

Análise comparativa entre classificação orientada ao objeto e a fotointerpretação do uso do solo no Parque Estadual da Serra do Rola Moça, MG

Amanda Alves dos Santos¹

Juliana Leroy Davis¹

Maytê Maria Abreu Pires de Melo Silva¹

Marcos Antônio Timbó Elmiro¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto de Geociências - Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais

Av. Antônio Carlos, 6627. Belo Horizonte, MG 31270-901

amandalves9@yahoo.com.br, julianaleroydavis@yahoo.com.br, mayte17@gmail.com,
timboelmiro@gmail.com

Abstract. High resolution images have great texture and spatial detail complexity. These characteristics allow a higher accuracy in landscape studies that seeks to understand natural and anthropogenic components distributions as land use analyses. However, this great complexity of details hampers the traditional image pixel based classification. In this way, another method to process and analyze satellite images called object-oriented classification, has been used and improved since 1976. It considers objects (pixels groups with similar characteristics) as analytical units, and analyze geometric and texture features in addition to spectral features. Thereby, considering the heterogeneity of high resolution images, the object oriented classification seems more appropriated as a classification methodology. To certify the accuracy of object-orientated classification the present work compares their results using ENVIEX with a manual classification, both of Serra do Rola Moça State Park land use. The comparison results between the two classifications showed that both are good methods to support land use studies. But, however manual classification is an ensured method, it requires professionals and/or studies that provide good knowledge of the study area besides the long time that it takes to be done. The object-oriented classification proved to be a more efficient method due to its ability to separate different classes in a shorter time and had a 80,8% total accuracy. Nonetheless, its analyses needs post classification procedures mainly to join the same classes that have different textures.

Keywords: accuracy, Ikonos, remote sensing, acurácia, Ikonos, sensoriamento remoto.

1. Introdução

O sensoriamento remoto evoluiu bastante nos últimos anos, principalmente no que se refere à resolução espacial das imagens de satélite. Atualmente existem imagens disponíveis no mercado que apresentam alta resolução espacial, como as imagens IKONOS (1m) e Quick Bird (0,61m). Essa evolução tecnológica permite uma acurácia maior nos estudos para o entendimento da distribuição de componentes naturais e antrópicos no espaço, além de outras análises da paisagem (MA et al., 2009).

Muitos desses trabalhos são feitos a partir do processo de classificação das imagens de satélite que, de forma geral, consistem em extrair das imagens informações qualitativas e quantitativas sobre o uso e cobertura do solo. Essa classificação pode ser feita de duas formas, de acordo com a unidade de processamento considerada, pixel a pixel ou orientada ao objeto. A classificação pixel a pixel analisa as características de cada pixel e os categoriza de acordo com métodos estatísticos, já a classificação orientada ao objeto trabalha com os objetos da imagem, que são um conjunto de pixels com características semelhantes como: valor do pixel, textura, forma, tamanho, contexto da vizinhança, dentre outras (YONGXUE et al., 2006).

Comparadas às imagens de baixa resolução, as imagens de alta resolução têm maior complexidade de textura e maior riqueza de detalhes espaciais, como o contorno dos alvos. Dessa forma, considerando tal heterogeneidade, é difícil extrair informações de imagens de satélite de alta resolução e o processamento tradicional pixel a pixel se mostra ineficiente e

limitado para esse tipo de análise. Considerar os objetos como unidade analítica é um novo modo de realizar o processamento de imagens que tem sido muito utilizado, já que considera as características geométricas e as informações referentes à textura além das características espectrais. Assim, essa metodologia se mostra mais apropriada para se trabalhar as imagens de alta resolução (ZHANG et al., 2011).

