

Processamento Digital da Imagem *WorldView-2* para mapeamento do uso e cobertura da terra no Noroeste do Estado do RJ

Christiane S. Brazão Pinto¹
Eduardo Ribeiro Lacerda¹
Nelson Ferreira Fernandes¹
Silvio Barge Bhering²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Instituto de Geociências – Departamento de Geografia
brazao_chris@hotmail.com; eduardolacerdageo@gmail.com; nelsfonff@acd.ufrj.br

²EMBRAPA Solos
silviobhering@gmail.com

RESUMO

A necessidade de compreender as mudanças nos tipos de uso e cobertura da terra tornou indispensável à realização do mapeamento de detalhe – na escala 1:10.000 – do uso e cobertura da terra para a Bacia do Córrego Barro Branco, no Noroeste do Rio de Janeiro. Esta região do Estado do Rio de Janeiro ainda apresenta fragmentos de Mata Atlântica que totalizam apenas 9,64% da área do Norte-Noroeste Fluminense. Sendo assim, o uso de imagem de alta resolução neste trabalho, tem como objetivo final a obtenção de um mapa de uso e cobertura da terra que atenda a escala cartográfica de detalhe, e que seja capaz de auxiliar na formulação de planejamentos conservacionistas. Para alcançar tal objetivo, seguiu-se a metodologia de Cruz et al.(2007), e iniciou-se o trabalho através do Processamento Digital de Imagens (PDI) das bandas espectrais azul (450-510 nm), verde (510-580 nm), vermelho (630-690 nm) e infravermelho próximo (770-895) - fusionadas com a pancromática de 0,5 m – do sensor BGRN1, à bordo do satélite Worldview-2, adquiridas em janeiro de 2010, com a resolução espacial de 2 metros. Optou-se por segmentar a área baseando-se apenas nas bandas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo, às quais foi atribuído o mesmo peso; tal escolha baseou-se em testes de inserção/exclusão das demais bandas e verificação do isolamento dos objetos pretendidos. Na obtenção dos objetos de análise, foi empregada na imagem Worldview-2 a segmentação multirresolução por algoritmo desenvolvido para extrair segmentos espectralmente homogêneos com base tanto no valor do pixel quanto na forma do objeto e que são definidos pelos Planos de Informação inseridos. Realizou-se a inserção de cada uma das classes e a modelagem fuzzy de seus descritores. Estes foram selecionados de acordo com a maior separabilidade em relação às demais classes; também foram testadas combinações diversas e as respostas das bandas do vermelho e infravermelho próximo novamente mostraram-se eficientes para aplicação na legenda proposta. As classes foram escolhidas com base nos objetivos propostos neste trabalho, assim como da adequação às resoluções da imagem, amparados pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006). Desta forma, os resultados evidenciaram a matriz de vegetação herbácea predominante na área, com cerca de 80% que majoritariamente apresenta o uso de pastagem extensiva, e os isolados remanescentes florestais com alto índice de fragmentação que somam pouco mais de 10% da cobertura da bacia. Pontualmente, destacam-se a vegetação em regeneração (arbustivo, 1,35%), as culturas temporárias de tomate e milho (3,41%) predominantes nas encostas e os afloramentos rochosos no alto curso (0,82%).

Palavras chaves: WorldView-2, Uso e Cobertura da Terra, Processamento Digital de Imagens

ABSTRACT

The necessity to understand the changes in the types of land cover and land use become indispensable to the realization of a detailed mapping - at 1:10.000 scale - of the land cover use for the Córrego Barro Branco basin, northwest of Rio de Janeiro. This region of the State of Rio de Janeiro still has fragments of Atlantic Forest totaling only 9.64% of the North-Northwest Fluminense area. Thus, the use of high resolution image in this paper has the ultimate goal of

obtaining a land cover/use map that attend the cartographic detail scale and is able to assist in the formulation of conservation plans. To achieve this goal, this study used the methodology from Cruz et al.(2007) and started working through the Digital Image Processing (DIP) of the blue spectral band (450-510 nm), green (510-580 nm), red (630-690 nm) and near infrared (770-895) - fused with an 0,5m panchromatic image- of the sensor BGRN1 onboard the Worldview - 2 satellite purchased in january 2010 with an spatial resolution of 2 meters. This study opt to run a segmentation on the area relying only on the spectral bands of red and near infrared, which was assigned the same weight; this choice was based on insertion/exclusion tests of the other bands and verifying the isolation of the intended objects. To obtain the objects of analysis, a multiresolution segmentation algorithm was used in the Worldview - 2 satellite image. That algorithm was developed to extract spectrally homogeneous segments based on both the pixel value and the form of the object that are defined by embedded information plans. Insertion was performed for each of the classes and fuzzy modeling of its descriptors. These were selected according to the highest separability in relation to the other classes; various combinations were also tested and the response of bands of red and near infrared again proved to be efficient for application in the proposed label. The classes were selected based on the proposed objectives of this work as well as the adaptation to the image resolutions supported by the "Manual Técnico de Uso da Terra" (IBGE, 2006). Thus, the results showed the matrix of predominantly herbaceous vegetation in the area, with about 80%, which mainly features the use of extensive grazing, and isolated forest remnants with high fragmentation totaling just over 10% coverage of the basin. Occasionally, there is the vegetation in the regeneration process (shrubby , 1,35%), temporary crops of tomato and corn (3,41%) prevailing on the slopes and rocky outcrops on the upper course (0,82%).

