

Mapeamento da cobertura da terra do Parque Nacional do Itatiaia com a plataforma cognitiva InterIMAGE

Igor Vieira Vargas Colares¹
Marlon Thiago de Oliveira Nunes¹
Gustavo Mota de Sousa^{1,2}
Manoel do Couto Fernandes¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Av. Athos da Silveira Ramos, CCMN, Cidade Universitária – Rio de Janeiro–RJ – 21941-590
marlon.nunes11@gmail.com, igorcolares@ufrj.br, manoel.fernandes@ufrj.br

²Universidade 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. The first Conservation Unit (CU) categorized as Park, with full protection, was Itatiaia National Park (PNI), created in June 1937. This site counts with an area of approximately 30,000 hectares and diverse phenomena to be observed. The remote sensing and its applications constitute important tools for local environmental studies. The objective of this study is to build a land cover map using an open source software that is developed by InterIMAGE Laboratory of Computer Vision - LVC / PUC-Rio along with the Division of Image Processing - DPI / INPE and Division Remote Sensing - DPI / INPE. Through the object-based classification (OBIA) methodology - which uses as material an AVNIR-2/ALOS image and digital elevation model -, it was possible to classify the image in two stages with different classes for general purpose: vegetation areas extraction, no vegetation and shade. The vegetation area was identified by NDVI and refined by altimetric data highlighting areas of montane forest and high altitude field. For areas with no vegetation, classification occurred through Analysis Manager module embedded in the software which has identified, through attributes water classes, urban, rock, fire and cloud. Shaded areas were identified by arithmetic means of the bands. The study showed promising results using the Kappa index of 0.70 and an overall accuracy of 75%.

Palavras-chave: Object-Based Image Analysis, remote sensing, NDVI, semantic network; Análise de Imagens Orientada a Objeto, sensoriamento remoto, NDVI, rede semântica.

1. Introdução

O Parque Nacional do Itatiaia (PNI) foi a primeira Unidade de Conservação (UC) na categoria Parque com proteção integral criada no Brasil. Instalada em junho de 1937 e tendo como uma de suas funções a preservação dos ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas, realização de atividades educacionais e de interpretação ambiental, recreação e turismo ecológico, por meio do contato com a natureza (ICMBIO). Por ser uma área extensa e com diversos fenômenos a serem observados, o sensoriamento remoto e suas aplicações torna-se ferramenta importante para estudos ambientais locais. Neste sentido, o mapeamento da cobertura da terra se torna um elemento de grande relevância no planejamento e gestão desta Unidade de Conservação (PINHEIRO e KUX, 2005).

Além da aquisição de imagens por sensoriamento remoto, que estão cada vez mais desenvolvidos, com melhores resoluções, abrangência de locais e mais satélites disponíveis, existem softwares para a interpretação dessas imagens, para produção de mapas temáticos que compreendem melhor a área de estudo, possibilitando o mapeamento de cobertura da terra,

controle ambiental, pesquisas sobre vegetação, entre outros estudos (COSTA *et al.*, 2008 e SANTOS *et al.*, 2011)

A aquisição gratuita de imagens de satélites tornou a pesquisa em Sensoriamento Remoto mais difundida. Ressalta-se como exemplos as iniciativas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE ou, na redução de custos através de acordos internacionais como foi o caso do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE com subsídios para aquisição de imagens do satélite japonês ALOS. Além desses incentivos existem os softwares para interpretação de imagens baseadas em objeto com licenças de preço com pouca acessibilidade, tornando algumas pesquisas inviáveis.

Diante disso, pretende-se neste estudo a realização do mapeamento da cobertura da terra do PNI com a classificação baseada em objeto através de dados do sensor AVNIR-2/ALOS e de Modelo Digital de Elevação construído a partir de cartas topográficas do IBGE (1:50.000) utilizando o software de código aberto InterIMAGE.

O PNI está localizado na fronteira dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, e próximo ao estado de São Paulo, situado na Serra da Mantiqueira (figura 1). Este parque abrange os municípios de Alagoa (MG), Bocaina de Minas (MG), Itamonte (MG), Itatiaia (RJ) e Resende (RJ), e conta com uma área de aproximadamente 30 mil hectares preservados dentro da reserva. O nome Itatiaia é de origem tupi-guarani, significando “pedra cheia de pontas”, referindo-se a forma das montanhas como o Pico das Agulhas Negras e Maciço das Prateleiras.

