satellite). Esse sensor possui 3 bandas do visível e uma do infra-vermelho próximo e tem resolução espacial de 10m.
- *LANDSAT TM-5*, sistema sensor americano, antigo, que possui 7 bandas (das quais 6 foram utilizadas, excluindo a do termal) com resolução espacial de 30m. Este sensor foi utilizado por apresentar uma maior resolução espectral, auxiliando assim na identificação dos alvos.

3.2 Métodos

Os fluxogramas apresentados nas figuras 2 e 3 apresentam, de forma estruturada, as atividades realizadas. O primeiro relaciona mais especificamente as etapas realizadas no sistema *Definiens* para a classificação das imagens, enquanto o segundo apresenta as etapas efetuadas no sistema de informações geográficas *ArcGIS 9.3*.

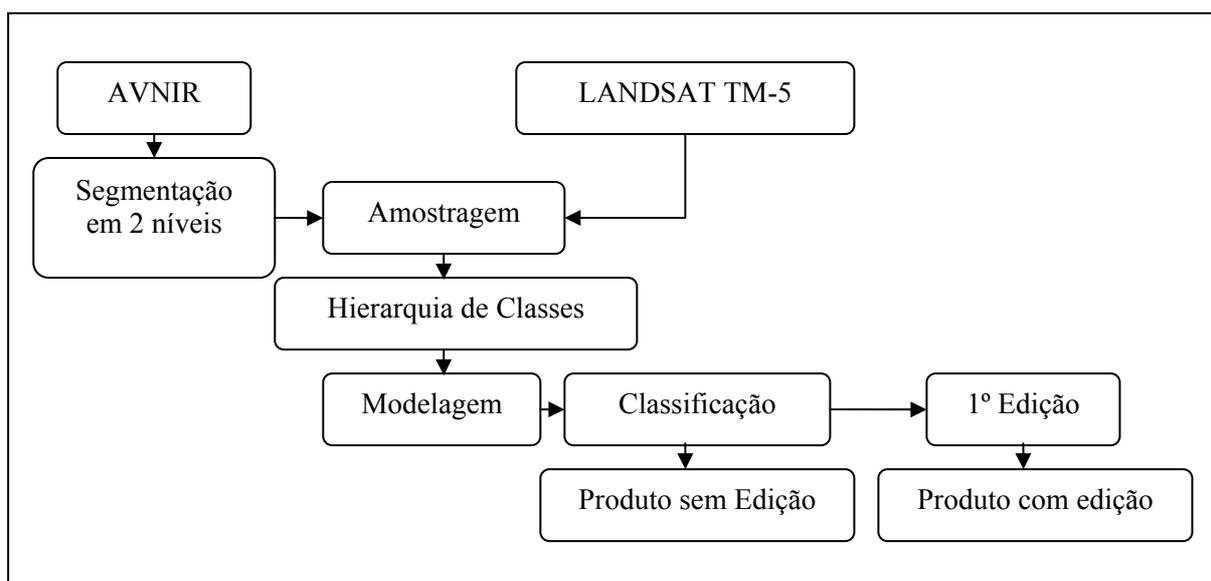


Figura 2: Fluxograma de atividades efetuadas no sistema *Definiens Developer*

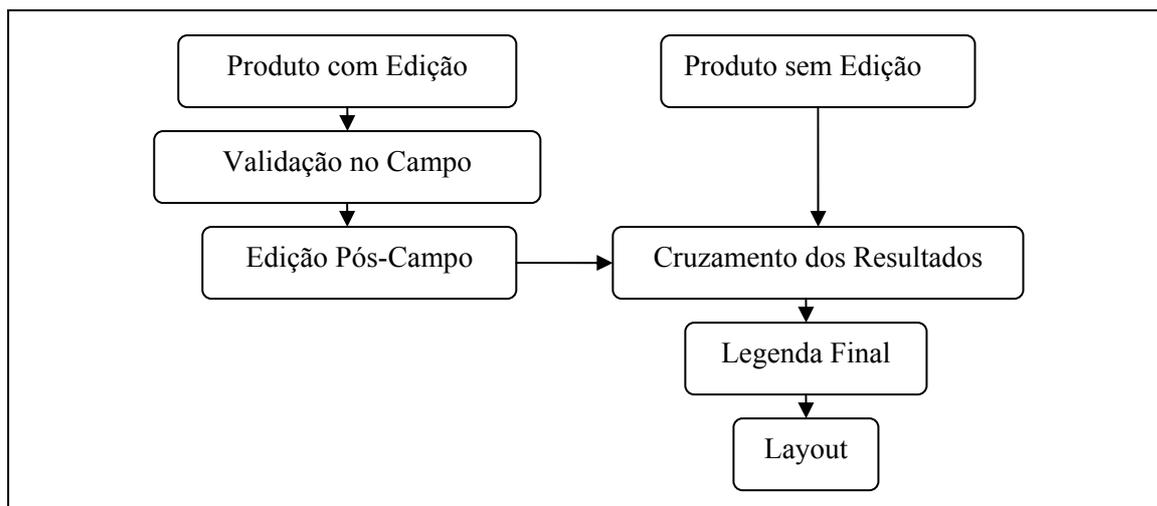


Figura 3: Fluxograma de atividades efetuadas no sistema ArcGIS

A tabela 1 mostra os descritores que foram utilizados para a modelagem da cobertura vegetal nos limites da reserva. Os modelos utilizados são, em grande maioria, *fuzzy*, o que permite a uma transição mais gradual de uma classe para outra (figura 4). Foi utilizado um modelo *booleano* por exclusão para cada nível da hierarquia de classes (not) para que não ocorressem áreas não classificadas. Através da tabela 1 pode-se perceber a grande utilização de descritores do sistema sensor Landsat 5-TM.