Keywords: Worldview-2, Land Use and Land Cover, Digital Image Processing.

1. INTRODUÇÃO

O fator de uso e cobertura da terra é de relevante importância no que concerne ao entendimento do desencadeamento de processos erosivos acelerados e da suscetibilidade a erosão em suas diversas formas. Assim, entende-se que a ruptura do equilíbrio natural do meio físico pela ação antrópica, tal como pelo desmatamento ou determinada utilização do solo, possui como uma de suas respostas o fenômeno da erosão e dos movimentos coletivos de solos, uma resposta “incontinenti” de busca a uma nova condição de estabilidade do sistema (SILVA et. al., 2003).

A avaliação do efeito das mudanças no uso e cobertura da terra para a hidrologia de bacias de drenagem é essencial para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis aos recursos hídricos. O entendimento de como a mudança em cada classe do uso e cobertura da terra influencia nos componentes hidrológicos pode aprimorar significativamente a predição de perdas por erosão e assim auxiliar a melhor tomada de decisão. Entretanto, dado o limitante da disponibilidade de mapas digitais de uso e cobertura do solo e simulações de mudanças considerando diversas classes, é difícil quantificar os impactos da mudança de cada uma delas para a hidrologia.

O avanço das pesquisas sobre modelagem trouxe alguns fatores que se tornam cada vez mais essenciais para o seu uso: o desenvolvimento dos sistemas computacionais; a inserção do Geoprocessamento e do Sensoriamento Remoto; e a necessidade de uma resposta rápida e a relativo baixo custo às alterações no uso e ocupação da terra. Sendo assim, objetiva-se através do processamento digital de imagens, gerar um mapa de uso e cobertura da terra para a Bacia do Córrego Barro Branco, localizada no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, atendendo a escala de detalhe (1:10.000), e que seja capaz de auxiliar na formulação de planejamentos conservacionistas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia experimental objeto desse estudo é a sub-bacia do Córrego Barro Branco, que está inserida na bacia hidrográfica do Rio São Domingos afluente do Rio Muriaé, na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A bacia do Rio São Domingos possui uma área de aproximadamente 280 km² e é representativa de grande parte da realidade fundiária do sudeste brasileiro, dominando a pequena propriedade rural com atividades agropecuárias em terras de média declividade e elevada erosão.

A sub-bacia do Barro Branco drena aproximadamente 6 Km² com pequenas parcelas de cultivos de distribuição espacial não uniforme - sendo o principal o tomate - e com predomínio de extensas áreas de pastagem e solo exposto. Nela há acelerada degradação dos recursos naturais, resultando num mosaico com matriz agropecuária e fragmentos isolados de Mata Atlântica, apresentando também um dos mais baixos índices de desenvolvimento humano do estado do Rio de Janeiro, num permanente ciclo de obsolescência.

Foi realizado o mapeamento de detalhe – na escala 1:10.000 – do uso e cobertura da terra para a Bacia do Córrego Barro Branco, adaptado de metodologia de Cruz et. al. (2007). Ele foi desenvolvido através de Processamento Digital de Imagens (PDI) das bandas espectrais azul (450-510 nm), verde (510-580 nm), vermelho (630-690 nm) e infravermelho próximo (770-895) - fusionadas com a pancromática de 0,5 m – do sensor BGRN1, à bordo do satélite Worldview-2, adquiridas em janeiro de 2010, com a resolução espacial de 2 metros e radiométrica de 16 bits.

