

## Mapeamento da cobertura da terra da APA Petrópolis com a utilização da plataforma cognitiva InterIMAGE

Fábio Ventura dos Santos<sup>1</sup>  
Gustavo Mota de Sousa<sup>1,2</sup>  
Manoel do Couto Fernandes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Laboratório de Cartografia (GEOCART), Departamento de Geografia, IGEO  
fabio.ventura.santos@gmail.com, manoel.fernandes@ufrj.br

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ  
Departamento de Geociências, Instituto de Agronomia - IA  
BR-465, Km 7, Seropédica, RJ - 23890-000.  
gustavoms@ufrj.br

**Abstract.** Built in 1982, with an approximate total of 60,000 hectares, APA Petrópolis, the first Conservation Area (APA) in the country and second largest in the state of Rio de Janeiro, holds priceless historical and natural riches. The monitoring of this area with the help of thematic maps can be shown as an important resource for planning and decision making by their managers against the uncontrolled expansion of urban occupation. With advances in remote sensing technologies and software capable of interpreting your images in an automated method, the production of these maps can become simplified. However, high costs attributed to software license and satellite imagery provided by some publishers may restrict access to these technologies. Thus, this study aims to find alternatives that allow the use of remote sensing through of free software InterIMAGE, developed by the Laboratory of Vision Computer - LVC / PUC-Rio in conjunction with the Division of Image Processing – DPI / INPE, and images AVNIR sold affordable by the IBGE. From the construction of a semantic net modeled on a knowledge-based system, proved the viability of producing thematic maps concerning the use and land cover, which enable the analysis of various landscape components as the forest fragments. The methodology showed relevant results to identify the classes of forested areas (trees and undergrowth) and shadow areas. The classes of urban areas, rocky outcrops and cloud, however, have yielded conflicting results, requiring improvement through the use of visual interpretation techniques.

**Palavras-chave:** knowledge-based system, remote sensing, Alos, sistema baseado em conhecimento, sensoriamento remoto, Alos.

### 1. Introdução

Implementadas a partir da década de 1980, as Áreas de Preservação Ambiental (APA) pertencem a uma categoria relativamente recente de Unidade de Conservação (UC) baseadas no artigo 8 da Lei Federal nº 6.902 de 27 de abril de 1981, que permitem aos órgãos públicos (mediante aos seus interesses) delimitar áreas de seu território para a proteção ambiental e de seus recursos minerais. Entre os objetivos dessa proposta se destaca o desenvolvimento sustentável, ou seja, a busca de harmonização entre a conservação, a recuperação ambiental e as demandas da sociedade. Porém o crescimento e a expansão humana de forma desordenada se apresentam como problemas para atingir tal grau de harmonização, exigindo por parte dos órgãos gestores constantes monitoramentos com o intuito de controlar e tomar decisões em seus limites.

Sendo assim, os avanços apontados por Blaschke et al. (2005) no ramo do sensoriamento remoto – tais como o desenvolvimento de satélites com sensores cada vez mais aprimorados e o desenvolvimento de *softwares* com novas concepções metodológicas de interpretação de imagens – se apresentam como importante recurso para a produção de mapas temáticos voltados ao controle do uso e cobertura da terra (Pinho, 2005 e Pinho et al., 2005), expansões urbanas (Novack, 2009) e estudos geomorfológicos (Camargo, 2008).

Apesar de tecnicamente mais viáveis frente aos métodos tradicionais, Novack (2009) destaca como desvantagem os elevados custos associados às licenças dos principais *softwares* comerciais de interpretação de imagens. Desta forma, o objetivo proposto neste trabalho é desenvolver uma metodologia de mapeamento da cobertura da terra representada em uma rede semântica de um sistema baseado em conhecimento de custo acessível e que possa ser reproduzida e auxiliar outras Unidades de Conservação.

