

VALIDAÇÃO DAS CLASSIFICAÇÕES DAS IMAGENS DOS SATÉLITES LANDSAT 8 E SENTINEL-2 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RIBEIRÃOZINHO/MS

VALIDATION OF CLASSIFICATIONS OF THE IMAGES OF THE LANDSAT 8 AND SENTINEL-2 SATELLITES IN THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE RIBEIRÃOZINHO STREAM

Amanda Moreira Braz¹
Adalto Moreira Braz²
Matheus Henrique Souza Barros³
Patricia Helena Mirandola Garcia⁴

RESUMO: Este trabalho comparou as classificações digitais das imagens dos satélites Landsat 8 (OLI) e Sentinel-2 (MSI), utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING[®], sem realizar edições pós-classificatórias com o intuito de manter uma classificação “crua” para validar os resultados de acordo com o melhor potencial de classificação sobre uma das imagens de satélite. O córrego Ribeirãozinho está localizado no município de Selviria/MS. Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas imagens de radar da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e imagens dos satélites Landsat 8 (OLI), onde realizou-se a fusão com a banda 8 (Pancromática), obtendo como produto final uma imagem com resolução espacial de 15 m, e Sentinel-2 (MSI), com resolução espacial de 10 m, ambas imageadas em 2016. Foram empregadas técnicas de Processamento Digital de Imagem (PDI) para obter uma melhor qualidade visual das imagens. Após as imagens serem classificadas, aplicaram-se os índices de Exatidão Global e *Kappa* para a validação das classificações, onde ambas as classificações apresentaram resultados semelhantes e satisfatórios.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias; Mapeamento Temático; índice Kappa.

¹ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – amandabraz.geo@gmail.com

² Universidade Federal de Goiás – adaltobraz.geografia@gmail.com

³ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – matheus.geo2013@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - patriciaaufmsgeografia@gmail.com

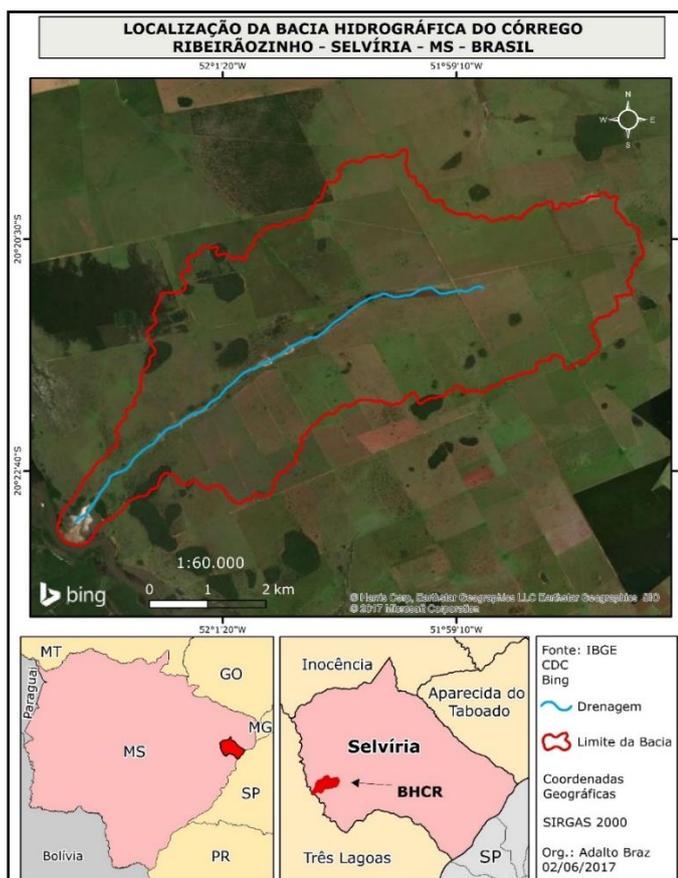
ABSTRACT: This work compared the digital classifications of the images of the Landsat 8 (OLI) and Sentinel-2 (MSI) satellites, using the SPRING® Geographical Information System (GIS), without performing postgraduate editions in order to maintain a raw classification for validate the results according to the best classification potential on one of the satellite images. The stream Ribeirãozinho is located in the municipality of Selvíria/MS. For the development of this work, it is necessary to use radar images from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) and Landsat 8 (OLI) satellites, where the band 8 (Panchromatic) was merged, obtaining as final product a image with spatial resolution of 15 m, and Sentinel-2 (MSI), with spatial resolution of 10 m, both images in 2016. Digital Image Processing (PDI) techniques were employed to obtain a better visual quality of the images. After the images were classified, the Global Accuracy and Kappa indices were applied for the validation of the classifications, where both classifications presented similar and satisfactory results.

