USO E COBERTURA DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SAMAMBAIA POR MEIO DE IMAGENS DE DIFERENTES SENSORES ORBITAIS

Alisson Neves Harmyans Moreira¹, Bruno Sousa Vieira², Diogo Silva Pena³,
Rherison Tyrone Silva Almeida⁴, Simone Gonçalves Sales Assunção⁵

1 Professor Assistente da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás
(alissonharmyans@gmail.com) Goiânia-Brasil

2 Aluno de graduação em Agronomia na Escola de Agronomia da Universidade
Federal de Goiás

3 Professor Assistente da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás

4 Professor Assistente da Faculdade Araguaia

5 Professor Adjunto da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás

Recebido em: 14/07/2018 – Aprovado em: 28/07/2018 – Publicado em: 31/07/2018

DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2018a44

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a classificação de imagens de diferentes sensores orbitais em relação aos aspectos qualitativos e quantitativos na bacia hidrográfica do córrego Samambaia. Foram utilizadas imagens dos sensores SENTINEL-2A e OLI/LANDSAT 8, respectivos ao mês de setembro de 2017. As imagens foram submetidas ao pré-processamento e em seguida, elaborou-se as composições coloridas, onde se verificou a melhor identificação dos alvos a partir da composição falsa cor. O método da classificação supervisionado pela Máxima verossimilhança (Maxver) foi realizado por meio da criação de regiões de interesse em que foram associados os pontos da imagem e as respostas espectrais média dos alvos. As classes de Agricultura e Pastagem apresentaram as maiores discrepâncias entre os sensores devido a semelhança da resposta espectral dos alvos e a resolução espacial. Para a classe de Agricultura, os valores do sensor OLI/LANDSAT 8 superestimaram os valores do sensor SENTINEL-2A em até 12%. No que tange a classe Pastagem, o sensor OLI/LANDSAT 8 subestimou a representação do SENTINEL-2A pela metade. A partir da validação em campo, observou-se que a quantificação das classes obtidas por meio do sensor SENTINEL-2A foram mais fidedignas em relação ao sensor OLI/LANDSAT 8.

PALAVRAS-CHAVE: Classificação de imagens, Máxima verossimilhança, sensoriamento remoto.

LAND USE AND SOIL OF THE WATERSHED OF THE SAMAMBAIA STREAM BY IMAGE OF DIFFERENT ORBITAL SENSORS

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the classification of images of different orbital sensors in relation to the qualitative and quantitative aspects in the Samambaia watershed. Images of the SENTINEL-2A and OLI / LANDSAT 8 sensors were used, corresponding to the month of September, 2017. The images were submitted to pre-processing and then the colored compositions were elaborated, where the best identification of the targets was verified from the false color composition. The method of classification supervised by Maximum Likelihood (Maxver) was performed by creating regions of interest in which the image points and the average spectral responses of the targets were associated. The classes of Agriculture and Pasture presented had the greatest discrepancies between the sensors due to the similarity of the spectral response of the targets and the spatial resolution. For the Agriculture class, the OLI / LANDSAT 8 sensor values overestimated the SENTINEL-2A sensor values by up to 12%. Regarding the Pasture class, the OLI / LANDSAT 8 sensor underestimated the representation of the SENTINEL-2A in half. From the field validation, it was observed that the quantification of the classes obtained through the sensor SENTINEL-2A were more reliable in relation to the OLI / LANDSAT 8 sensor.

KEYWORDS: Remote Sensing, image classification, Maximum likelihood.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é uma das principais unidades de gestão de atividades agroflorestais e desenvolvimento socioeconômica de uma região (PENA et al., 2015). As imagens adquiridas provenientes de sensores de satélite são importantes bases de dados em estudos de evolução como o uso e cobertura do solo, expansão agrícola e urbana e desmatamentos. A análise temporal desses temas é possível devido ao acervo de imagens de cada sensor (BERTUCINI JUNIOR; CENTENO, 2016).

As mudanças no uso e cobertura do solo de uma bacia hidrográfica, decorrentes principalmente de atividades antrópicas, tais como desmatamento, reflorestamento e urbanização entre outras, têm impactos consideráveis sobre o comportamento hidrológico da mesma, e em particular no que se refere à geração de escoamento superficial (TUCCI, 2002). Nesse contexto, o conhecimento cadastral da bacia hidrográfica é de suma importância para as atividades agrícolas, ao passo que o desequilíbrio decorrente de atividades antrópicas podem ocasionar processos erosivos e o desaparecimento de nascentes afetando os sistemas de irrigação (RODRIGUES et al., 2015).