A área de estudo proposta se refere à APA Petrópolis, primeira Área de Preservação Ambiental criada no país e a segunda maior do Estado do Rio de Janeiro (aproximadamente 60.000 hectares). Localizada na porção centro-oeste do Estado do Rio de Janeiro, abrange parcela significativa do município de Petrópolis seguida de áreas menores dos municípios de Magé, Guapimirim e Duque de Caxias (figura 1). Nestes últimos, segundo o Plano de Manejo da referida APA, se encontram os maiores remanescentes de Mata Atlântica da região.

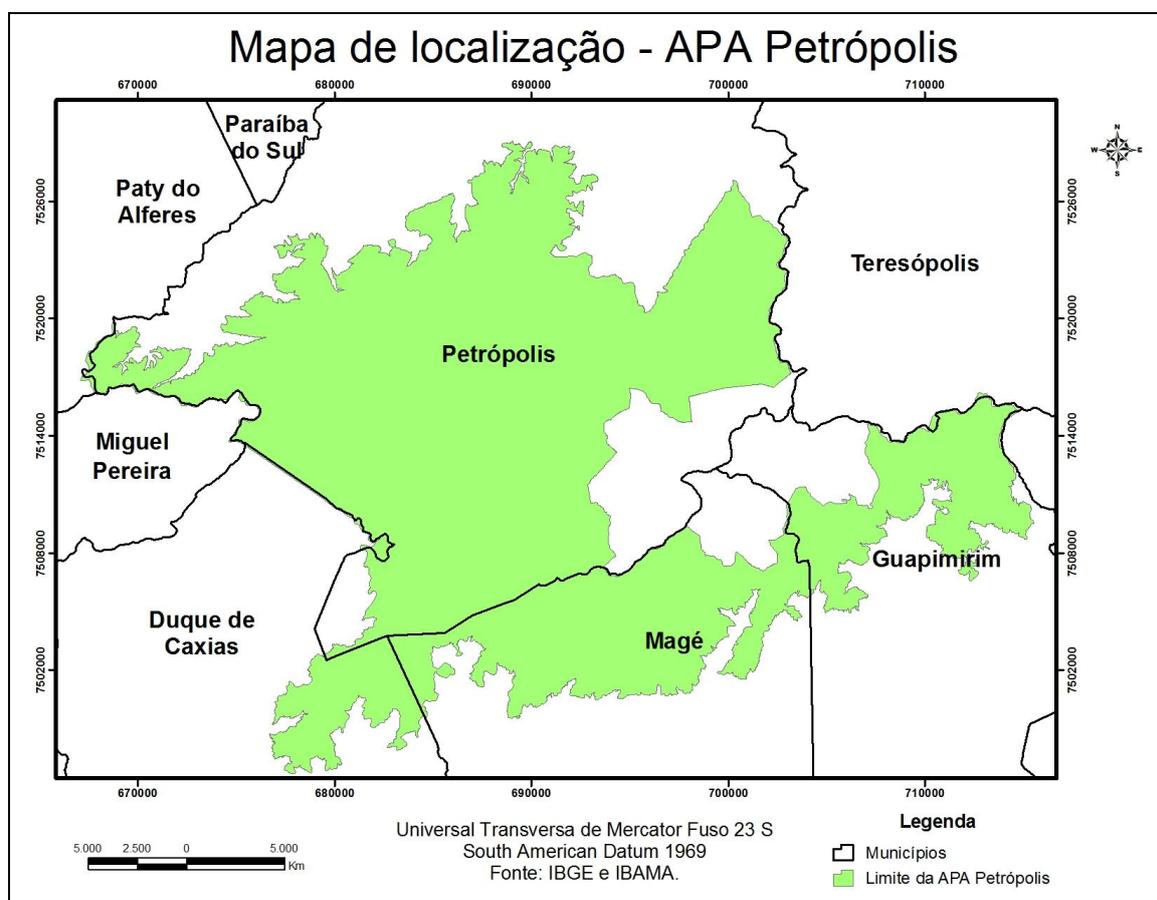


Figura 1. Delimitação da APA Petrópolis

## 2. Materiais e Métodos

O desenvolvimento da metodologia de mapeamento da cobertura da terra da APA Petrópolis contará com a imagem do sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-type 2*) transportado pelo satélite ALOS, lançado em janeiro de 2006 pela *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) no centro espacial de Tanegashima (Japão). Dentre as características do referido sensor relacionamos a capacidade de produzir imagens dotadas de quatro bandas espectrais (visível e infravermelho próximo) com 10m de resolução, sendo indicadas para o mapeamento temático proposto pelo trabalho em escala de até 1:50.000, segundo o EMBRAPA (tabela 1).

