

## Uso de imagens ASTER para o mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ.

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo <sup>(1)</sup>  
Marcelo Bueno de Abreu <sup>(2)</sup>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos  
Rua Jardim Botânico, 1024 - 22460-000 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil  
efidalgo@cnps.embrapa.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Instituto de Geociências  
Avenida Brigadeiro Trompovisk, s.n. – Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
buenodeabreu@yahoo.com.br

### Abstract.

This work presents the use of VNIR and SWIR images of ASTER sensor to map land use and land cover of São Domingos river basin, RJ. To map the classes of interest, digital image processing techniques were applied, including Principal Components Analysis, segmentation and supervised region classification. The classification result was edited to correct errors observed in field. The methodology adopted allowed to map land use and land cover of the study area. The map accuracy analysis showed that the classification had a good performance for the whole map, but not for some classes like urban areas.

**Palavras-chave:** remote sensing, ASTER image, land use, sensoriamento remoto, imagem ASTER, uso da terra.

### 1. Introdução

O presente estudo está inserido no projeto PRODETAB-Aqüíferos, coordenado pela Embrapa Solos, que visa desenvolver um modelo preditivo da oferta hídrica em uma bacia hidrográfica e que inclui estudos para a elaboração do diagnóstico ambiental, destacando a vulnerabilidade do ambiente às intervenções antrópicas, e o monitoramento da dinâmica do sistema hídrico sob diferentes práticas de manejo das terras.

O uso e manejo inadequados das terras e a falta de ações conservacionistas implicam em perdas significativas de solo, matéria orgânica, nutrientes, biodiversidade e, em especial, de água, prejudicando o equilíbrio dos sistemas hídricos em bacias hidrográficas. O levantamento do uso e cobertura da terra como parte de um diagnóstico ambiental é a primeira etapa para o planejamento conservacionista como estratégia para a reversão desse quadro.

O uso de imagens de sensores remotos para o mapeamento do uso e cobertura da terra tem sido bastante difundido, destacando-se os sensores Multispectral Scanner (MSS) e Thematic Mapper (TM) do satélite Landsat que foram largamente utilizados para a análise da cobertura da terra por atividades agrícolas e florestais desde que o programa Landsat começou em 1972 (Stefanov et al., 2001).

Imagens do sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) têm sido empregadas para o mapeamento do uso e cobertura da terra (Zhu e Blumberg, 2002; Francelino et al., 2003). Dentre as características desse sensor que o diferenciam dos tradicionalmente empregados para tal fim, tem-se a resolução espacial de 15 metros nas bandas do visível e infra-vermelho próximo e a presença de seis bandas na faixa do infravermelho ondas curtas (SWIR) com resolução espacial de 30 metros.

No presente trabalho, foram empregadas técnicas de processamento digital a imagens VNIR e SWIR do sensor ASTER com o objetivo de mapear o uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio São Domingos, RJ.

## 2. Material e Método

O presente trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do rio São Domingos (afluente do rio Muriaé, complexo hidrográfico do rio Paraíba do Sul) na região Noroeste do estado do Rio de Janeiro, abrangendo parte dos municípios de São José de Ubá e Itaperuna e totalizando 280 km<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio São Domingos no estado do Rio de Janeiro.**

Essa região apresenta insuficiência de oferta hídrica nos períodos de baixa precipitação, resultado do processo desordenado de ocupação das terras, caracterizado pela retirada da cobertura vegetal original e sua substituição por sucessivos ciclos de monocultivos, os quais desencadearam processos erosivos na região e deram origem a mudanças significativas da oferta hídrica. Atualmente, a cobertura vegetal encontra-se bastante reduzida, sendo a maior parte das terras ocupadas por pastagens. A principal atividade agrícola é a cultura do tomate, que ocupa pequenas parcelas de área nos meses de março a outubro.

Para a interpretação do uso e cobertura da terra na área de estudo, utilizou-se imagens de 21/02/2002 das bandas 1, 2 e 3N (VNIR) e 4 a 9 (SWIR) do sensor ASTER, com nível de processamento 1B.

O processamento digital das imagens foi realizado no programa SPRING, desenvolvido pelo INPE (Câmara et al., 1996). A descrição das técnicas empregadas são encontradas em INPE (2004).

Inicialmente as imagens foram georreferenciadas com base em pontos de controle coletados em cartas do mapeamento sistemático brasileiro na escala 1:50.000 (IBGE, 1968; 1976) e as imagens das bandas SWIR tiveram o tamanho do pixel alterado de 30 para 15 metros. Em seguida, as imagens foram recortadas no limite da bacia hidrográfica do rio São Domingos.