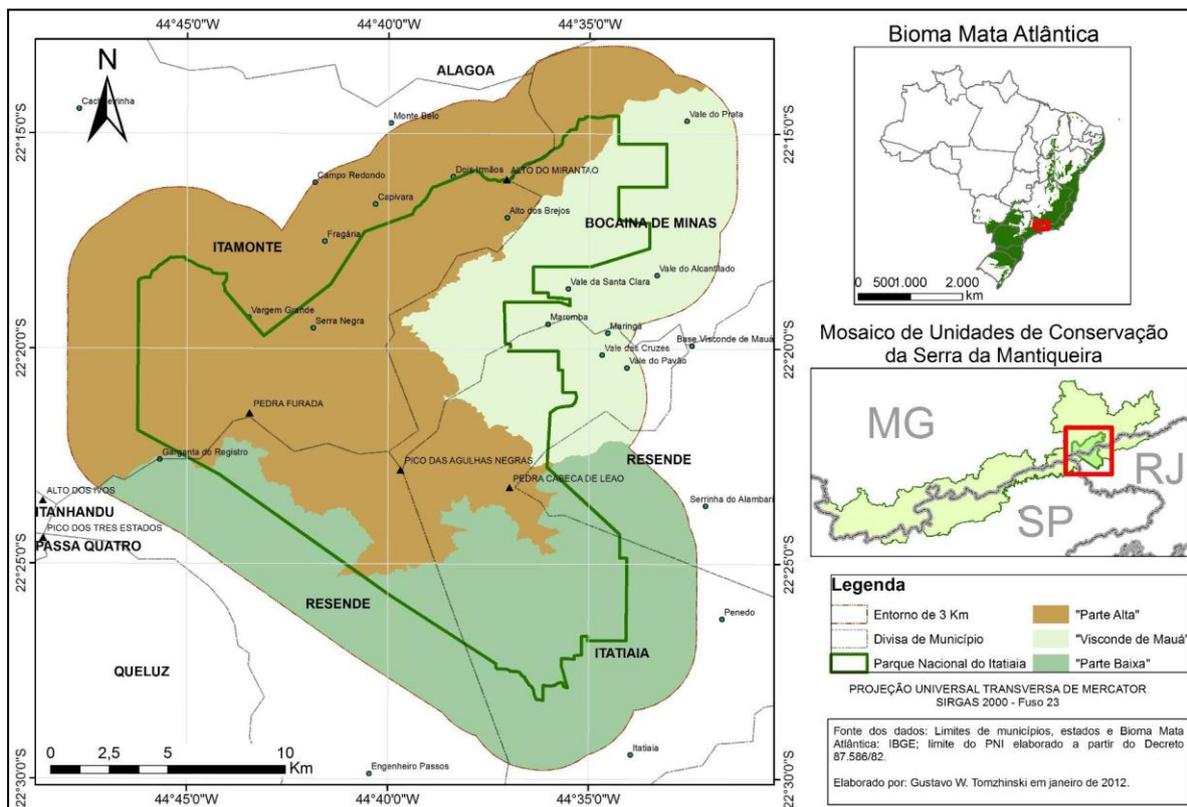


Figura 1. Localização do Parque Nacional do Itatiaia. (Tomzhinski, 2012)

2. Materiais e Métodos

Para o mapeamento da cobertura da terra, foi utilizado uma imagem do sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-type 2*) transportado pelo satélite ALOS, que produz imagens de quatro bandas espectrais (visível e infravermelho próximo) e

resolução de 10m (Tabela 1). A classificação também utilizou um modelo digital de elevação (MDE) e base cartográfica em escala 1:50.000.

Tabela 1. Características AVNIR-2 (JAXA, 2008)

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

A imagem selecionada para o estudo é datada de 17 de julho de 2009 (figura 2), com resolução de 3258 x 3480 pixels, e possuindo uma área de ampliação de 5km no entorno do PNI. Realizou-se a ortorretificação no *PCI Geomatics* (Tomzinski, 2012) e correção atmosférica no modelo 6S. A rede semântica elaborada indicou três segmentos gerais que são Vegetação, Não vegetação e Sombra, sendo as duas primeiras com subdivisões.