Tabela 1. Características do sensor AVNIR-2.

Bandas Espectrais/Comp. de onda (microns)	1: 0.42-0.50 2: 0.52-0.60 3: 0.61-0.69 4: 0.76-0.89
Resolução Espacial	10 m (nadir)
Largura da Faixa	70 km (nadir)
Sinal/Ruído	> 200
Função de Transferência de Modulação	Bandas 1 ~ 3: >0.25 Banda 4: >0.20
Nº. de Detectores	7000 / banda
Limite de Inclinação Lateral de Visada	+/-44° (direita/esquerda)
Resolução Radiométrica	8 bits

Fonte: IBGE (2010).

Para agilizar o processamento computacional e refinar a metodologia adotou-se uma área de 486 x 430 *pixels*, o que representa uma área aproximada de 25 km<sup>2</sup>. Esse procedimento foi realizado com o auxílio do *software* ENVI 4.5. O maior número de classes mapeáveis abrangidos por essa área foi o critério de escolha. De acordo com a figura 2, a área conta com a presença de áreas urbanas, afloramentos rochosos, vegetações arbóreas e rasteiras, sombra, água e nuvens.



Figura 2. Recorte usado como área de teste.

A segmentação e interpretação automatizada da imagem será realizada no InterIMAGE, *software* de domínio público desenvolvido pelo Laboratório de Visão Computacional – LVC/PUC-Rio em conjunto com a Divisão de Processamento de Imagens – DPI/INPE. Seu uso é justificado por adotar a interpretação baseada em conhecimento, apontada por autores como Blaschke et al. (2005) como mais adequados para a interpretação de imagens de alta resolução. Frente aos métodos tradicionais de classificação, como os sistemas baseados na classificação *pixel-a-pixel*, esse tipo de abordagem permite reproduzir o conhecimento do foto-intérprete em uma rede semântica reduzindo consideravelmente o trabalho, o tempo e os custos associados à geração de mapas temáticos por meio de sensores remotos.

Pahl (2003) resume o funcionamento do *software*, baseado no projeto GeoAIDA, por meio da figura 3. Ao lado direito da figura (*input*) é definida a rede semântica e os dados a serem usados na interpretação. A seguir, o processo de classificação se dá em duas etapas: *top-down* e *bottom-up*. A primeira é responsável por segmentar a imagem em sub-regiões e gerar hipóteses dos objetos inicialmente identificados. A segunda etapa se encarrega de avaliar as hipóteses geradas na primeira etapa e reuni-las em grupos. Ao lado esquerdo (*result*) são fornecidos os resultados em forma de mapas temáticos com diferentes níveis de detalhamento.