Os problemas enfrentados na elaboração desses trabalhos temáticos variam desde a aquisição e confiabilidade dos dados ao seu desenvolvimento. No que tange ao uso e cobertura de solos, aspectos como a resolução espacial da imagem e o método de classificação de imagens (ALMEIDA et al., 2018). A coleta de dados por meio da Topografia e a Geodésia em escalas de bacias utilizam metodologias demoradas e onerosas, não sendo o ideal para fins de mapeamento físicos e cadastrais. Na área de Geomática, o Sensoriamento Remoto é a tecnologia usada para obter informações sobre determinado alvo por meio da relação entre objeto e sensor, e com isso, a principal condição necessária é que o sensor esteja a uma distância eficaz do objeto (PONZONI et al., 2012).

A classificação supervisionada utiliza-se de algoritmos de reconhecimentos dos padrões espectrais embasados em amostras de área de treinamento, que são fornecidas ao sistema de classificação pelo analista. O método Maxver associa as classes considerando pontos individuais da imagem e considera a resposta espectral média dos alvos (MOREIRA, 2012). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi comparar o uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do córrego Samambaia por meio de imagens dos sensores SENTINEL-2A e OLI/LANDSAT 8.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do córrego Samambaia em Goiânia, Goiás, localizada geograficamente entre as coordenadas, latitudes 16° 31' 43" S e 16° 35' 58" S e longitudes 49° 14' 31" W e 49° 16' 49" W (Figura 1). A escolha dessa bacia hidrográfica ocorreu em função de sua relevância socioeconômica (produção de agrícola e leite) e pela facilidade de acesso à capital, que se faz pela rodovia estadual GO - 462, o que facilita a validação dos resultados obtidos provenientes da classificação supervisionada de imagens dos diferentes sensores. A bacia hidrográfica ocupa uma área de 34,63 km², representando 4,6% do total da área municipal, que possui 739,49 km² (IBGE, 2011), e possui um curso principal de água com 12 km de extensão.

FIGURA 1. Localização geográfica da bacia hidrográfica do córrego Samambaia.

Bases de dados

Para a realização do mapeamento, foram adquiridas imagens do sensor OLI/LANDSAT 8 e sensor SENTINEL-2A. Ambas as imagens são disponibilizadas gratuitamente no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). As imagens do sensor OLI/LANDSAT 8 e do SENTINEL-2A são cedidas publicamente desde 2013 e 2016, respectivamente. A resolução espacial, espectral e temporal dessas imagens possibilita inúmeras aplicações por meio de técnicas do Sensoriamento Remoto, tornando-se usuais em diversas áreas como, por exemplo, a agricultura de precisão e o uso e cobertura do solo. Nos Quadros 1 e 2 são apresentadas as descrições das bandas multiespectrais das imagens dos sensores utilizados.

QUADRO 1. Descrições das bandas multiespectrais do sensor OLI/LANDSAT 8.

Bandas/Resolução Espacial	Comprimento de onda (nm)
Banda 1-Aerosol (30 m)	443
Banda 2-Azul (30 m)	483
Banda 3-Visível Verde (30 m)	561
Banda 4-Visível Vermelho (30 m)	654
Banda 5-Infravermelho Próximo (30 m)	864
Banda 6-Infravermelho Médio (30 m)	1609
Banda 7-Infravermelho Médio (30 m)	2201
Revisita	16 dias
Quantificação	16 bits
Órbita/ponto	222/71
Data da imagem	17/09/2017

Fonte: USGS (2013).

QUADRO 2. Descrições das bandas multiespectrais do sensor SENTINEL-2A.

Bandas/Resolução Espacial	Comprimento de onda (nm)
Banda 1-Aerosol (60 m)	443
Banda 2-Azul (10 m)	490
Banda 3-Visível Verde (10 m)	560
Banda 4-Visível Vermelho (10 m)	665
Banda 5-Vermelho (20 m)	705
Banda 6-Vermelho (20 m)	740
Banda 7-Vermelho (20 m)	783
Banda 8-Infravermelho Próximo	842
Banda 8A-Vermelho (20 m)	865
Banda 9-Vapor d'água (60 m)	945
Banda 10-Cirrus (60 m)	1375
Banda 11-Infravermelho Médio (20 m)	1610
Banda 12-Infravermelho Médio (20 m)	2190
Revisita	10 dias
Quantificação	12 bits
Órbita	A011518
Data da imagem	05/09/2017

Fonte: ESA (2016).

A escala de abrangência utilizada para abrangência da bacia hidrográfica foi de 1:50.000 e as datas das imagens estão relacionadas com os períodos de estiagem, com ausência de nuvens, o que otimizam as etapas de pré-processamento das imagens.