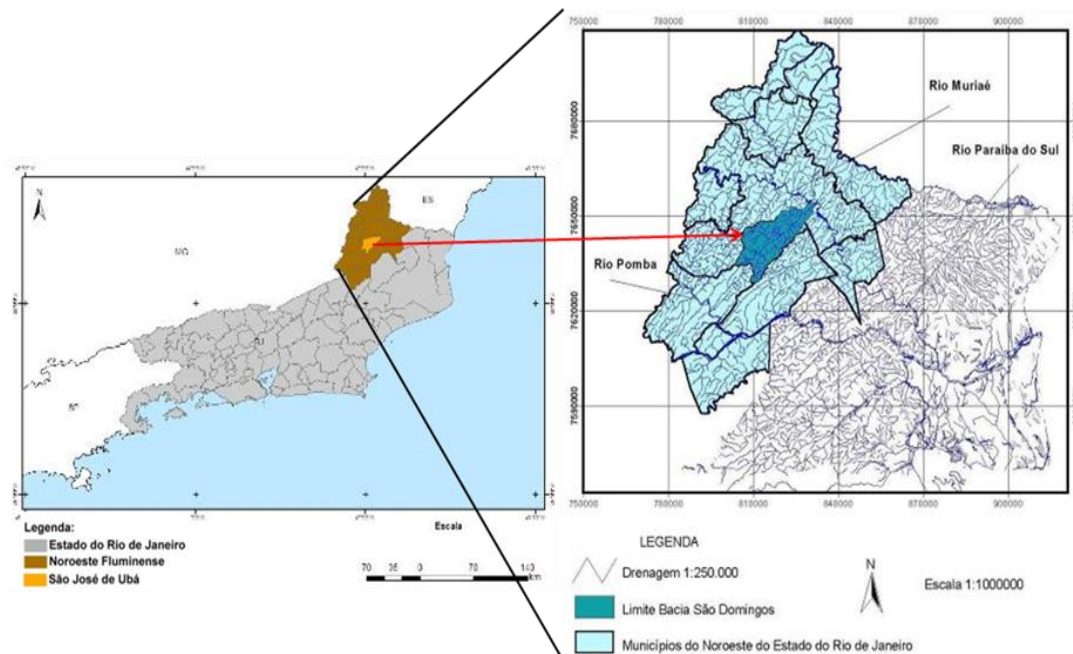


Fig. 1 - Localização do município de São José de Ubá e Drenagem da bacia do Rio São Domingos.

Como a área de estudo abrangia duas cenas do referido sensor, elas foram “mosaicadas” pela ferramenta mosaicking no programa ENVI 4.7, equalizando-as com base nas estatísticas na zona de sobreposição (Figura 2). Após a formação do mosaico, utilizada sem a aplicação da correção atmosférica, foi feita a delimitação da bacia e análise do uso e cobertura da terra. A validação do mapeamento de detalhe foi realizada com trabalho de campo e obtenção das coordenadas geográficas para confirmação dos tipos de uso e cobertura espacializados no mapa.

Para fins de classificação, adotou-se os procedimentos ilustrados na Figura 3, que esquematiza as atividades desenvolvidas para tal mapeamento e que serão detalhadas a seguir. O *Definiens* é um sistema computacional especialista (SE) que realiza tarefas de interpretação de imagens de Sensoriamento Remoto empregando estratégias de armazenamento e replicação do conhecimento por raciocínio heurístico. Nele, por meio de modelos com base em malhas (frames), redes semânticas hierárquicas são estabelecidas, oriundas da Análise Orientada ao Objeto (AOO), onde o objeto combina em uma única entidade sua estrutura (atributos) e seu comportamento (operações) e estabelece relações com os demais (CAMARGO, 2008).

Para a obtenção dos objetos de análise, foi empregada na imagem *Worldview-2*, a segmentação multirresolução por algoritmo desenvolvido para extrair segmentos espectralmente homogêneos com base tanto no valor do pixel quanto na forma do objeto e que são definidos pelos Planos de Informação inseridos – a ambos podem ser atribuídos pesos e um parâmetro de escala, que determinará a heterogeneidade máxima permitida baseada no crescimento de regiões (DEFINIENS, 2007).

Com o intuito da análise da informação semântica contida nos objetos, foi elaborada uma classificação supervisionada por amostragem, objetivando sua generalização e reconhecimento automático, por agrupamento em classes a partir do reconhecimento da mesma estrutura de dados anteriormente selecionada. A legenda foi estabelecida com base nos objetivos do presente estudo, levando em consideração o estabelecido pelos Manuais Técnicos em Geociências de Vegetação e de Uso da Terra do IBGE (1992 e 2006).

O algoritmo implementado Classification refere-se à classificação por descritores de classe, o qual permite a combinação de exigências as quais os segmentos devem atender para se tornarem membros de uma classe. Nesta etapa classificatória, as classes sintetizam o significado dos segmentos respondendo pelo agrupamento de objetos que atendem ao mesmo comportamento espectral, podendo-se inserir múltiplas condições combinadas por operadores lógicos e utilizar funções de pertinência fuzzy para os limiares estabelecidos (DEFINIENS, 2007).

Desta maneira, foram inseridas no software *Definiens Developer 7.0* as bandas *Worldview-2* do espectro eletromagnético da radiação solar, utilizadas para a segmentação da superfície terrestre, em um primeiro nível, em superobjetos, para então terem os seus níveis de cinza modelados para as classes de ÁGUA, NUVEM, SOMBRA e OUTROS por descritores de informações derivadas das propriedades dessas imagens-objetos, tais como: tonalidade, forma, textura, padrão e contexto.