De forma geral, a classificação orientada ao objeto segue duas etapas, segmentação e classificação. A etapa de segmentação consiste em dividir a imagem em objetos elementares que serão as unidades para o processamento da imagem. Ela pode ser feita de diversas formas dependendo do algoritmo que o software utilizado na análise adota. Os algoritmos de segmentação mais comuns são baseados na análise da similaridade e/ou descontinuidade da informação espectral ao longo da imagem. Na primeira categoria a abordagem é particionar a imagem baseando-se em mudanças bruscas nos níveis de cinza. As técnicas de detecção de linhas e bordas na imagem são as mais conhecidas no primeiro grupo. A segunda categoria inclui métodos de limiarização, crescimento de regiões e divisão e fusão de regiões. Já a etapa de classificação é baseada na lógica fuzzy de classificação dos sistemas. Esse tipo de classificação é baseado em regras, por meio da análise das características dos objetos e entre as características dos objetos, e assim estabelece o conhecimento base para reconhecer alvos de diferentes classes. A lógica fuzzy é um método matemático para se quantificar o status de incerteza e é usado, nesse caso, para demonstrar o grau de pertencimento dos objetos à determinada classe (LINGJUN; YAN, 2009).

A metodologia de classificação orientada ao objeto vem sendo usada e aprimorada desde 1976 (MA et al, 2009) e diversos trabalhos foram e estão sendo desenvolvidos a partir dessa lógica com diversos objetivos. Resultados eficientes foram obtidos em trabalhos sobre agricultura (WATTS; LAWRENC, 2008 e HUIPING et al., 2003 *apud* MA et al, 2009) e áreas urbanas (XIUYING et al., 2008; YUHUAN et al., 2009 *apud* MA et al, 2009), por exemplo.

Pode-se também classificar uma imagem de forma manual, por meio da fotointerpretação. O analista considera as cores, textura, formato e conhecimento prévio para delimitar e categorizar as áreas referentes a cada uso do solo. Esse tipo de classificação possui alta confiabilidade, mas se torna inviável para a análise de grandes e heterogêneas áreas. Assim para atestar a eficiência da classificação orientada ao objeto esse trabalho realiza uma comparação entre os resultados de uma classificação manual e os resultados de uma classificação orientada ao objeto desenvolvida no software ENVI EX para uma área no Parque do Rola Moça em Minas Gerais.

1. Objetivo

Este estudo teve como objetivo a comparação das classificações manual e orientada a objetos sobre uma imagem de alta resolução IKONOS e a avaliação da capacidade destas imagens em fornecer dados confiáveis como apoio às análises de uso do solo.

2. Área de estudo

O Parque Estadual da Serra do Rola Moça está localizado na interseção dos municípios de Belo Horizonte, Nova Lima, Ibirité e Brumadinho, parte central de Minas Gerais, região do quadrilátero ferrífero. Com uma área total de 3.942 ha, o parque está na junção de sistemas serranos e apresenta minério de ferro em seu subsolo, o que lhe confere um alto potencial hidrogeológico, estabelecendo uma importante área de recarga.

Além disso, o parque está situado numa área de tensão ecológica entre a Mata Atlântica e o Cerrado, caracterizando uma área importante para conservação da fauna e da flora. De

acordo com o Atlas de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade no Estado de Minas Gerais (DRUMOND et al., 2005) essa área apresenta importância especial pela presença de ambientes únicos no estado. Do ponto de vista biótico a área apresenta uma série de espécies de fauna e flora ameaçadas e algumas com ocorrência única na área do parque.

Na carta-imagem da Figura 1 é mostrada a localização espacial da área de estudo, no contexto regional e estadual.