Pré-processamento e classificação das imagens

O tratamento das imagens foi realizado no *software* livre QGIS, versão 2.14.19 com o auxílio de uma ferramenta de complemento denominada *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP). Na etapa de pré-processamento, realizaram-se a reprojeção cartográfica e a correção radiométrica das imagens. Os dados foram projetados para a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 22 k e georreferenciados no *datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas* (SIRGAS 2000). No processo de correção radiométrica, eliminaram-se os ruídos, corrigindo os defeitos nas imagens conhecidos como *striping*.

Com a retificação radiométrica, as imagens foram submetidas a miscelânea das bandas, sendo tratadas com composições RGB de falsa cor, infravermelho e uma cor natural visando a produção da imagem colorida e posteriormente, a identificação dos alvos. O intuito de utilizar diferentes composições foi de verificar a melhor resposta espectral para a identificação dos alvos e, por conseguinte, a identificação das classes na sub-bacia. No Quadro 3, são caracterizadas as composições utilizadas nas imagens.

QUADRO 3. Descrições das composições coloridas do sensor OLI/LANDSAT 8 e do SENTINEL-2A.

Composições RGB	
Resultado	OLI / LANDSAT 8
Falsa cor	7, 5, 3
Infravermelho	5, 4, 3
Cor natural	4, 3, 2
Resultado	SENTINEL-2A
Falsa cor	3, 7, 10
Infravermelho	7, 3, 2
Cor natural	3, 2, 1

Fonte: Adaptado de USGS (2013) e ESA (2016).

No processamento das imagens visando a identificação do uso e cobertura do solo (análise qualitativa), empregou-se a classificação supervisionada e o método da Máxima verossimilhança (Maxver) ou *maximum likelihood* com limiaridade de 100. Nesse sentido, realizou-se o treinamento por meio do recurso *Region of Interest* (ROI *creation*) para reconhecimentos das classes existentes na bacia do córrego Samambaia e aplicou-se o seguinte algoritmo:

$$P(x) = \frac{1}{2\pi^{n/2}|C|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2}(x-m)\right) \quad (1)$$

$$m = \frac{1}{2} \sum X_i \quad (2)$$

$$C = \frac{1}{2} \sum (x_i - m) \times (X_i - m) \quad (3)$$

Em que x é um vetor n -dimensional; m , o vetor-média (também n -dimensional); C , uma matriz quadrada $n \times n$, denominada matriz de covariância; e C^{-1} , o determinante de C e C^{-1} e sua inversa.

Na etapa de treinamento, padronizou-se a seleção dos alvos em ambas as imagens. As classes de uso e cobertura do solo geradas a partir da classificação de imagens foram convertidas de dados *raster* para vetoriais do tipo polígono no formato *shapefile* (shp). Assim, foi possível quantificar todas as classes a partir das diferentes bases de dados, partindo do pressuposto que a classificação a partir do SENTINEL-2A caracterizasse melhor a bacia hidrográfica do córrego Samambaia devido a resolução espacial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, são observadas as composições coloridas RGB das imagens do sensor OLI/LANDSAT 8 e do sensor SENTINEL-2A. A composição da “Falsa cor” representou a imagem com melhor identificação do conjunto de alvos (Agricultura, Água e Área urbana, Mata, Pastagem). Por se tratar de produtos de baixo custo, o uso de imagens de satélites vem sendo aplicado com diversas finalidades, dentre estas, mapeamento da evolução do uso e ocupação do solo (SANTANA et al., 2014).

FIGURA 2. Composições coloridas das imagens dos sensores OLI/LANDSAT 8 e SENTINEL-2A.

No infravermelho, visualizou-se a vegetação e área urbana com mais clareza, tornando-se perceptível a vegetação com a cor vermelha e a área urbana com coloração azulada. Bertucini Junior e Centeno (2017) utilizaram a composição do infravermelho como referência para identificação de vegetação e comparação com índices de vegetação como o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI). Na Figura 3, pode ser observado o treinamento pelo recurso *Raster Object Identification creation* (ROI *creation*) para a identificação da vegetação (Mata) a partir da composição da falsa-cor para a imagem do sensor SENTINEL-2A.

FIGURA 3. Identificação da vegetação (Mata) por meio do treinamento a partir da composição colorida da falsa cor da imagem do sensor SENTINEL-2A.

No processo de treinamento, observou-se que as classes de Água (cursos d'água) e Mata foram distinguidas com maior facilidade em relação as outras classes pela metodologia devido as reflectâncias. Essa distinção é ratificada por meio da identificação da classe de Mata representada pelo arquivo *raster* gerado na Figura 3. Nesse sentido, as respostas espectrais dos *pixels* referente as classes água e mata apresentaram homogeneidade em torno de suas médias, conforme o proposto por Moreira (2012). Por outro lado, na Figura 4, as classes de Agricultura e Pastagem tiveram resultados discrepantes na comparação entre as duas imagens.