Na etapa seguinte foi aplicada a análise de componentes principais, a qual envolveu a obtenção da matriz de covariância e de correlação, o cálculo dos autovalores e autovetores, e a transformação dos dados. Este procedimento teve como objetivo reduzir a dimensão dos dados, através seleção das três primeiras componentes, para a realização da segmentação e classificação das imagens. Isso foi necessário devido a dificuldades para o processamento das nove bandas originais.

Aplicou-se a segmentação por crescimento de regiões, que é uma técnica de agrupamento de dados na qual somente as regiões espacialmente adjacentes podem ser agrupadas. Essa técnica requer a escolha de dois limiares: (a) o de similaridade espectral, abaixo do qual duas regiões são consideradas similares e agrupadas, e (b) o de área, que estabelece a área mínima a ser individualizada. Os limiares foram selecionados com base na avaliação visual dos resultados obtidos ao se aplicar valores diversos para similaridade e área.

Para a classificação dos segmentos utilizou-se o método supervisionado de classificação de regiões baseado na distância de Battacharya aplicado às três primeiras componentes principais.

Durante a classificação supervisionada, foram identificados diferentes padrões espectrais associados a cada classe de uso e cobertura da terra. Para cada padrão foi criada uma subclasse – por exemplo, pastagem 1, pastagem 2 etc. - e coletadas amostras de treinamento. Ao final da classificação, essas subclasses foram agrupadas.

O resultado obtido na classificação supervisionada, considerado como mapeamento preliminar, foi levado a campo para verificação de seus resultados.

A última etapa para a elaboração do mapeamento do uso e cobertura envolveu a edição matricial do mapeamento preliminar por um fotointérprete, visando a correção dos erros de classificação observados em campo.

Em complementação, foi realizada uma análise da exatidão do mapeamento preliminar com o objetivo de se obter um indicativo da eficiência do procedimento adotado no conjunto de etapas preliminares à edição. Neste caso, foi selecionado um conjunto de amostras de teste no mapeamento final - corrigido segundo informações levantadas em campo - para a elaboração da matriz de erro e para a estimativa da exatidão global e do coeficiente Kappa (Congalton, 1991). As amostras de teste foram distribuídas por toda a área de estudo e abrangeram, no mínimo, um por cento da área total de cada classe

### 3. Resultados e Discussão

A análise das componentes principais aplicada às nove bandas VNIR e SWIR do Aster resultou em nove componentes cuja variância associada é apresentada na **Tabela 1**. Observa-se que as três primeiras componentes reuniram 99,88% da variância associada às nove bandas originais. Com base nesse resultado, selecionou-se essas três componentes para a realização da segmentação e da classificação.

**Tabela 1.** Auto-valores e porcentagem da variação associada a cada componente gerada.

Principal Componente	Auto-valor	Porcentagem
P1	10595.19	98,64
P2	115.21	1,07
P3	18.26	0,17
P4	6.11	0,06
P5	2.70	0,03
P6	1.26	0,01
P7	0.99	0,01
P8	0.82	0,01
P9	0.68	0,01

O melhor resultado para a segmentação aplicada às três primeiras componentes principais foi obtido com o limiar de similaridade igual a 8 e a área mínima igual a 12.

A classificação supervisionada e a posterior edição matricial pelo fotointérprete resultou no mapeamento, em escala 1:50.000, de seis classes de uso e cobertura da terra e uma classe referente às áreas de nuvens ou sombras de nuvens (**Figura 2**), as quais são descritas a seguir.

*Pastagem*: corresponde às áreas cobertas por pastagem sob diferentes manejos, incluindo pasto sujo. É a classe predominante na bacia, ocupando 88,30% de sua área.

*Ocupação Urbana*: corresponde à área de maior densidade populacional na bacia hidrográfica, onde se localiza a sede do município de São José de Ubá. Abrange 0,14% da área da bacia.

*Vegetação Natural*: são as áreas cobertas por remanescentes da vegetação natural, sendo, em sua maioria, pequenos fragmentos, com exceção de uma área a oeste da bacia, que apresenta a maior área contínua de vegetação natural (480 hectares). Essa classe ocupa 9,24% da área da bacia.