KEYWORDS: Geotechnology; Thematic Mapping; Kappa Index.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Córrego Ribeirãozinho está localizada, no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, entre as coordenadas 52° 2' 53" W; 20° 19' 37" S e 51° 57' 23" W; 20° 23' 23" S (Figura 1). Esta área é caracterizada pelo predomínio de pastagens e pequenas fragmentos de vegetação florestal em descontinuidade e a falta de vegetação ciliar longo do curso d'água.

Figura 1 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do córrego Ribeirãozinho.



O objetivo do trabalho foi comparar as classificações digitais das imagens dos satélites Landsat 8 (OLI) e Sentinel-2 (MSI), sem realizar edições pós-classificatórias com o intuito de manter uma classificação crua para validar os resultados de acordo com o melhor potencial de classificação sobre uma das imagens de satélite.

Os parâmetros de segmentação foram iguais para ambas as imagens, objetivando uma melhor classificação a partir de uma análise visual. Após a classificação, gerou-se o índice *kappa* das duas imagens classificadas para validar as classificações.

As ferramentas de geotecnologias se mostram cada vez mais satisfatórias e de grande valia no meio ambiental.

A classificação de imagens digitais tem se constituído um dos principais campos do Sensoriamento Remoto. Os classificadores por região utilizam, além da informação espectral de cada pixel, a informação espacial que envolve a relação entre os *pixels* e seus vizinhos e procuram simular o comportamento de um foto intérprete, ao reconhecer áreas homogêneas das imagens, baseando nas propriedades espectrais e espaciais das imagens (SANTOS et al., 2010).

O sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para delimitar a bacia hidrográfica foram utilizadas imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e processamentos da ferramenta *Generate Watershed*, que leva em consideração os valores altimétricos da imagem SRTM para definir os limites (vertentes ou divisores de água) da bacia hidrográfica. Este processo foi realizado no Sistema de Informação Geográfica (SIG) Global Mapper 16.

Com os limites da bacia hidrográfica definidos, utilizou-se imagem do satélite Landsat 8 sensor OLI (*Operation Land Imager*), órbita 223/ponto 74, imageada na data de 18/05/2016. A imagem foi disponibilizada gratuitamente através do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, sigla em inglês) na plataforma *online Earth Explorer*.

Para gerar a composição colorida foram utilizadas as bandas 6 (Vermelho - Infravermelho Médio/SWIR – 1,57 μ m a 1.65 μ m), 5 (Verde – Infravermelho Próximo – 0,85 μ m a 0,88 μ m) e 4 (Azul – Visível do Vermelho – 0,64 μ m a 0,67 μ m), com resolução radiométrica de 16 bits e resolução espacial de 30 m.

Com a composição colorida finalizada, realizou-se a fusão com a banda 8 (Pancromática – 0,50 μ m a 0,68 μ m) com resolução espacial de 15 m, obtendo-se como produto final uma imagem multiespectral com resolução espacial de 15

m. A fusão das imagens possibilitou agregar melhor resolução espacial da banda pancromática à melhor resolução espectral das demais bandas, produzindo uma imagem colorida que reúne ambas as características (ADAMI et al., 2007).

A imagem do satélite Sentinel-2 sensor MSI (*MultiSpectral Instrument*), órbita 223/ponto 74, imageada em 25/07/2016, também foi disponibilizada pela plataforma *Earth Explorer* do USGS. Foram utilizadas bandas 4 (Vermelho – 0,665 μ m), 8 (Infravermelho Próximo/NIR – 0,842 μ m) e 3 (Azul – 0,560 μ m), com resolução radiométrica de 12 bits e resolução espacial de 10 m.

Foram empregadas técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), a fim de realçar o contraste das bandas a partir da equalização do histograma em RGB. A equalização do histograma de cores das imagens teve finalidade de aplicar o realce, onde os níveis de cinza das imagens foram distribuídos uniformemente pelo histograma, colaborando com melhor qualidade visual e proporcionou melhor interpretação visual e digital das informações representadas nas imagens dos satélites.