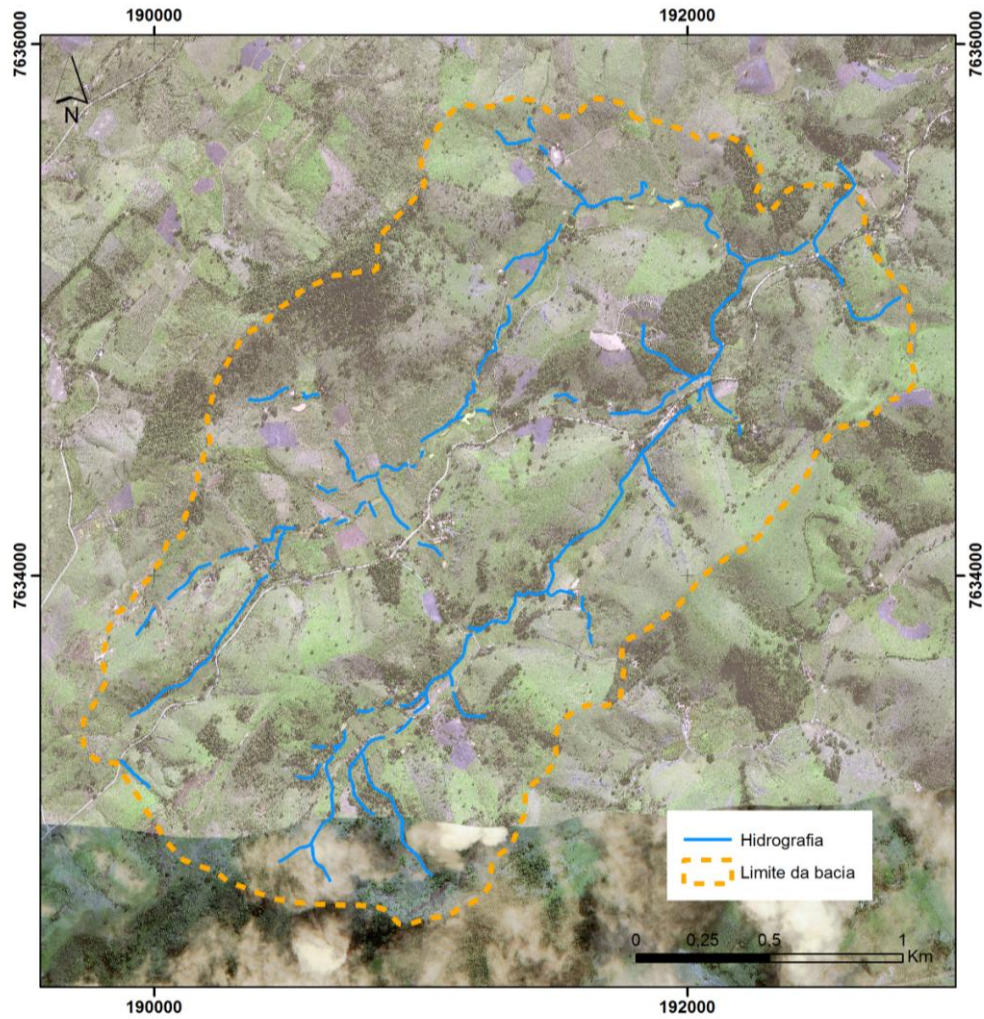


Fig. 2 - Mosaico da imagem WorldView-2 R(5) G(3) B(2).

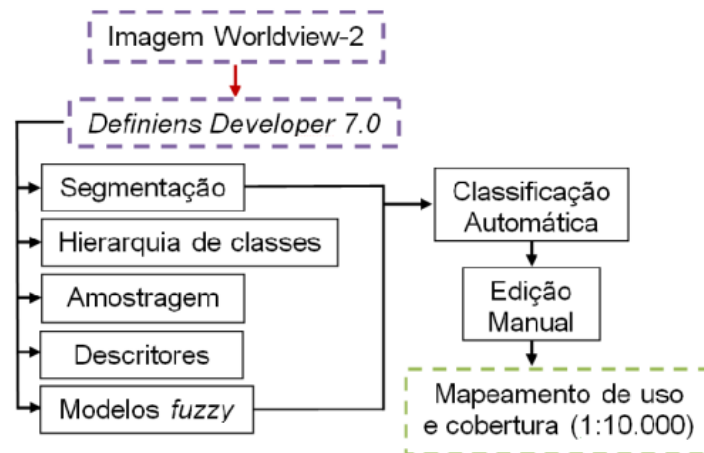


Fig. 3 - Fluxograma metodológico do PDI para de mapeamento de uso e cobertura da terra.