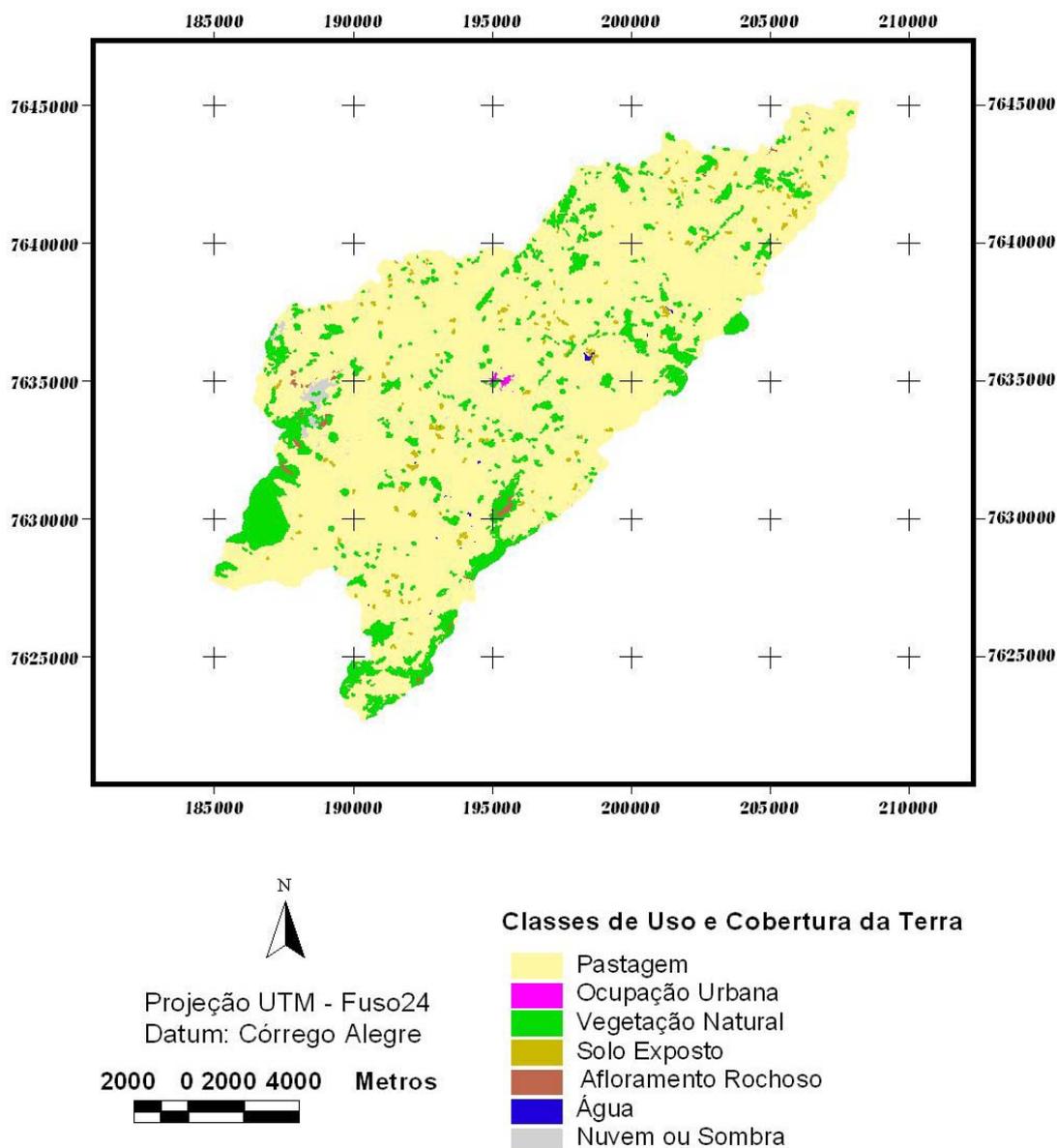
*Solo Exposto*: compreende as áreas sem cobertura vegetal, incluindo aquelas preparadas para cultivo, ou ainda, áreas erodidas e áreas sob atividade minerária. Totalizam 0,73% da área da bacia.

*Afloramento rochoso*: essas áreas ocorrem na proximidade dos divisores da bacia, em local de relevo montanhoso e de declividade acentuada, abrangendo 0,65% da área.

*Água*: corresponde aos lagos e represas distribuídos por toda a bacia, abrangendo 0,20% de sua área.

*Nuvem e Sombra*: totalizaram 0,74% da área da bacia.