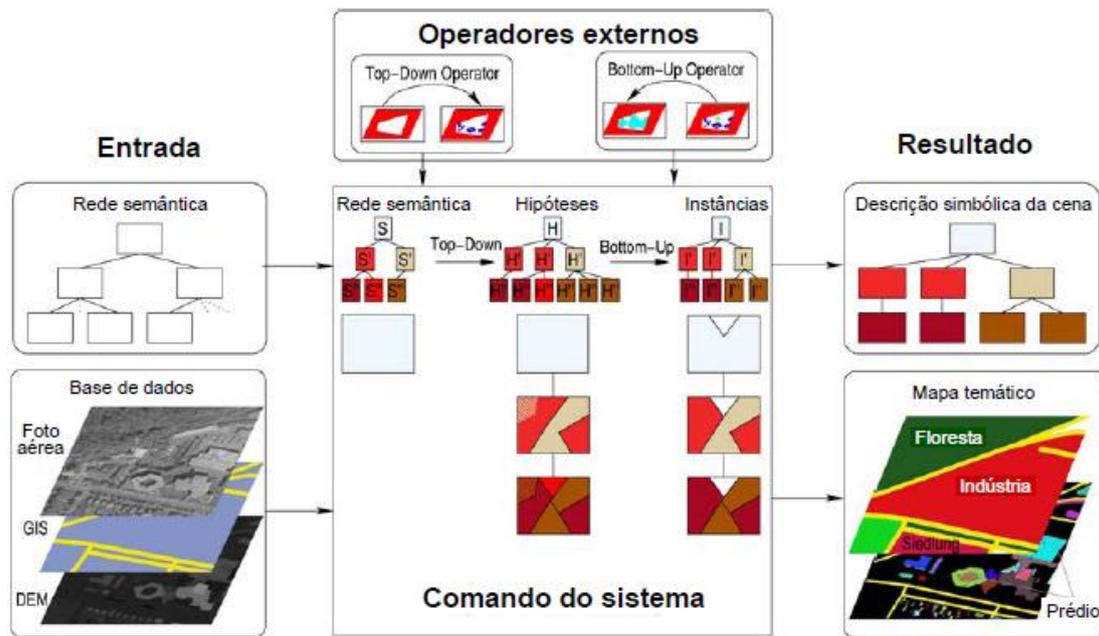


Figura 3. Fonte: adaptado de Pahl (2003).

Para este estudo procurou-se, na literatura (Cintra et al. 2010) os padrões de classificação dos principais objetos encontrados em uma imagem. Esses padrões de classificação foram inseridos na rede semântica criada (figura 4) que possibilitou atingir os objetivos de acordo com a identificação das classes verificadas na imagem. Isso foi possível por meio das respostas encontradas no módulo *debug mode* em conjunto com o recurso *Analysis Manager* que permitem a depuração das classes possibilitando o refinamento dos resultados através da observação de gráficos do histograma de segmentos e *scatter plot*.

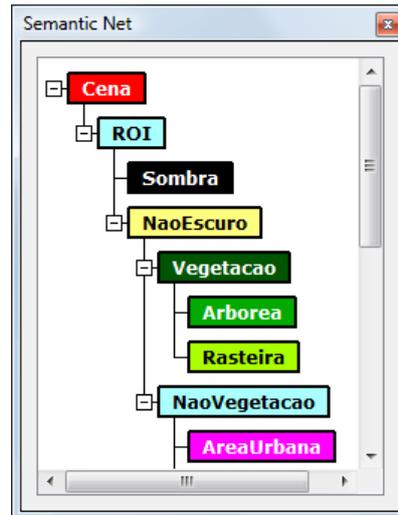


Figura 4. Rede semântica elaborada para a classificação.

Os resultados são exportados em formato *shapefile* possibilitando a verificação e edição em alguns casos no *software ArcGIS 9.3*. As áreas não identificadas ou que apresentaram conflitos durante a classificação no InterIMAGE foram classificadas através de interpretação visual.

### 3. Resultados

Os resultados alcançados foram obtidos de duas maneiras dentro da metodologia proposta: através das classes obtidas automaticamente pelo *software InterIMAGE* e classes identificadas por interpretação visual como pode ser verificado na figura 5.