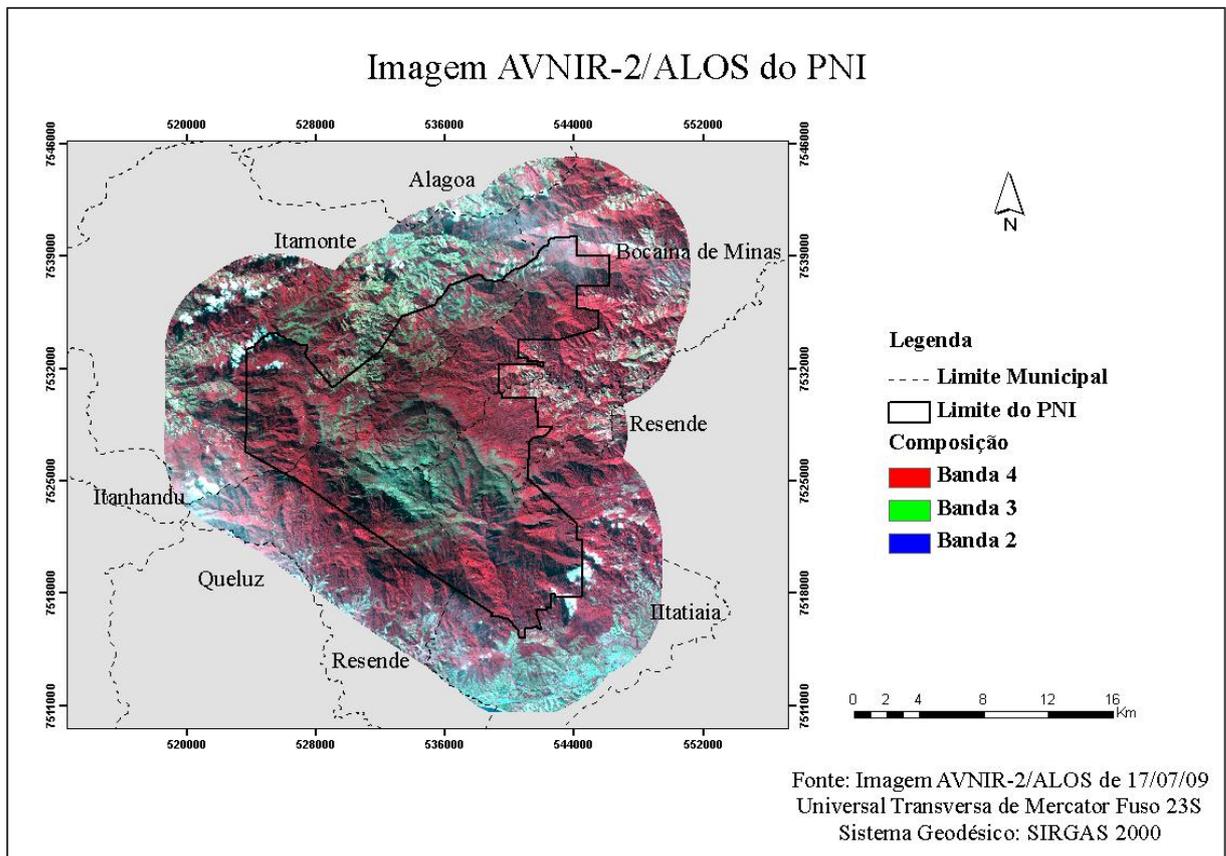


Figura 2. Imagem de estudo PNI com 5km de buffer.

A segmentação e classificação da imagem, realizada no InterIMAGE, *software* gratuito desenvolvido pelo Laboratório de Visão Computacional – LVC/PUC-Rio em conjunto com a Divisão de Processamento de Imagens – DPI/INPE e Divisão de Sensoriamento Remoto – DPI/INPE. O sistema utiliza uma rede semântica para classificação, sendo prático e rápido, dependendo do tamanho do arquivo e da plataforma computacional utilizada. O método de funcionamento pode ser compreendido melhor na figura 3.