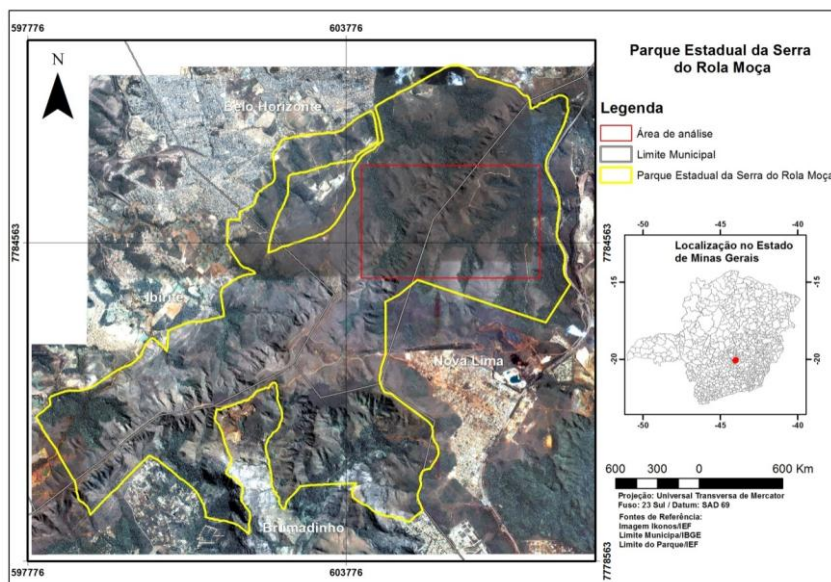


Figura 1. Localização da área de estudo

Para a análise proposta neste artigo foi selecionado uma área de 715,04 ha na porção nordeste do parque. Essa área apresenta vegetação com características predominantemente naturais e um relevo acidentado.

3. Material e Métodos

A análise foi realizada utilizando uma imagem do satélite Ikonos como resolução espacial de 1 metro e o mapa de uso do solo vetorizado pela equipe técnica do plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Rola Moça a partir da mesma imagem.

A classificação orientada ao objeto foi realizada utilizando o software ENVI EX no módulo *Feature Extration*. Este módulo possibilita a segmentação da imagem através da combinação das características espaciais, espectrais e de textura o que favorece a melhor identificação dos alvos. A Figura 2 apresenta a imagem segmentada através dessa técnica.

A partir da imagem segmentada foi realizada a classificação supervisionada com o algoritmo *K Nearest Neighbor*. Para essa classificação foram utilizadas três classes e essas foram nomeadas de acordo com o mapa de uso do solo do plano de manejo. As amostras foram capturadas das regiões com tipo de uso do solo conhecido, ou seja, para o tipo de uso cerrado foram capturadas amostras de onde o cerrado estava localizado no mapa de referência, seguindo dessa maneira para todas as classes. Essa metodologia foi utilizada para que, posteriormente, pudesse ser realizada a comparação entre as classes dos dois mapas.

O mapa classificado foi convertido, automaticamente pelo ENVI EX, para o formato shapefile e utilizado no software ArcGIS para gerar a interseção entre os tipos de uso do solo. A partir dessa interseção a matriz de confusão foi elaborada, com o objetivo de medir a acurácia do mapa gerado, a partir da classificação orientada ao objeto, em relação ao mapa com a classificação manual elaborado no plano de manejo. Para a construção da matriz

utilizou-se como referência o cálculo do tamanho, em hectares, das áreas de interseção entre os dois mapas.

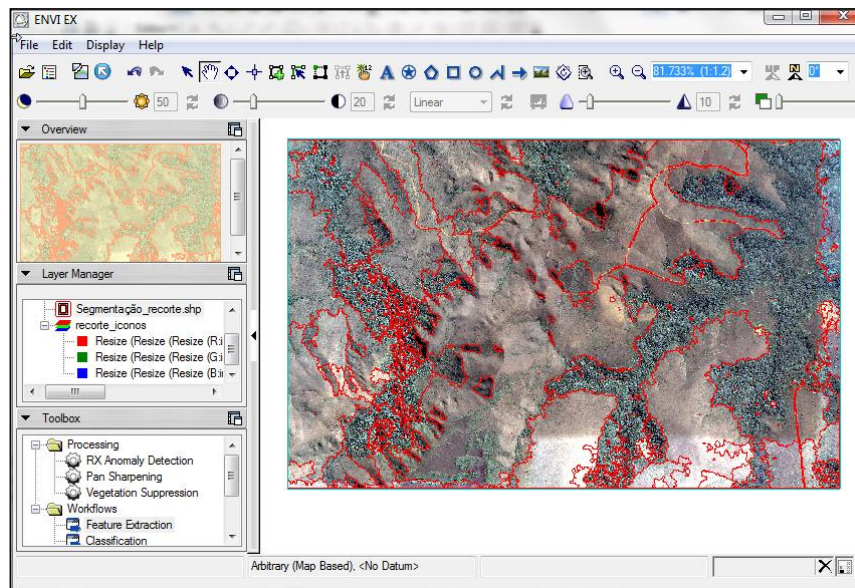


Figura 2. Imagem Segmentada

5. Resultados e Discussão

As figuras 3 e 4 representam a classificação orientada ao objeto e fotointerpretação, onde foram criadas as 3 classes temáticas: cerrado, floresta estacional semi-decídua e refúgio ecológico.