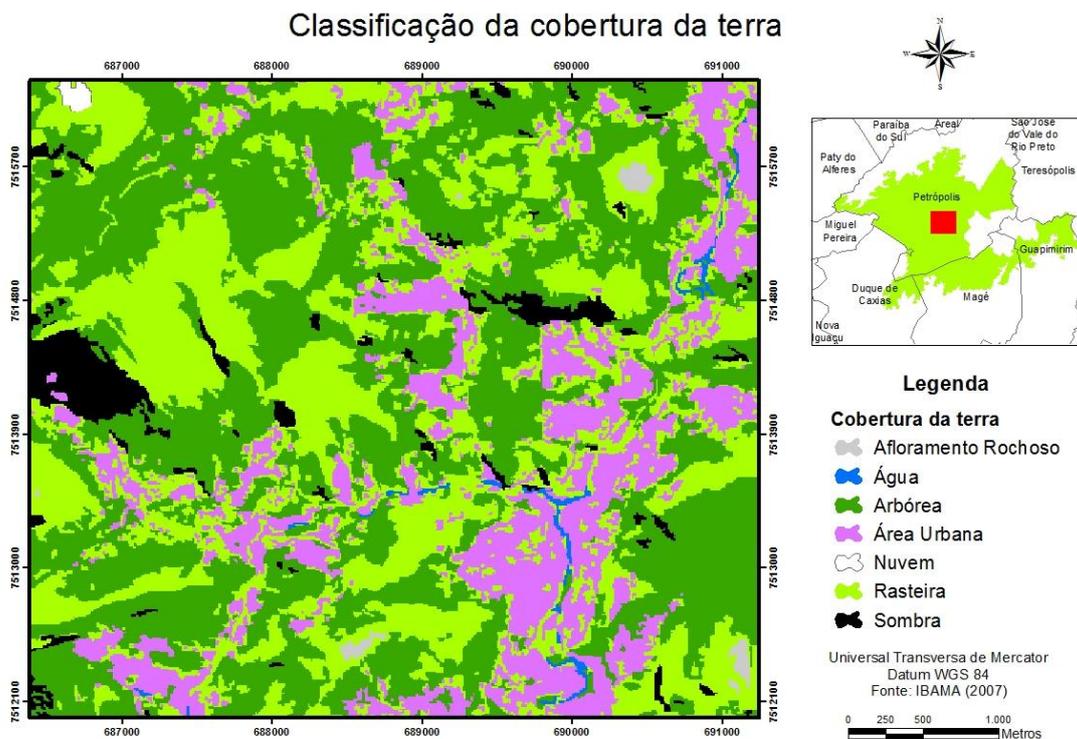


Figura 5. Resultado da classificação.

As classes de vegetação arbórea e rasteira, sombra e áreas urbanas foram identificadas através da modelagem do conhecimento com o auxílio do *software InterIMAGE*. Os

parâmetros de classificação inseridos nas regras de decisão ocorreram por meio do módulo *Analysis Manager* que para a classe de vegetação apresentou excelentes resultados. A divisão das médias das bandas 4 e 3 tornou possível a extração das áreas de vegetação e o brilho separou satisfatoriamente esta classe em vegetação arbórea e rasteira.

As áreas de sombra foram classificadas baseadas no brilho verificado por meio da soma das médias existentes nas quatro bandas existentes no sensor AVNIR identificados nas regras de decisão através do valor de  $\leq 34$ .

A identificação das áreas urbanas realizou pela regra de decisão elaborada por meio da razão das bandas 3 e 4 do sensor AVNIR e o brilho identificado através da expressão “brilho-4.979362/65.154013”. Essa classe foi identificada utilizando o módulo *scatter plot* do InterIMAGE que propiciou bons resultados apesar da confusão verificada desta classe com áreas de afloramento rochoso que tornou necessário a separação por meio de identificação visual em alguns casos.

Pesquisas mais profundas para a classificação de rios e corpos hídricos na resolução espectral do sensor AVNIR deverão ser avaliadas, pois foi possível identificar algum padrão durante a segmentação, porém não suficiente para garantir a continuidade de sua classificação, determinando a interpretação visual.

Por ainda estar em desenvolvimento, a metodologia não classificou automaticamente as áreas identificadas na imagem como nuvem, afloramento rochoso e água havendo a necessidade de editá-las manualmente no *software* ArcMap 9.3. A proposta do trabalho é depender cada vez menos desta etapa.