Tabela 1: Descritores utilizados nas classes dentro da reserva.

	Várzea	Reflorestamento	Veg. Avançada	Veg. Média	Veg. Inicial
Média b1 avnir	X				
Média b2 avnir	X	X			
Média b3 avnir					X
Média b4 avnir	X	X			X
desvio b2 avnir		X			
desvio b4 avnir		X			
Brilho avnir					
NDVI avnir					
desvio b4 landsat		X			
Média b1 landsat	X	X	X		
Média b2 landsat		X	X		X
Média b3 landsat	X	X	X		
Média b4 landsat	X	X	X		X
Média b5 landsat					X
Média b7 landsat					X
Booleano (not)				X	

O resultado da classificação orientada a objetos, gerado de forma automatizada, foi preservado para posterior comparação com o arquivo final editado. Este cuidado possibilitou a comparação entre os dois produtos e a verificação do grau de automatização alcançado no processo, por classe de uso e cobertura da terra. A edição final e o cruzamento entre os mapas foram realizados no sistema ArcGIS 9.3.

As edições efetuadas no mapeamento foram embasadas por levantamentos obtidos em trabalho de campo, cuja estruturação das informações serviu para a criação de um banco de dados georreferenciados para a área (figura 5). Foram percorridos no trabalho de campo,

aproximadamente 185 Km, além de coletados 108 pontos de observação. Após as edições definiu-se uma legenda simplificada para apresentação do mapa final e gerou-se o layout na escala 1:25.000 (figura 6).