A plataforma utilizada para o PDI das imagens de satélite foi o SIG SPRING® versão 5.3. No SPRING, aplicou-se técnicas de classificações digitais de imagens, a partir de classificação supervisionada usando o algoritmo *Bhattacharya*. O classificador *Bhattacharya* é um algoritmo de classificação supervisionada onde requer a seleção de áreas de treinamento, podendo utilizar as regiões separadas durante o processo de segmentação ou polígonos representativos das regiões a serem classificadas (SANTOS et al., 2010).

Antecedendo a classificação, foram elaboradas segmentações por crescimento por regiões, com 95% de limiar de aceitação. Com o parâmetro de similaridade de 110 e área (*pixels*) de 120.

Desta maneira, optou-se pela escolha dos parâmetros iguais e apenas um algoritmo de classificação, para justificar o caráter comparativo de resultados de classificação para fins de mapeamento de uso e cobertura da terra em duas imagens de satélites/sensores diferentes, que são destinados à observação da terra.

Ao final da classificação das duas imagens, para validar a precisão dos resultados da classificação supervisionada, foi gerado a exatidão global e o

índice *kappa* a partir da matriz de confusão estabelecida. A matriz de confusão foi tabulada e organizada no *software Excel 2013*, onde também foram realizados os cálculos dos valores. A fórmula utilizada para obter os resultados da exatidão global foi:

$$EX = D/T \quad (1)$$

Onde: D: elementos da diagonal principal; T: total de amostras.

E as fórmulas utilizadas para gerar o valor *kappa* foram:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}}{T} \quad (2)$$

$$K = D - Q / T - Q \quad (3)$$

Onde: Q: soma da multiplicação dos totais dividido pelo total de amostras; Σ : somatório; x_{i+} : soma das linhas da matriz de confusão; x_{+i} : soma das colunas da matriz de confusão; r: número de categorias presentes na matriz de confusão; T: total de amostras; K: *kappa*; D: soma das diagonais principais.

Por fim, com as classificações geradas, os resultados foram representados em forma de mapas de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do córrego Ribeirãozinho. A elaboração final do *layout* dos mapas foi feita no SIG ArcGIS 10.4, no módulo ArcMap.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o processo de classificação das imagens de satélite, identificaram-se previamente quatro classes temáticas, sendo elas: pastagem, vegetação florestal, área úmida e solo exposto.

Em seguida, aplicou-se o método de classificação supervisionada *Bhattacharya*, utilizando a segmentação de crescimento por regiões, com 95% de limiar de aceitação para ambas as imagens e com o parâmetro de similaridade de 110 e área (*pixels*) de 120. A definição dos parâmetros para a segmentação foi definida após alguns testes de combinações possíveis no algoritmo, até alcançarmos um resultado satisfatório.

A definição do limiar de similaridade é uma etapa fundamental no processo de segmentação, devido à sua influência direta na precisão do produto final. A delimitação do tamanho da área é outra importante etapa no processo de segmentação, onde se considera o tamanho mínimo das regiões que serão individualizadas pelo algoritmo (OLIVEIRA, 2002).

Os parâmetros possibilitam controlar o resultado da segmentação, entretanto não há um valor ideal estabelecido, pois depende da imagem que está sendo trabalhada e de suas características, por isso há necessidade de realizar testes com diversas combinações de valores até chegar em um resultado satisfatório.

A imagem do sensor OLI, acoplada ao satélite Landsat 8, apresenta resolução radiométrica de 16 bits, e suas imagens possuem resolução espacial de 30 metros e/ou 15 metros caso houver fusão com a banda pancromática. Já a do sensor MSI, acoplada ao satélite Sentinel-2, possui resolução radiométrica de 12 bits, e suas imagens possuem uma resolução espacial de 10 metros.

Os instrumentos do Sentinel-2 são sensíveis a um maior número de espectros de luz, permitindo o discernimento de mais informações sobre a superfície. A largura da faixa imageada pelo Sentine-2 é de 290km, enquanto a do Landsat 8 é de 185km.

Ambas as classificações se mostraram satisfatórias e com poucas diferenças em suas feições (Figura 2 e 3).

Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo a partir da imagem do satélite Landsat 8.