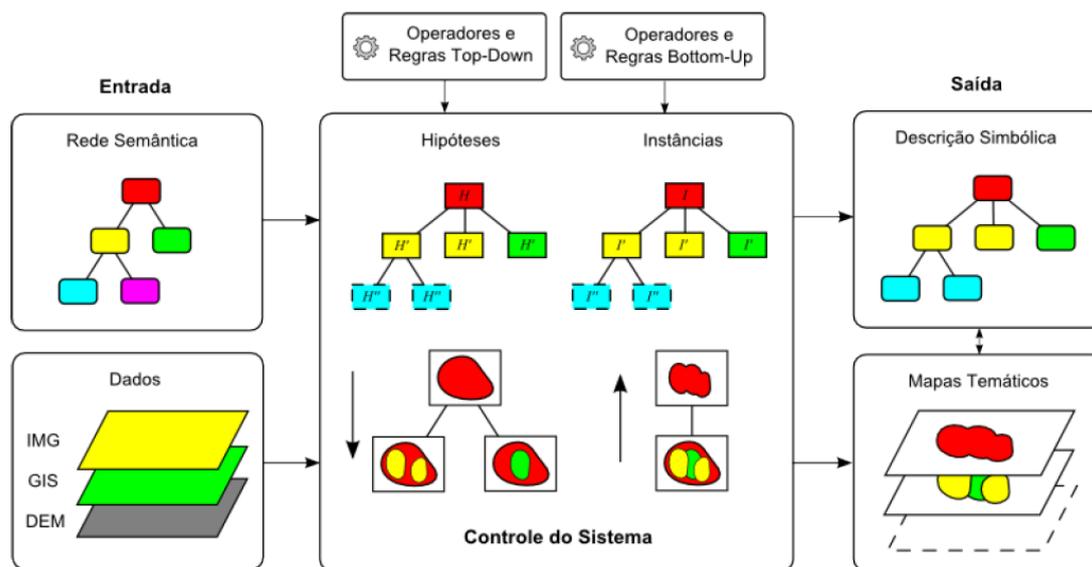


Figura 3. Funcionamento do sistema InterIMAGE (InterIMAGE,2002)

A entrada de dados no InterIMAGE se dá a partir da definição da rede semântica e os dados, que podem ser imagem, vetores e DEM. Em seguida, a classificação se divide em duas partes: regras *top-down* e *bottom-up*. A regra *top-down* segmenta a imagem e gera hipóteses em cima dos objetos identificados, e a regra *bottom-up* confirma tais hipóteses e gera os arquivos finais de classificação que são validadas as hipóteses. Na sua saída vemos os mapas temáticos gerados com as legendas finais.

Foram utilizados padrões de classificação, como média de bandas, entropia, brilho e outras operações para dividir as classes, e também um refinamento visual através de ferramenta disponível no InterIMAGE, o *Analysis Manager*. A rede semântica adotada para a extração das classes pode ser observada na figura 4.

Para otimização da classificação a rede semântica foi dividida em dois projetos. Usou-se o operador de segmentação baseado no NDVI para separar a vegetação de áreas de não vegetação, com valor de NDVI de 0.09. O primeiro projeto, de vegetação, criou-se a classe de floresta e campo através do segmentador baseado no NDVI de valor 0.35. Essas classes foram subdivididas em alto montana e montana nas áreas de floresta; e campo foi dividido em campo de altitude e herbácea. Para a classe de Alto Montana foi utilizada a altitude de 1700 metros baseado nos estudos de Brade (1956) e esse procedimento foi realizado para campo de altitude com 2350 metros observada em campo.

O projeto dois inicia-se a partir da importação do resultado de não vegetação através da realização da rede semântica dividida nas classes de área urbana, queimada, nuvem, rocha e água conforme pode ser visto na figura 4. Para este projeto foi usado os operadores segmentador *Baatz* e de crescimento de regiões. A classe rocha foi usado o segmentador *Baatz*, com atributos de brilho, media da banda 4 e entropia do modelo digital de elevação. Para a classe água usou-se o segmentador de crescimento de regiões com atributos de brilho e media da banda 4, que através da ferramenta *Scatter Plot*, foi possível associar os dois atributos para uma melhor classificação da água.