Com segmentação multirresolução seguindo a estrutura hierárquica de classificação, partiu-se para o segundo nível, onde os subobjetos foram divididos a partir da classe OUTROS em VERDE e NÃO-VERDE; e, a partir desses, na seguinte legenda final: florestas, gramíneas, arbustivo, cultivos e solo exposto, estradas, afloramento rochoso. Estas classes foram escolhidas com base nos objetivos propostos neste trabalho, assim como da adequação às resoluções da imagem, amparados pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para este estudo, optou-se por segmentar a área baseando-se apenas nas bandas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo, às quais foi atribuído o mesmo peso; tal escolha baseou-se em testes de inserção/exclusão das demais bandas e verificação do isolamento dos objetos pretendidos. Para atender à escala cartográfica 1:10.000, foi utilizado o parâmetro de escala – conjugação definida pelo programa de área mínima e similaridade – de 150 no primeiro nível e 50 em nível hierárquico inferior, com vistas ao maior detalhamento (Figura 4).

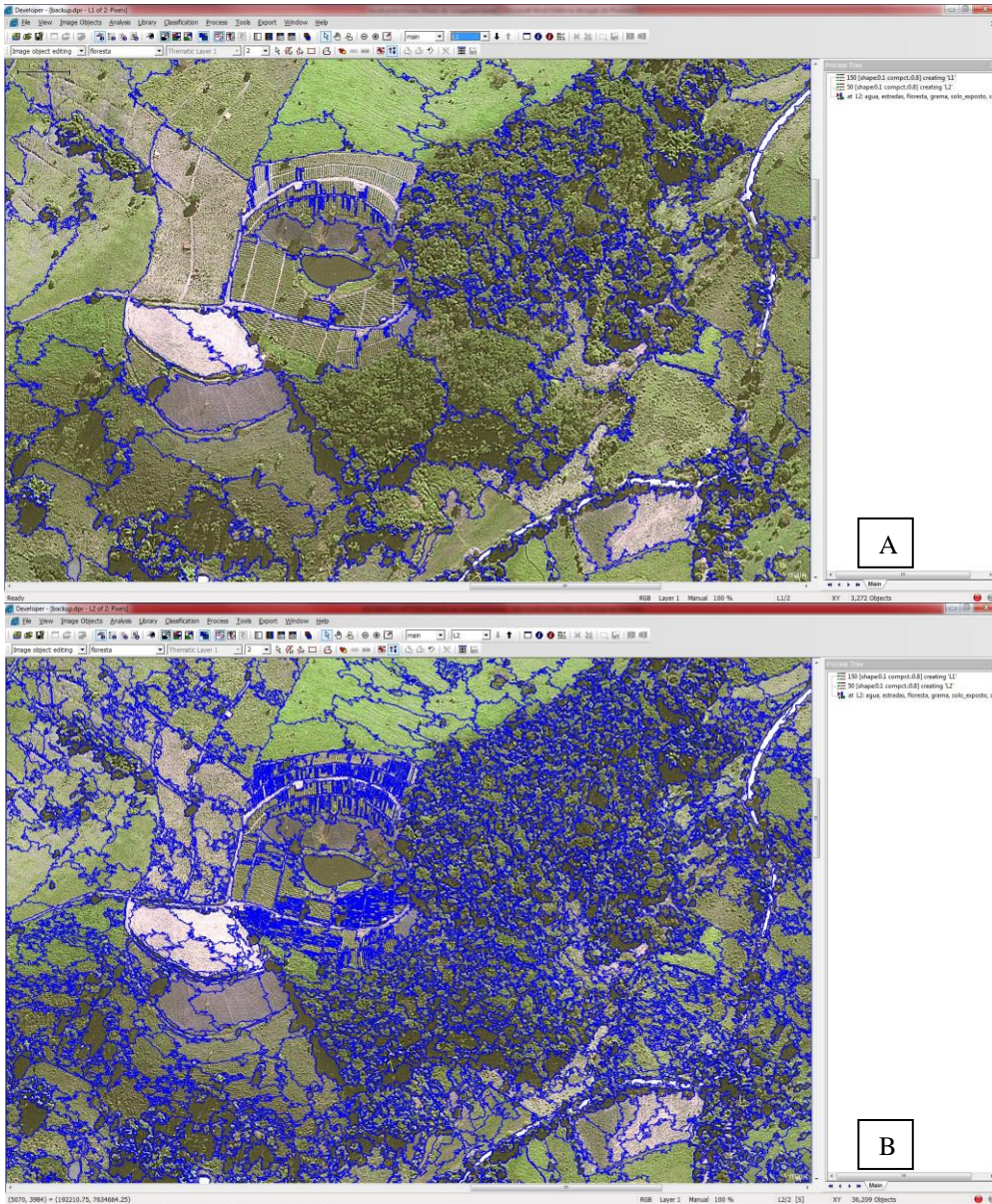


Figura 4: Segmentação multirresolução nos níveis 1 (A) e 2 (B).