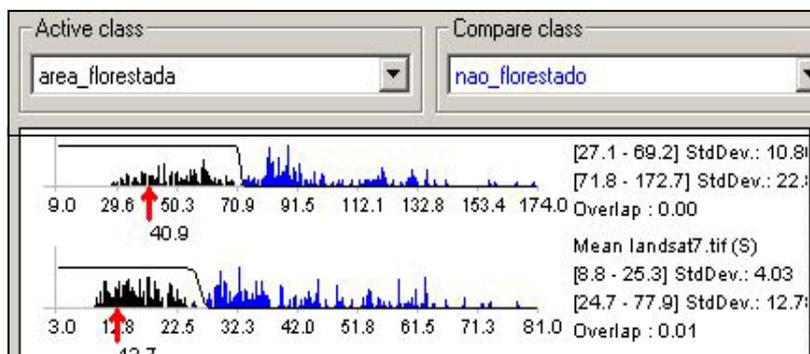


Figura 4: Modelagem Fuzzy

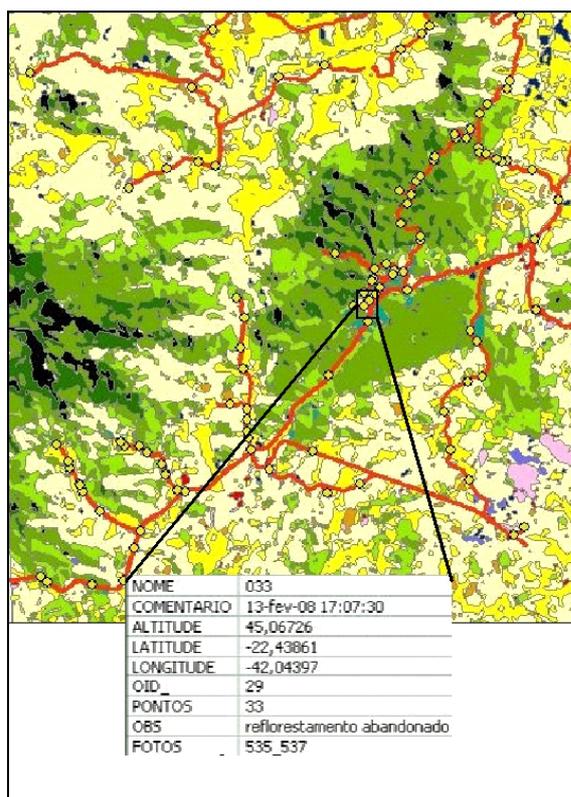


Figura 5: Produto sem edição e banco de dados geográfico.

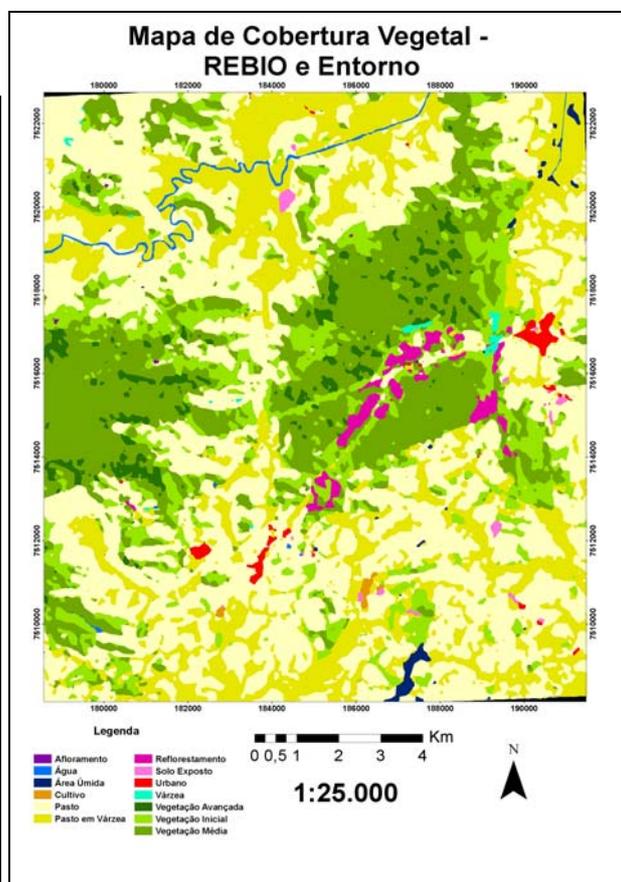


Figura 6: Produto final editado.

4. Resultados

O mapeamento possibilitou uma caracterização da área quanto às classes de uso e cobertura da terra. No entorno da reserva observa-se que as classes mais representativas foram a pastagem e a pastagem associada às áreas de várzea, que juntas somam mais de 61% da área da folha. Já a soma das classes relativas aos diferentes estágios sucessionais da floresta, inicial, médio e avançado (restritas aos limites da REBIO), representam 35% da folha, enquanto as áreas de eucalipto ocupam apenas 1% da folha.