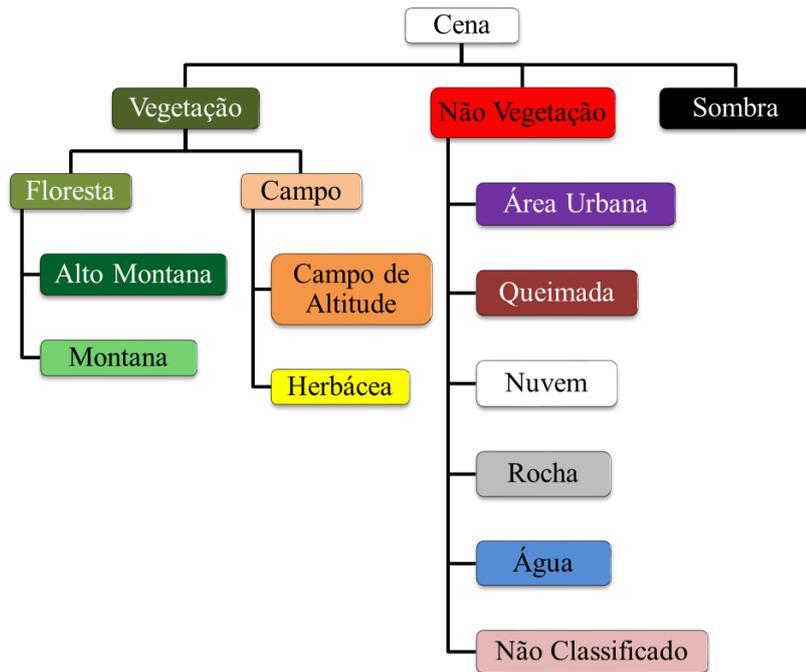


Figura 4. Rede semântica elaborada para o estudo.

3. Resultados e Discussão

A classificação no InterIMAGE resultou no mapa temático que pode ser observado na figura 5. A partir de uma avaliação qualitativa podemos avaliar que a metodologia de classificação em duas etapas propiciou uma separação satisfatória das classes de cobertura da terra existente na imagem AVNIR-2/ALOS.