O passo seguinte foi a inserção de cada uma das classes e a modelagem fuzzy de seus descritores. Estes foram selecionados de acordo com a maior separabilidade em relação às demais classes; também foram testadas combinações diversas e as respostas das bandas do vermelho e infravermelho próximo novamente mostraram-se eficientes para aplicação na legenda proposta.

A Figura 5 exemplifica alguns dos descritores importantes na modelagem das classes de florestas, fortemente amparada pelo índice da diferença normalizada da vegetação (Figura 5a); de estradas, com a máxima diferença das bandas (Figura 5b); e da água, com o desvio padrão do intervalo espectral verde (Figura 5c). A partir de tal modelagem, o algoritmo *Classification* generaliza os intervalos espectrais definidos em cada classe para todos os objetos gerados na etapa de segmentação, enquadrando-os na legenda.

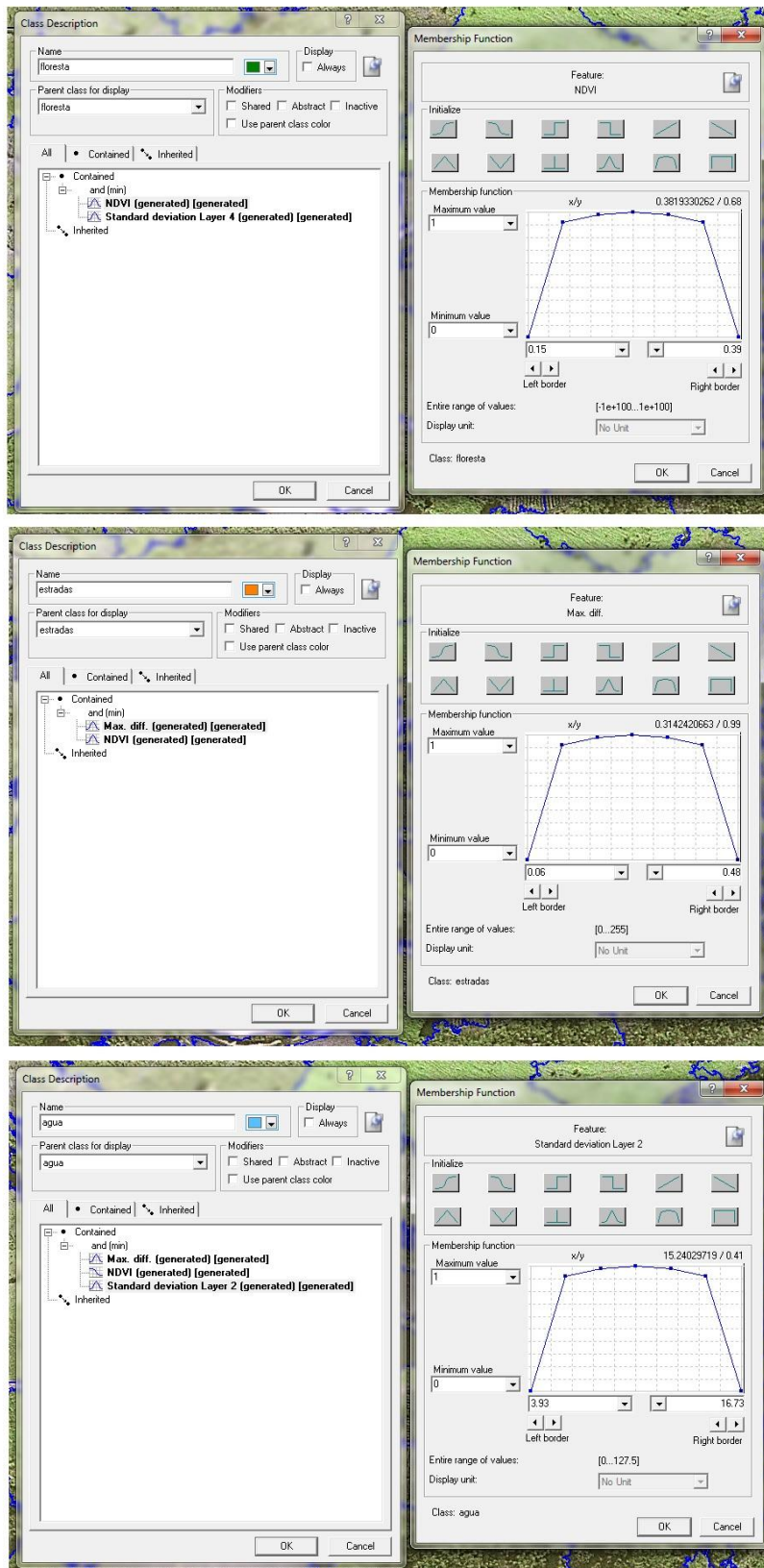


Fig. 5 - Descritores espectrais para as classes de florestas (A), estradas (B) e água (C).