Não foi possível delimitar as áreas agrícolas devido à pequena extensão das lavouras de milho e arroz, que predominam na região no período do ano correspondente à data da imagem ASTER.



**Figura 2.** Mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio São Domingos.

A matriz de erro referente ao mapeamento preliminar é apresentada na **Tabela 2**. A exatidão global estimada em 96,7% e o coeficiente Kappa, 87,71%, mostram que a classificação supervisionada (mapeamento preliminar) obteve um desempenho muito bom comparada à classificação final. Porém, quando comparadas as estimativas de exatidão por classe (**Tabela 3**), verifica-se que este resultado reflete o melhor desempenho obtido para a classe Pastagem, que ocupa a maior extensão na área de estudo. Algumas classes obtiveram um desempenho muito ruim, como Ocupação Urbana, que foi completamente confundida com Pastagem e Solo Exposto, e Nuvem ou Sombra, que foi muito confundida com outras classes. As demais classes obtiveram um bom desempenho, apresentando exatidão do usuário acima de 70% e do produtor acima de 60%.

**Tabela 2.** Matriz de erro.

(1)	Pastagem	Ocupação Urbana	Vegetação Natural	Solo Exposto	Afloramento Rochoso	Água	Nuvem ou Sombra	Abstenção	Total
Pastagem	16352	0	0	0	0	0	0	0	16352
Ocupação Urbana	49	0	0	123	0	0	0	0	172
Vegetação Natural	15	0	1433	0	0	0	0	0	1448
Solo Exposto	59	0	0	292	0	0	0	21	372
Afloramento Rochoso	60	0	70	0	352	0	0	27	509
Água	0	0	0	0	0	233	29	0	262
Nuvem ou Sombra	0	0	14	35	16	84	21	36	206
Total	16535	0	1517	450	368	317	50	84	19321

(1) Na coluna estão representados os dados de referência baseados nas amostras de teste (classificação final) e, nas linhas, os dados resultantes da classificação supervisionada (mapeamento preliminar).

**Tabela 3.** Exatidão do produtor e usuário por classe.

	Exatidão do Produtor	Exatidão do Usuário
Pastagem	98,89%	100,00%
Ocupação Urbana	---	0,00%
Vegetação Natural	94,46%	98,96%
Solo Exposto	64,89%	83,19%
Afloramento Rochoso	95,65%	73,03%
Água	73,50%	88,93%
Nuvem ou Sombra	42,00%	12,35%

#### 4. Considerações Finais

A metodologia adotada permitiu o mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio São Domingos, na escala 1:50.000.

O desempenho da classificação, analisado através das estimativas da exatidão global e do coeficiente Kappa, foi bastante elevado. Porém a análise da exatidão do produtor e usuário revelou que o desempenho da classificação variou bastante entre as classes.

Os resultados obtidos serão integrados a outras informações para a elaboração do diagnóstico ambiental da área de estudo.

#### Referências

- Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p.395-403, May-Jun. 1996.
- Congalton, R.G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v.37, n.1, p.35-46, Jul. 1991.
- Francelino, M.R.; Fernandes Filho, E.I.; Schimith, R.S.; Vieira, E.M. Utilização de imagem ASTER na determinação de classes de uso do solo no município de Viçosa, MG, In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento

Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p.1297-1301. Disponível em <[http://lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.27.11.57/doc/12\\_310.PDF](http://lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.27.11.57/doc/12_310.PDF)>. Acesso em: 01 nov. 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Miracema**. Folha SF-23-X-D-III-4. Rio de Janeiro, 1976. (carta topográfica na escala 1:50.000).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **São João do Paraíso**. Folha SF-24-G-I-3. Rio de Janeiro, 1968. (carta topográfica na escala 1:50.000).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING**: manual do usuário. São José dos Campos: INPE. 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>>. Acesso em: 01 nov. 2004.

Stefanov, W.L.; Ramsey, M.S.; Christensen, P.R. Monitoring urban land cover change: an expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers. **Remote Sensing of Environment**, v.77, p.173– 185, 2001.

Zhu, G; Blumberg, D.G. Classification using ASTER data and SVM algorithms: the case study of Beer Sheva, Israel. **Remote Sensing of Environment**, v.80, p.233-240, 2002.

### **Agradecimentos**

A imagem ASTER utilizada neste trabalho foi gentilmente cedida pelo Dr. Elpídio Inácio Fernandes Filho , a quem agradecemos.