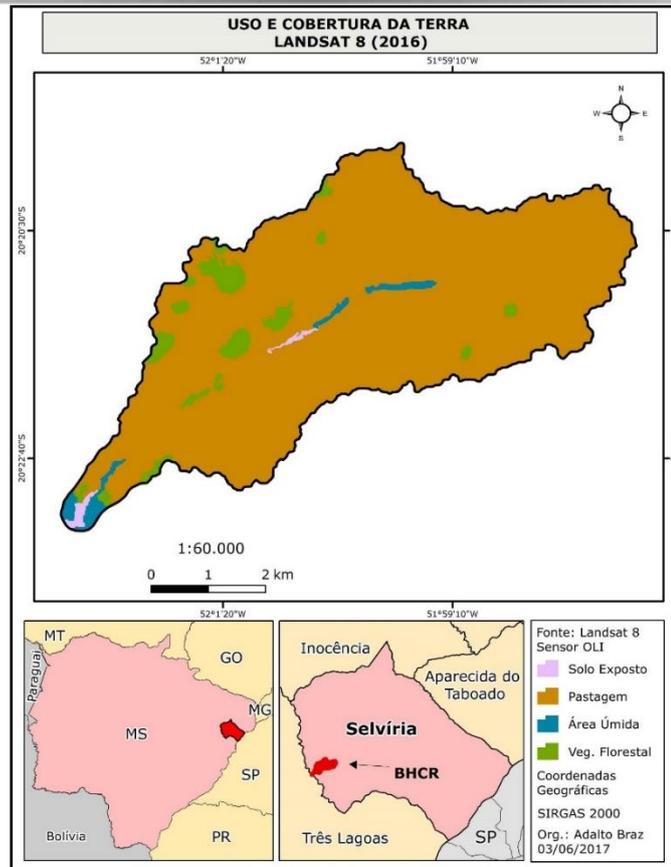
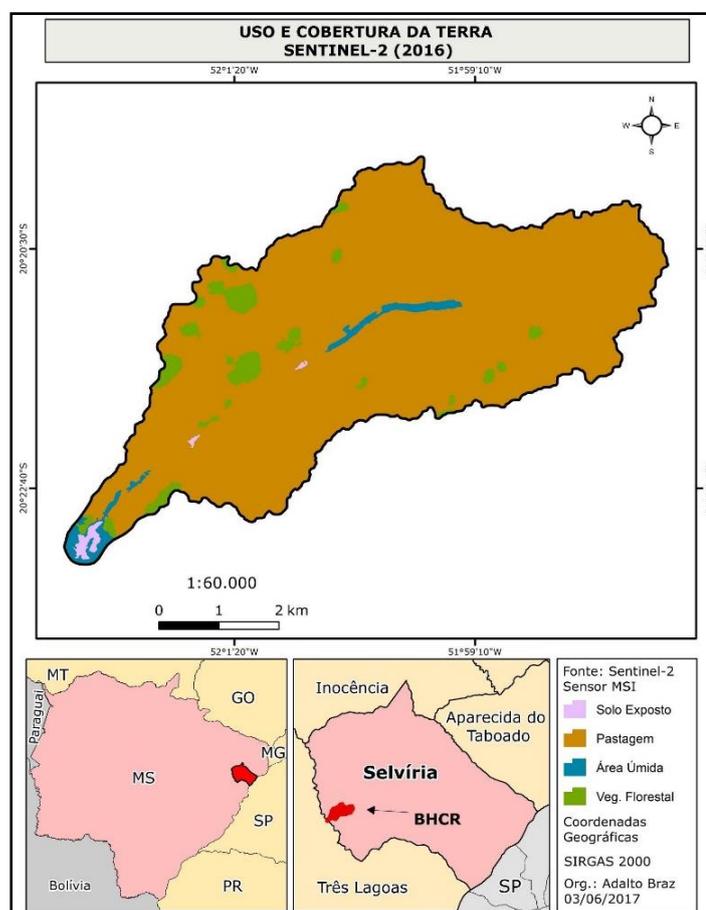


Figura 3 - Mapa de uso e ocupação do solo a partir da imagem do satélite Sentinel-2.



Apesar dos parâmetros de segmentação serem os mesmos, a imagem Sentinel-2 gerou uma quantidade maior de amostras, totalizando 206.936, sendo 188938 de pastagem, 10850 de vegetação florestal, 1.640 de solo exposto e 5.508 de área úmida. Enquanto a imagem Landsat 8 gerou um total e 92.796 amostras, sendo 84.780 de pastagem, 5.084 de vegetação florestal, 735 de solo exposto e 2.197 de área úmida (Quadro 1).