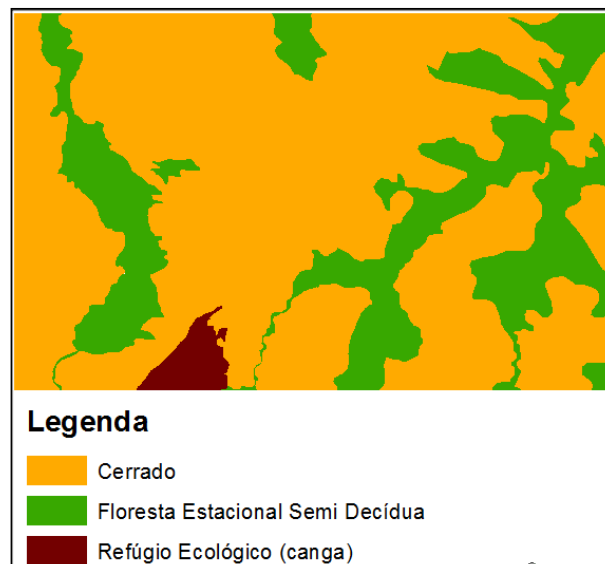


Figura 3. Classificação baseada na fotointerpretação

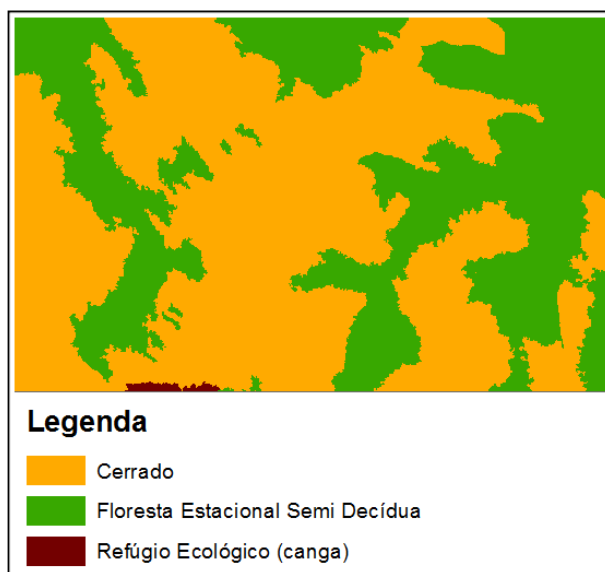


Figura 4. Classificação orientada ao objeto

Após a classificação da imagem Ikonos, foi avaliada a confiabilidade dos resultados obtidos. Para tanto, foram aplicados métodos matemáticos que visam determinar a acurácia e qualidade destas informações.

A acurácia da classificação foi avaliada através da matriz de confusão (Tabela 1).

Tabela 1. Matriz de confusão em hectares (ha)

ÁREA DE CONTROLE	Cerrado	Flor. Estac. Semi Dec.	Ref. Ecol. (canga)	$\sum_{X+i}$
Cerrado	407,26	11,86	11,15	430,27
Floresta Estacional Semi Decídua	113,97	168,67	0,01	282,64
Refúgio Ecológico (canga)	0,28	0,00	1,85	2,13
$\sum_{X+i}$	521,50	180,52	13,01	715,04

A matriz de confusão é formada por um arranjo quadrado de números dispostos em linhas e colunas que expressam o número de unidades de amostras de uma categoria particular comparado com a categoria atual verificada no campo e que tem a função descrever a precisão da classificação e caracterizar os erros, ajudando a refinar a classificação (FIGUEIREDO; VIEIRA, 2007).