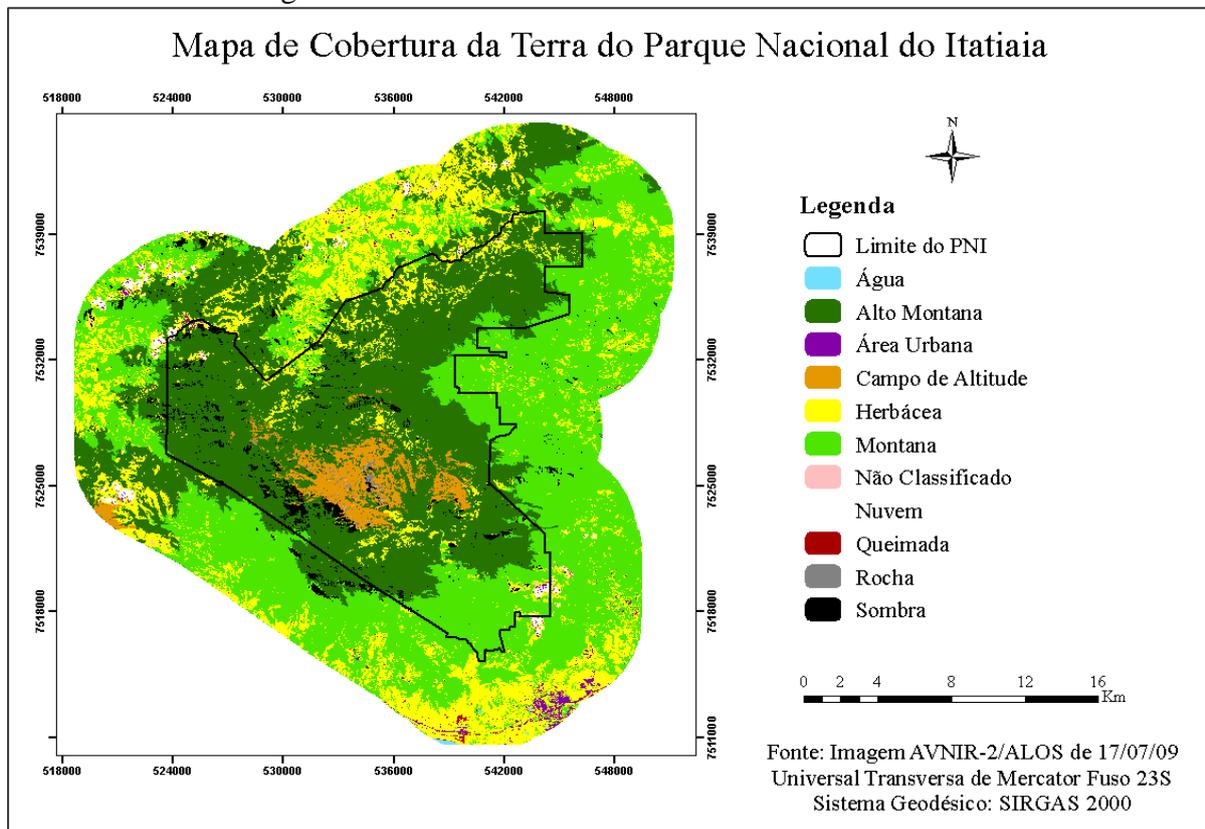


Figura 5. Resultado da Classificação.

A divisão entre as áreas de vegetação e não vegetação através do segmentador baseado no NDVI apresentou uma separação destas classes. Na separação das classes pertencentes as áreas de vegetação o operador *Baatz* com atributo de altitude, extraído do MDE propiciou uma boa divisão entre as classes de floresta montana e alto montana, além das áreas de campo de altitude e vegetação herbácea.

As classes de não vegetação extraídas foram de água, rocha, nuvem, área urbana e queimada. A classe de sombra foi identificada a partir da utilização do operador Aritmético em que foi inserida a média aritmética das quatro bandas do sensor AVNIR-2 através de um limiar mínimo e máximo que resultou na extração dessas áreas. Os detalhes de cada classe podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2. Operadores e atributos utilizados para a classificação

Classe	Dados	Operadores	Atributos/Parâmetros
Vegetação	AVNIR-2	<i>NDVI Segmenter</i>	Limiar: 0.09
Floresta	AVNIR-2	<i>NDVI Segmenter</i>	Limiar: 0.35
Alto Montana	AVNIR-2; MDE	<i>Baatz Segmenter</i>	Escala: 50; MDE > 1700
Montana	AVNIR-2	<i>Dummy Topdown</i>	Não foi inserida nenhuma regra.
Campo	AVNIR-2	<i>Dummy Topdown</i>	Não foi inserida nenhuma regra.
Campo de Altitude	AVNIR-2; MDE	<i>Baatz Segmenter</i>	Escala: 50; MDE > 2350
Herbácea	AVNIR-2	<i>Dummy Topdown</i>	Não foi inserida nenhuma regra.
Não Vegetação	Shapefile	<i>Shapefile Import</i>	Nome do atributo
Área Urbana	AVNIR-2	<i>Region Growing Segmenter</i>	Brilho ≥ 49.725015
Queimada	AVNIR-2	<i>Region Growing Segmenter</i>	NDVI \geq (media banda 3-54.000067)/240.671262; media banda 3 ≥ 39.152284 ; brilho < 48.859137
Nuvem	AVNIR-2	<i>Baatz Segmenter</i>	Escala: 20; Entropia banda 3 ≥ 3.918409 ; Media banda 4 ≥ 69.892918 ; Brilho ≥ 65.278042
Rocha	AVNIR-2	<i>Baatz Segmenter</i>	Escala: 20; Brilho < 11.609271; Media Banda 4 < 92.657360; Entropia MDE
Água	AVNIR-2	<i>Region Growing Segmenter</i>	Brilho \geq (media banda4-12.512115)/0.407833; Brilho ≥ 29.126023 ; Media banda 4 ≥ 18.923858
Não Classificado	AVNIR-2	<i>Dummy Topdown</i>	Não foi inserida nenhuma regra.
Sombra	AVNIR-2	<i>Arithmetic</i>	Media aritimetica das 4 bandas e limiar entre 0 e 13

Os índices *Kappa* e de exatidão global foram calculados através do auxílio de um fotointérprete que identificou amostras com base na imagem AVNIR-2 e em experiência de campo. A tabela 3 indica a matriz de confusão elaborada para a construção dos índices.