Com a validação *in loco*, verificou-se que a classificação gerada por meio da imagem do SENTINEL-2A é mais fidedigna. Na imagem classificada do sensor OLI/LANDSAT 8 notou-se que a classe de Agricultura superestimou a classe de pastagem. As divergências das classes de “Agricultura e Pastagem” estão relacionadas semelhanças entre as respostas espectrais, apesar dos níveis de cinza da “Pastagem” ser mais escuro (BORGES et al., 2014). Além disso, a resolução espacial influencia na distribuição normal, uma vez que a média da resposta espectral está relacionada com a variabilidade espacial. Na quantificação apresentada na Figura 5, nota-se a influência desses elementos nos resultados da classificação em ambos os sensores.

FIGURA 4. Uso e cobertura do solo para as imagens dos sensores SENTINEL-2A e OLI/LANDSAT 8.

A área agricultável de acordo com a classificação por meio da imagem do sensor SENTINEL-2A foi 12% menor que o sensor OLI/LANDSAT, o correspondente a uma área 4,16 km². Para a classe de Pastagem, a diferença de área do sensor SENTINEL-2A em relação ao sensor OLI/LANDSAT foi 3,46 km², ou seja, o dobro.

FIGURA 5. Quantificação das classes de uso e cobertura do solo para as imagens dos sensores SENTINEL-2A e OLI/LANDSAT 8.

A classe de Água apresentou a mesma quantificação (3% ou 1,04 km²) em ambas as imagens. Em geral, os corpos hídricos apresentam baixas porcentagens de reflectância, implicando em baixas radiância. Portanto, essa resposta espectral em comparação as outras classes apresenta baixa probabilidade de que as

discrepâncias detectadas pelos sensores estejam acima do ruído do sensor (PONZONI et al., 2012).

CONCLUSÕES

A classificação supervisionada de imagens a partir do sensor SENTINEL-2A teve o resultado mais fidedigno em relação ao sensor OLI/LANDSAT 8. Houve isonomia na classificação entre as imagens apenas para a classe Água. Sendo assim, o trabalho evidenciou discrepâncias nas respostas espectrais principalmente entre as classes de Agricultura e Pastagem. Os valores do sensor OLI/ LANDSAT 8 superestimaram os valores do sensor SENTINEL-2A, sendo 12% maior para a classe de Agricultura. Em relação a Pastagem, o sensor OLI/LANDSAT 8 subestimou a representação do SENTINEL-2A pela metade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. T. S.; MOREIRA, A. N. H.; GRIEBELER, N. P.; SOUSA, S. B. Influência dos dados e métodos no mapeamento do uso e cobertura da terra. **Revista Raega**, v. 43, n. 1, p. 07-22, Fev. 2018.

BERTUCINI JUNIOR, J. J.; CENTENO, J. A. S. Detecção em alvos agrícolas e florestais empregando índices de vegetação em uma série multitemporal de imagens Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 6, p.1009-1018, Jun. 2017.

BORGES, B. C.; BAPTISTA, G. M. M.; MENESES, P. R. Identificação de áreas hidromórficas, por meio de análise espectral de dados de Sensoriamento Remoto, como subsídio para a elaboração de laudos periciais de avaliação de imóveis rurais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 07, n. 6, p.1062-1077, Ago. 2014.

ESA. **Sentinel Online**. 2016. Disponível em:
< <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> > Acesso em: dez. 2017.

MOREIRA, A. M. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 422p.

PENA, D. S.; COSTA, F. R.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P.; SILVA, L. V. Morpho physiographic characterization of the Samambaia creek's watershed, Goiânia-GO. **Científica**, v. 43, n. 3, p. 197-202, Fev. 2015.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 160 p.

RODRIGUES, E. L.; ELMIRO, M. A. T.; BRAGA, F. A.; JACOBI, C. M.; ROSSI, R. D. Impact of changes in land use in the flow of the Pará River Basin, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 70-76, Jan. 2015.

SANTANA, E. F.; BATISTA, L. V.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Multispectral image unsupervised segmentation using watershed transformation and cross-entropy minimization in different land use. **GIScience and Remote Sensing**, v. 51, n. 6, p. 613-629, Out. 2014.

TUCCI, C. E. **Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos**. Brasília, ANA, 2002. 150 p.

USGS. **Landsat missions**. 2013. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/landsat-8>> Acesso em: nov. 2017.