Nas colunas são representados o conjunto de dados de referência, ou seja, as imagens classificadas manualmente, que foram comparados com os dados do produto da classificação orientada ao objeto representados ao longo das linhas. Os elementos da diagonal principal, em negrito, indicam a concordância entre os dois conjuntos de dados. As classes que não sofreram confusão foram a Floresta Estacional Semi-Decídua e Refúgio Ecológico quando comparadas entre si.

A partir da matriz de confusão são obtidos índices capazes de representar a exatidão global ou precisão de uma classe individualmente, precisão do produtor e usuário. Na Tabela 2 são apresentados a acurácia total, acurácia do produtor e acurácia do usuário.

Tabela 2. Acurácia do Produtor, Usuário e Total

	Acurácia do Produtor (%)	Acurácia do Usuário(%)
Cerrado	78	95
Floresta	93,43	60
Refúgio ecológico	14,21	87
Acurácia Total (%)	80,80	

No presente trabalho, a acurácia do produtor foi mais baixa para a classe Refúgio Ecológico, indicando que apenas 14,21% das amostras desta classe foram classificadas corretamente como pertencendo à categoria, sendo o restante omitidas de sua categoria correta. Já a precisão do usuário, indicou que a classe Cerrado apresenta 95% de probabilidade de um pixel classificado na imagem de fato representar aquela categoria no campo.

A acurácia total indicou que 80,80% da classificação orientada ao objeto apresentou semelhança à classificação considerada mais próxima da realidade, a fotointerpretação.

6. Conclusão

A comparação dos métodos de classificação manual e orientada a objetos em imagens de alta resolução Ikonos demonstrou que ambas as formas de classificações fornecem dados confiáveis, que servem de apoio à análise do uso do solo. A classificação manual requer um bom conhecimento do fotointérprete e demanda tempo para a execução. Já a classificação orientada ao objeto, apesar de obter 80,80% de acurácia total, mostrou-se mais eficiente devido à sua capacidade de separar diferentes classes em um tempo de análise menor.

É importante destacar que a classificação orientada ao objeto requer utilização de procedimentos de pós-classificação, principalmente, para integrar classes iguais, mas que contém texturas diferentes como, por exemplo, a classe de floresta.

Referências Bibliográficas

- Drummond, G. M et al. **Biodiversidade em Minas Gerais**. 2 ed. 222 p. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte 2005
- Figueiredo, G. C.; Vieira, C. A. O. **Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto**. Universidade Federal de Viçosa – UFV. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, 21-26 Abril 2007.
- Jensen, John R., 1949-**Sensoriamento remoto do ambiente : uma perspectiva em recursos terrestre** / John R, Jensen; tradução José Carlos Neves Epiphanyo(coordenador) et al. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.
- Lingjun, L. ; Yan H. **Explorations on Object-oriented Classification for Ground Targets from High-Resolution Image**. Institute of Remote Sensing Applications Chinese Academy of Sciences.International Forum on Information Technology and Application. Chaoyang District ,Beijing, China, 2009.
- Ma, H.; Zhang, C.; Yang, S.I; Xu, J.. **Object Oriented Information Extraction from High Resolution Remote Sensing Imagery**. College of Resource and Civil Engineering Northeastern University. Shenyang, China, 2009
- Novo, E. M. L. De M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2008.

Watts, J. D; Lawrence, R. L. **Merging Random Forest Classification With An Object-Oriented Approach For Analysis Of Agriculture Lands.** Proceedings of twenty-first ISPRS Photogrammetry& Remote Sensing, Beijing, Session: Advanced Classification Techniques, 2008.

Yongxue, L.; Manchun, L.; Liang, M.; Feifei, X.; Shuo, H. **Review of Remotely Sensed Imagery Classification Patterns Based on Object-oriented Image Analysis.** School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing, China;Department of Geography, State University of New York at Buffalo, Buffalo, NY, USA). Chinese Geographical Science, 2006

Zhang, C.; Zhao, Y.; Zhang, D.; Zhao, N. **Application and Evaluation of Object-oriented Technology in High-resolution Remote Sensing Image Classification.** National Key Laboratory of Remote Sensing Information and Imagery Analyzing Technology Beijing Research Institute of Uranium Geology. Beijing, China, 2011