A Figura 6 exibe parte dos resultados obtidos, em fase conclusiva do processamento digital para classificação automática, com os objetos segmentados e já classificados, e em processo de edição manual, manipulação do usuário

inerente aos mais diversos processamentos automáticos para verificação e correção de possíveis erros de omissão e/ou inclusão. A etapa seguinte diz respeito à edição e finalização do layout do vetor (Figura 7).

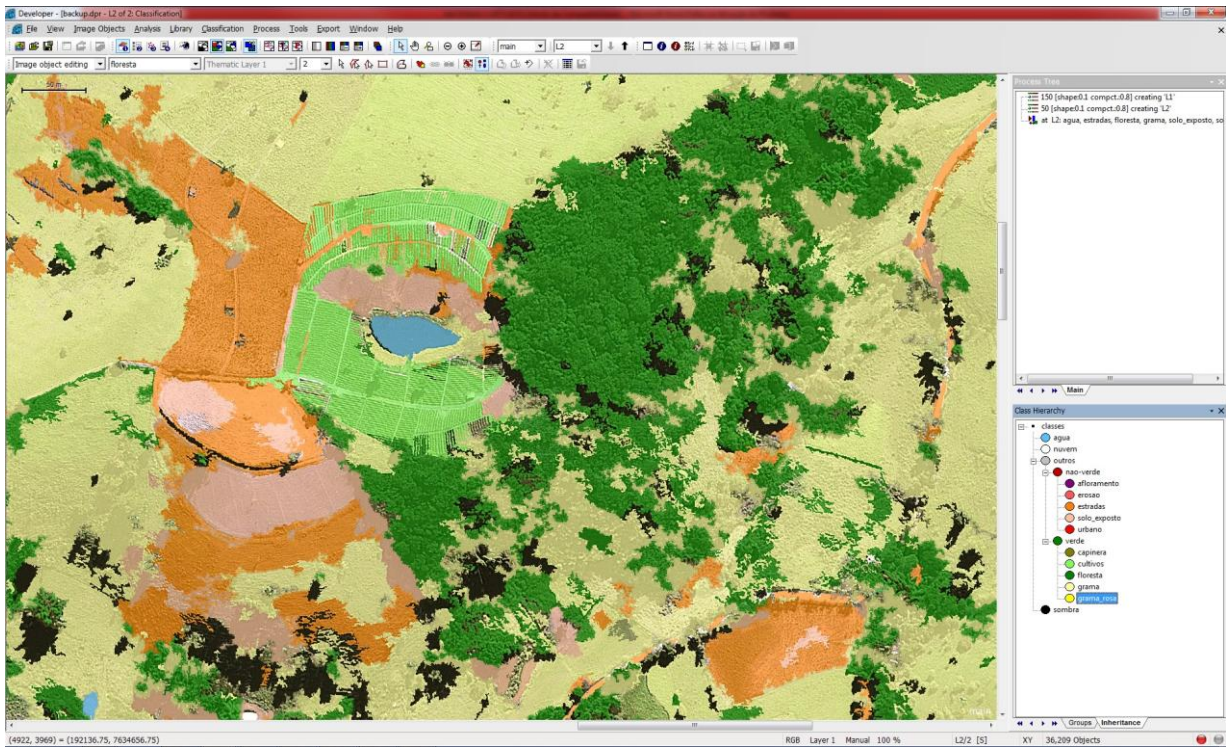


Fig. 6 - Resultados preliminares da classificação automática.