O cruzamento dos mapas obtidos com e sem edição, apresentou que 21% da área necessitou da efetuação de edições manuais (figura 5). Analisando três áreas onde os erros tiveram maior concentração, pode-se descrever os seguintes problemas como os mais significativos:

- Área 1: Influência da presença de sombras densas causadas por um relevo íngreme;
- Área 2: Pastagem em várzea desconectada, muito semelhante à pastagem em morros;
- Área 3: Presença de nuvens e sombras, que tiveram que sofrer edição manual;

Logo, uma parte significativa dos erros possui justificativas que não remetem diretamente a problemas na modelagem das classes.

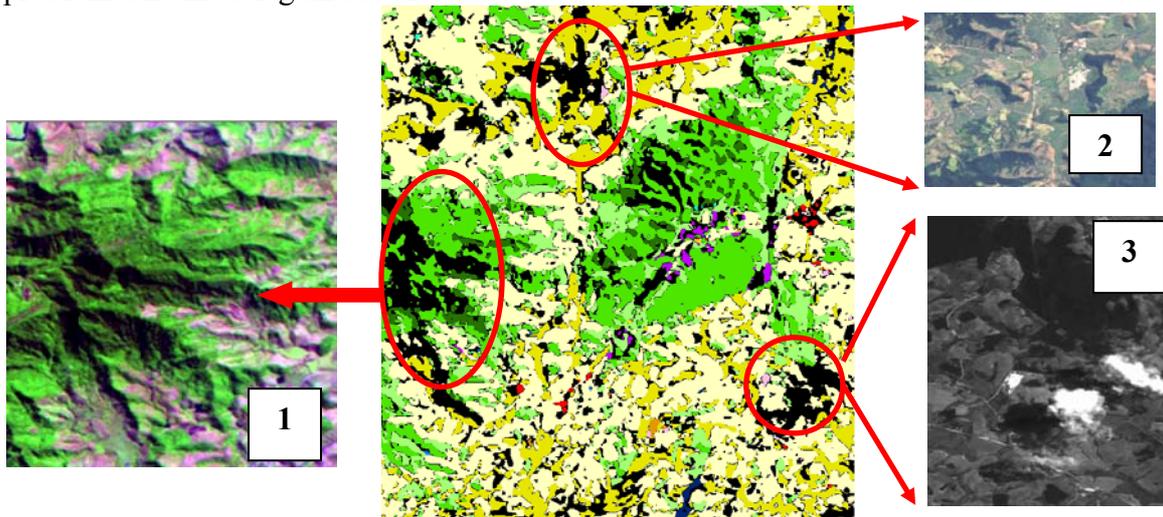


Figura 7: Distribuição espacial dos erros.

Analisando o gráfico da figura 8, percebemos, em um primeiro momento, um percentual de acertos bem alto para os estágios da floresta, alcançando 90% para a classe vegetação secundária em estágio avançado.