Quadro 1 - Quantidade de amostras coletadas

Imagem	Pastagem	Vegetação Florestal	Solo Exposto	Área Úmida	Total de Amostras
Landsat 8	84.780	5.084	735	2.197	92.796
Sentinel-2	188.938	10.850	1.640	5.508	206.936

Para uma melhor comparação entre as classificações, foi realizada uma análise quantitativa das áreas classificadas e a tabulação dos valores, conforme os quadros 2 e 3.

Quadro 2 - Análise quantitativa das classes mapeadas pelo classificador *Bhattacharya* a partir da imagem do satélite Landsat 8.

Classes Temáticas	Área (ha)	Porcentagem (%)
Pastagem	2.664.337.500	93,2
Vegetação Florestal	129.037.500	4,5
Solo Exposto	16.537.500	0,6
Área Úmida	49.432.500	1,7
Total	2.859.345.000	100

Quadro 3 - Análise quantitativa das classes mapeadas pelo classificador *Bhattacharya* a partir da imagem do satélite Sentinel-2.

Classes Temáticas	Área (ha)	Porcentagem (%)
Pastagem	2.659.550.000	93
Vegetação Florestal	124.770.000	4,4
Solo Exposto	15.560.000	0,5
Área Úmida	59.470.000	2,1
Total	2.859.350.000	100

Ao comparar os resultados tabulados, nota-se que as diferenças dos valores são ínfimas. A classificação da imagem do satélite Landsat 8 possui 93,2% de pastagem, tomando grande área da bacia, 4,5% de vegetação florestal, 0,6% de solo exposto e apenas 1,7% de área úmida. Já a imagem do satélite Sentinel-2 apresenta valores pouco menores, exceto da área úmida, onde apresenta 2,1%. As outras classes temáticas, sendo pastagem, vegetação florestal e solo exposto apresentam 93%, 4,4% e 0,5%, respectivamente.

Com o intuito de manter uma classificação crua para validar os resultados de acordo com o melhor potencial de classificação sobre uma das imagens de

satélite, não houve edições pós-classificatórias. A exatidão global e o valor *kappa* foram realizadas a partir da matriz de confusão gerada, no quadro 4 é possível identificar o desempenho de cada classificação.

Quadro 4 - Desempenho das classificações das imagens de satélite Landsat 8 e Sentinel-2.

Imagem	Exatidão Global	Índice Kappa
Landsat 8	100	1
Sentinel-2	99,88	0,9

Os resultados obtidos através do índice *kappa* para avaliar a confiabilidade dos mapas foram comparados com os parâmetros estabelecidos por Congalton e Green (1998), citado por Santos et al. (2010), conforme o quadro 5.

Quadro 5 - Intervalo de aceitação dos resultados do índice *kappa*.

ÍNDICE KAPPA (<i>K</i>)	CARACTERÍSTICAS
$K \leq 0,4$	Pobre
$0,4 < K \leq 0,8$	Razoável
$K \geq 0,8$	Excelente

Fonte: Congalton e Green (1998)

O classificador *Bhattacharya* apresentou um ótimo desempenho com resultados semelhantes e satisfatórios perante ambas as classificações. A classificação da imagem do satélite Landsat 8 apresentou a exatidão global de 100 e o índice *kappa* 1. Já a classificação da imagem do Satélite-2 apresentou a exatidão global de 99,88 e o índice *kappa* de 0,9. Ambos os resultados se enquadram na qualidade excelente de acordo com a tabela de aceitação do índice *kappa*.

CONCLUSÃO

Por fim, ambas as classificações geradas pelo algoritmo *Bhattacharya* mostraram-se satisfatórias, atingindo o nível de qualidade excelente, conforme os índices de aceitação dos resultados do índice *kappa* e exatidão global. Apesar

dos parâmetros de segmentação serem os mesmos, a imagem Sentinel-2 gerou uma quantidade e polígonos maiores do que a imagem Landsat 8, podendo associar ao fato das características espaciais e espectrais de cada imagem de satélite.

BIBLIOGRAFIA

ADAMI, M. et al. Fusão de imagens por IHS para identificação de uso e cobertura do solo em elementos amostrais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13 **Anais...** Florianópolis, 2007. Pag 1 – 8.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1998. 137p.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação ao sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 100p.

Oliveira, J. C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS): uma aplicação em agricultura**. 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002.

SANTOS, A. R.; PELUZIO, T.M.O.; SAITO, N.S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: aplicações práticas**. Alegre: CAUFRES, 2010. 153p.

Recebido em: 23/03/2017

Aceito para publicação em: 29/11/2017