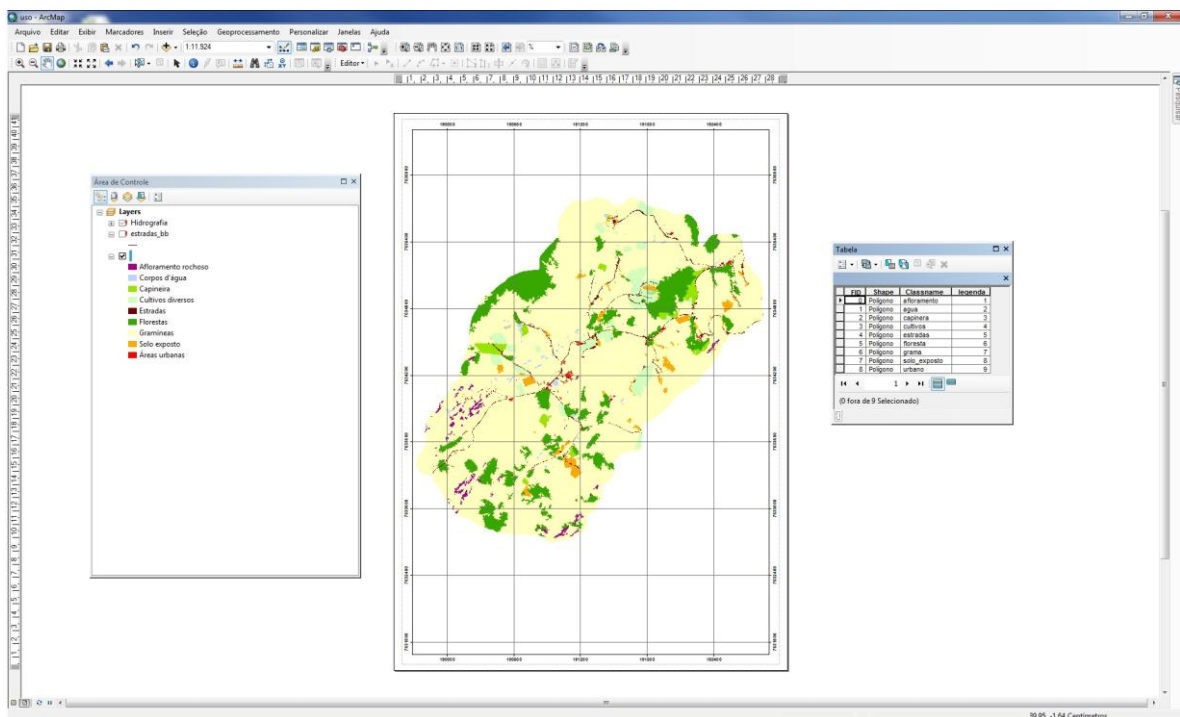


Fig. 7 - Edição e finalização do vetor.

Desta forma, foram encontrados os resultados expostos na Tabela 1, que evidenciaram a matriz de vegetação herbácea predominante na área, com cerca de 80% que majoritariamente apresenta o uso de pastagem extensiva, e os isolados remanescentes florestais com alto índice de fragmentação que somam pouco mais de 10% da cobertura da bacia. Pontualmente, destacam-se a vegetação em regeneração (arbustivo, 1,35%), as culturas temporárias de tomate e milho (3,41%) predominantes nas encostas e os afloramentos rochosos no alto curso (0,82%).

TABELA 1: DISTRIBUIÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE USO E COBERTURA DA TERRA.

Classe	Área (km ²)	Área (%)
Afloramento rochoso	0,05	0,82
Água	0,03	0,48
Arbustivo	0,08	1,35
Cultivos	0,19	3,41
Estradas	0,06	1,11
Florestas	0,66	11,68
Gramíneas	4,44	79,12
Solo exposto	0,10	1,74
Áreas urbanas	0,02	0,28

Os dados apresentados na tabela acima convergem com o que foi mostrado por Barreto (2000), onde a cobertura predominante na bacia era de gramíneas, ocupando 94,68% de sua área, seguida por 5,09% da área ocupada por vegetação natural alterada e 0,23% por solo exposto. Abreu & Fidalgo (2006) apontam ainda o cultivo de tomate e pimentão durante o inverno, e produção de milho e arroz durante o verão. Porém, esse tipo de lavoura é de difícil mapeamento, pois apresenta alta rotatividade nas terras da região, ocupando uma determinada área por cerca de três anos, que posteriormente é deixada em pousio ou utilizada para pastagem.

4. CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do Barro Branco apresenta características de uso e ocupação da terra e de degradação ambiental bastante similar ao apresentado para a Região Noroeste Fluminense. Os resultados evidenciaram que a matriz de vegetação herbácea manteve-se predominante ao longo dos anos, e isto pode ser explicado pelos longos períodos de exploração agrícola, e pelo desconhecimento de técnicas e práticas conservacionistas apropriadas, verificando-se acelerada degradação dos recursos naturais (solo-água-biodiversidade), resultando numa paisagem dominada por solos altamente degradados e raros fragmentos isolados de Mata Atlântica. O uso sustentável dessas terras requer a formulação de planejamentos conservacionistas compreendendo um conjunto de tecnologias e práticas que permitam o manejo adequado do solo e da água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Solos pelo apoio na aquisição dos dados indispensáveis a elaboração desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Orgs.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>.

CAMARGO, F. F. **Análise orientada ao objeto aplicada a mapeamento de unidades geomorfológicas a partir de dados ASTER/Terra**. São José dos Campos: Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto do INPE, 2008.

CRUZ, C. B.; VICENS, R. S.; SEABRA, V. S.; REIS, R. B.; FABER, O. A.; RICHTER, M.; ARNAUT, P. K.; ARAÚJO, M. Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: INPE, 2007.

DEFINIENS. *Definiens Developer 7: Reference Book*. Munich: Definiens (The Imaging Intelligence Company), 2007. 197 p.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: **IBGE**, 1992. 92p.

SILVA, A. M.; SCHULTZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2003. 140p.