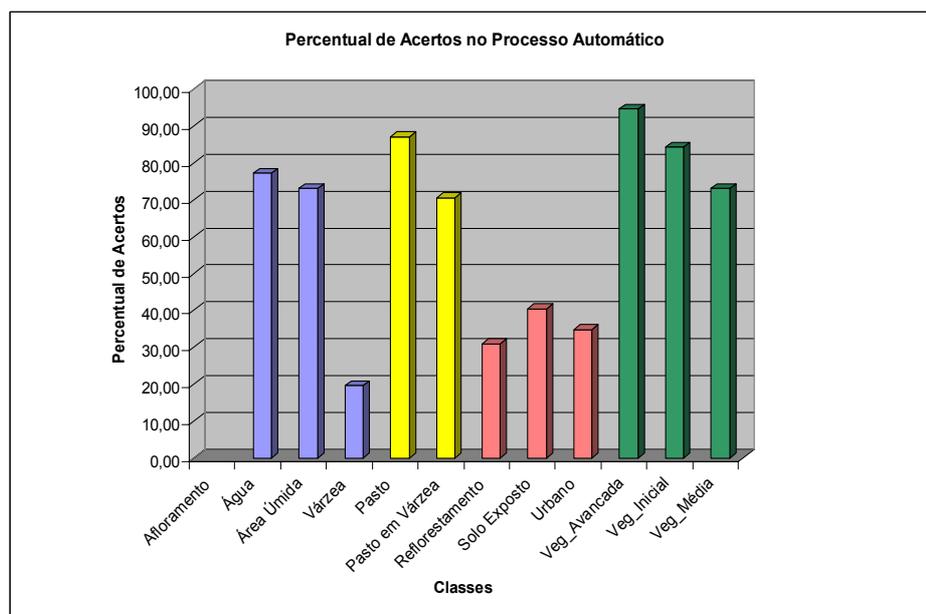


Figura 8: Gráfico com percentual de acertos de cada classe.

A classe afloramento foi totalmente editada, pois sua representatividade espacial é muito pequena (0,02%) na região. A várzea, que ocorre dentro da reserva, possui uma resposta muito próxima da vegetação em estágio inicial, além de representar uma área muito pequena

também (0,2%), o que dificultou tanto a amostragem quanto a modelagem. O resultado ruim encontrado para as áreas de eucalipto (reflorestamento) pode ser explicado pela grande semelhança com a floresta e pelo fato, de na área, se encontrarem associados a presença de um sub-bosque.

As classes que de fato são representativas da área, são: as Florestas (36%) e as Pastagens (61%). Para essas duas classes alcançou-se um percentual de automatização acima de 70%. No caso da vegetação em estágio avançado, o percentual encontrado, superior a 90%, é justificado pelo sombreamento da floresta, pois os fragmentos com maiores copas se encontravam no lado mais sombreado da vegetação, o que acabou auxiliando na diferenciação dos modelos.

5. Considerações Finais

Diante desses resultados, conclui-se que para uma primeira aproximação, a classificação automatizada dos estágios sucessionais da vegetação alcançou bons índices de acertos. No entanto, verificou-se uma grande dificuldade para separar os estágios médio e avançado devido à semelhança espectral entre os mesmos, o que foi agravado ainda pela dificuldade de determinação em campo também.

A observação dos descritores que foram utilizados para a modelagem das classes, indica a importância de se agregar um maior número de bandas, neste caso, as do Landsat, pois apesar do AVNIR possuir uma resolução espacial de 10 metros, sua baixa resolução espectral, definida apenas por 4 bandas, não foi suficiente para que se diferenciasses algumas classes de floresta.

Logo, para estudos que buscam um maior detalhamento de classes e a diferenciação de objetos altamente correlacionados, um maior número de descritores, espectrais ou não, amplia as chances de automatização do processo.

Para a continuação das pesquisas em identificação dos diferentes estágios da vegetação pretende-se aprimorar os descritores, principalmente com a inserção de modelos texturais – que utilizam a rugosidade das imagens estabelecidas pelo tamanho das copas. Essas pesquisas são fundamentais para estudos relacionados à regeneração e/ou degradação da vegetação, e para o aprimoramento das técnicas usuais de mapeamento, que se limitam em separar tipos vegetacionais. Outra vantagem é a otimização do tempo de mapeamento, que acaba sendo bastante reduzido quando comparado com as técnicas usuais.

6. Referências Bibliográficas

- CAMPBELL, J.B. (1996) *Introduction to remote sensing*. 2a ed. The Guilford Press, New York, 622p.
- CONAMA. Resolução nº 10, de 1º de Outubro de 1993.
- CRUZ, C. B. M., *Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000* In. Anais – XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, SC, p. 5691-5698, 2007
- DEFINIENS IMAGING. 2003. *Ecognition User Guide 3*. DEFINIENS IMAGING. München. 413p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Manual Técnico de uso da Terra*. Rio de Janeiro, 2ª. edição, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. *Ecossistemas Brasileiros: Mata Atlântica*. http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/mata_atlantica.htm. Acesso em Março de 2008.
- SPACE IMAGING. 2008. Disponível: <http://www.spacingimaging.com>, acessado em: 15/04/08.