#### **4. Conclusões**

A metodologia para a geração do mapeamento da cobertura da terra da APA Petrópolis por meio do sistema baseado em conhecimento InterIMAGE 1.21 se encontra em desenvolvimento. Os resultados obtidos de forma predominantemente visual para as classes de sombra, vegetação e área urbana se mostraram eficientes. Porém ainda é necessário refinar a classificação de objetos conflitantes e outros elementos encontrados na imagem e não classificados neste trabalho. Para alcançar esse objetivo, pretende-se explorar mais os recursos do *software* e acrescentar à metodologia novos dados como um modelo digital de elevação (MDE), ou ainda, a utilização de ortofotos e dados vetoriais disponibilizados pelo Plano de Manejo da APA Petrópolis.

Os próximos passos visarão validar a classificação proposta com o auxílio de trabalhos de campo e submeter à rede semântica desenvolvida ao aumento da área referente à cena da imagem AVNIR contemplando toda a APA Petrópolis.

A pesquisa em tela faz parte da parceria entre o Laboratório de Cartografia (GEOCART) e o Grupo de Sensoriamento Remoto (ESPAÇO) da UFRJ e o Laboratório de Visão Computacional da PUC-Rio propiciando o envolvimento entre pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação dos grupos de pesquisa citados.

#### **Agradecimentos**

A equipe de desenvolvimento do *software* InterIMAGE do Laboratório de Visão Computacional da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (LVC/PUC Rio) representada pelos pesquisadores Rodrigo Ferreira, Dr. Gilson Costa e Dr. Raul Feitosa e ao Projeto Universal CNPq e a FAPERJ pelo auxílio financeiro.

#### **Referências Bibliográficas**

Camargo, F.F. Análise orientada a objeto aplicada ao mapeamento de unidades geomorfológicas a partir de dados ASTER/Terra. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos/SP, 2008.

Cintra, D. P. ; Novack, T. ; Rego, L. F. G. ; Costa, G. A. O. P. ; Feitosa, R. Q. . PIMAR Project - Monitoring the atlantic rainforest remnants and the urban growth of the Rio de Janeiro city (Brazil) through remote sensing. In: GEOBIA 2010, 2010, Ghent, Belgium. Proceedings of the GEOBIA 2010, 2010.

Imagens do Satélite Alos. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>>. Acesso em: 11 nov.2010. Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial.

Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial – EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/alos.htm>>. Acesso em 11 de Nov.2010.

InterIMAGE – Interpreting Images Freely, Disponível em <<http://www.lvc.ele.puc-rio.br/projects/interimage/>>. Acesso em: 11 de nov.2010.

Novack, T. Classificação da cobertura da terra e do uso do solo urbano utilizando o sistema InterIMAGE e imagens do sensor Quickbird. 2009. 214 p. (INPE-14183-TDI/1095). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2005. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/08.31.21.23>>. Acesso em: 11 nov.2010.

Pahl, M. Arquitetura de um sistema baseado em conhecimento para a interpretação de dados de sensoriamento remoto de múltiplos sensores. 95 p. (INPE-15211-TAE/71). PhD Thesis - Universidade de Hannover, São José dos Campos. 2008. Disponível em: <<http://www.lvc.ele.puc-rio.br/projects/interimage/documentation/files/Martin%20Pahl%20Thesis.pdf>>. Acesso em: 11 nov.2010.

Pinho, C. M. D. Análise orientada a objetos de imagens de satélites de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura do solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos. 2005. 180 p. (INPE-14183-TDI/1095). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2005. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2005/11.23.13.40>>. Acesso em: 11 nov.2010.

Pinho, C. M. D., Feitosa, F. and H. J. Kux (2005): Classificação automática de cobertura do solo urbano em imagem IKONOS: Comparação entre a abordagem pixel-a-pixel e orientada a objetos. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 4217-4224. On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.17.58/doc/4217.pdf>>. Acesso em: 11 nov.2010.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. (2007). **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Região Serrana de Petrópolis**. Brasília, 489 p.