Tabela 3. Matriz de confusão.

Fotointérprete \ Classificação	Queimada	Área Urbana	Montana	Alto Montana	Herbácea	Sombra	Campo de Altitude	Nuvem	Rocha	Água	Total
Queimada	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Área Urbana	0	23	0	0	8	0	0	0	0	0	31
Montana	0	0	18	1	0	0	0	0	0	0	19
Alto Montana	0	0	13	25	0	0	0	0	0	0	38
Herbácea	0	1	3	1	27	3	2	4	9	0	50
Sombra	0	0	0	4	5	41	7	0	0	0	57
Campo de Altitude	0	0	0	0	0	0	21	3	11	0	35
Nuvem	0	0	0	0	3	0	0	38	0	0	41
Rocha	0	0	0	0	0	1	5	0	21	0	27
Água	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	7
Total	12	24	35	31	43	45	35	45	41	6	317

O índice Kappa teve resultado de 0,7 que é observado por Landis & Koch (1977) como muito bom, enquanto a exatidão global indicou o valor de 73% que traz a possibilidade de entendimento de quais amostras foram coincidentes com os resultados da classificação. Por meio da tabela 3 observa-se que as classes que mais apresentaram conflito entre si e com outras classes foram de campo de altitude e herbácea que tiveram como critério de separação a curva altimétrica de 2350 m observada durante trabalho de campo. Estas classes merecem uma melhor avaliação para que esses conflitos sejam resolvidos.

4. Conclusões

O software InterIMAGE apresentou resultados promissores de classificação. Para a definição de vegetação mostrou-se resultados satisfatórios, podendo melhorá-los mais, pois o segmentador baseado no NDVI, se mostrou eficaz. As classes conflitantes serão refinadas e deve-se explorar outras ferramentas disponíveis no sistema como a utilização de regras *fuzzy*. A classificação de modo geral teve um bom resultado, podendo o tipo de estudo ser aplicado para outras UCs, a fim de fornecer subsídios para controle e monitoramento.

A classificação atingiu os objetivos, mostrando que o InterIMAGE é um *software* indicado para interpretação de imagem e encontra-se em constante desenvolvimento e aperfeiçoamento, tendo melhorias regularmente.

Houve ainda visita a campo no mês de setembro de 2012 para validação das áreas e melhoria dos modelos adotados, bem como a correção de alguns dados como altimetria relativa de áreas de campo de altitude, e também a inserção de outros dados. Pretende-se inserir novos dados e modelos para refinamento da segmentação e classificação, além de trabalho de campo em outros pontos do PNI. Diante disso conclui-se que os resultados gerados foram positivos dentro da proposta do estudo.

5. Referencias Bibliográficas

Brade, A. C. A flora do Parque Nacional do Itatiaia. *Boletim do Parque Nacional do Itatiaia*, Nº 5. Itatiaia/RJ, 114p., 1956.

Costa, G.A.O.P.; Pinho, C.M.D.; Feitosa, R.Q.; Almeida, C.M.; Kux, H.J.H.; Fonseca, L.M.G.; Oliveira, D., 2008. InterIMAGE: Uma plataforma cognitiva open source para a interpretação automática de imagens digitais. *Revista Brasileira de Cartografia – RBC*, nº 60/4, p.331-337, dez 2008.

Landis, J. R.; Koch, G. G., 1977 The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, n. 1, p. 159-174.

Pinheiro, E. S., Kux, H. J. H. Imagens Quickbird aplicadas ao mapeamento do uso e cobertura da terra do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. In: Blaschke, T.; Kux, H. (Org.). *Sensoriamento remoto e SIG avançados – Novos sistemas sensores métodos inovadores*. São Paulo. Oficina de Textos, 2005. cap. 27. P.263-281.

Tomzhinski, G.W. *Análise Geoecológica dos Incêndios Florestais no Parque Nacional do Itatiaia*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia – PPGG/UFRJ. 137 f., 2012.

Santos, F. V.; Sousa, G. M.; Fernandes, M. C. Mapeamento da cobertura da terra da APA Petrópolis com a utilização da plataforma cognitiva InterIMAGE. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais. p. 7471*

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br>> - acesso em 09-11-2012