

ANÁLISE DE DADOS OLI/LANDSAT-8 E MSI/SENTINEL-2 COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROCESSAMENTO

Eder Paulo Moreira¹, Thiago Gonçalves Rodrigues¹, Cleber Gonzales de Oliveira¹

¹ Visiona Tecnologia Espacial S.A. Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Distrito de Eugênio de Melo, São José dos Campos - SP. CEP: 12247-016. {eder.moreira, cleber.oliveira, thiago.rodrigues}@visionaespaical.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise comparativa de dados espectrais Landsat-8 (sensor *Operational Land Imager* - OLI) e Sentinel-2 (sensor *Multispectral Instrument* - MSI) utilizando diferentes níveis de processamento: dados originais (sem pré-processamento), reflectância do topo da atmosfera (*top of atmosphere* - TOA) e reflectância de superfície. Para isso foram utilizados a banda espectral do infravermelho e o índice de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Os resultados indicam que as transformações e correções radiométricas para reflectância TOA e reflectância de superfície reduziram as diferenças entre os dados dos dois sensores. A reflectância TOA e de superfície na banda do infravermelho do Sentinel-2, assim como o NDVI, são relativamente mais elevadas que as do Landsat-8. Ao considerar a análise de dados de um mesmo sensor, os valores do NDVI e da banda do infravermelho são significativamente afetados de um nível de processamento para o seguinte.

Palavras-chave — transformações radiométricas, NDVI, correção atmosférica, reflectância.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze Landsat-8 (Operational Land Imager – OLI sensor) and Sentinel-2 (Multispectral Instrument – MSI sensor) spectral data using different levels of processing: original data (without preprocessing), top atmosphere reflectance (TOA) and surface reflectance. For this, spectral infrared band and the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vegetation index were used. The results indicate that the transformations and radiometric corrections for TOA reflectance and surface reflectance reduced the differences between the data from the two sensors. The TOA and surface reflectance in the Sentinel-2 infrared band, as well as the NDVI, are relatively higher than those of Landsat-8. When considering data analysis of the same sensor, the values of the NDVI and the infrared band are significantly affected from one processing level to the next.

Key words — radiometric transformation, NDVI, atmospheric correction, reflectance.

1. INTRODUÇÃO

Aplicações de sensoriamento remoto que contemplam o uso de mais de uma opção de sensores orbitais são frequentemente adotadas, pois permitem a aquisição de dados com maior repetitividade temporal. Além disso, aumenta-se as chances de imageamento sem cobertura de nuvens (para os sensores ópticos) e a disponibilização continuada de imagens devido aos sensores possuírem vida útil limitada. No entanto, dados espectrais de sensores distintos normalmente possuem valores (níveis digitais) diferentes, ainda que de uma mesma área e data de aquisição. Essas diferenças são principalmente em razão de diferenças nas resoluções espectral, radiométrica e espacial dos sensores, e na geometria de aquisição dos dados. Além disso, quando a aquisição é feita em diferentes datas pode haver variações causadas pelas condições atmosféricas e por mudanças no uso e cobertura da terra.

Quando pretende-se utilizar dados de diferentes sensores ou datas de aquisição recomenda-se considerar alguns pré-processamentos, tais como: registro dos dados, transformação radiométrica para unidades que representam as características físicas dos alvos (por exemplo, radiância, reflectância ou temperatura), correção atmosférica, correção topográfica, entre outras [1, 2]. Dessa forma, diferenças produzidas pelo deslocamento espacial entre imagens, geometria de aquisição, condições atmosféricas e degradação do sensor são minimizadas. No entanto, avaliação detalhada de quais pré-processamentos aplicar deve ser feita de acordo com os dados utilizados, área de estudo e aplicação pretendida.

Atualmente, entre os sensores de média resolução mais utilizados encontra-se o OLI (*Operational Land Imager*) a bordo do satélite Landsat-8 e MSI (*Multispectral Instrument*) a bordo do satélite Sentinel-2. As principais características desses sensores estão resumidas na Tabela 1. Esses dois sistemas são semelhantes considerando uma gama de aplicações voltadas para a estimativa de parâmetros biofísicos (como índice de área foliar) e análise do uso e cobertura da Terra. O objetivo desse trabalho é fazer uma análise comparativa de dados dos sensores OLI e MSI em diferentes níveis de pré-processamento, tais como dados brutos, reflectância do topo da atmosfera (TOA) e reflectância de superfície.

Tabela 1. Principais características dos sensores OLI (Landsat-8) e MSI (Sentinel-2)

	Landsat-8/OLI	Sentinel-2/MSI
Data de lançamento	11/02/2013	23/06/2015
Tempo de revisita	16 dias	10 dias
Resolução espacial	30 m (visível e IVP) 10 m (PAN)	10 m (visível e IVP) 20 m (SWIR etc.)
Bandas espectrais	100 m (Terral) 6 (visível e IVP) 1 (PAN) 2 (SWIR) 2 (Terral)	60 m (SWIR etc.) 9 (visível e IVP) 3 (SWIR)
Largura da cena	190 km	290 km
Campo de visada	15°	21°

OBS.: IVP: Infravermelho próximo; SWIR: Infravermelho de ondas curtas.

2. ÁREA DE ESTUDO E DADOS UTILIZADOS

2.1. Área de estudo

A área de estudo está localizada na região metropolitana da cidade de São Paulo em uma quadrícula que recobre parcialmente a represa Billings e possui vegetação nativa e área urbana (Figura 1).

2.2. Dados utilizados

Como dados de sensoriamento remoto foram utilizadas duas imagens: Landsat-8 (sensor OLI) e Sentinel-2 (sensor MSI), ambas com data de aquisição do dia 30 de agosto de 2018. Os dados Landsat 8 (nível 1) foram adquiridos no portal *Earth Explorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Os dados Sentinel-2 (nível 1C) foram adquiridos no portal Copernicus (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). Os dados Landsat-8 nível 1 é um produto ortoretificado, sendo o produto mais básico e de *download* imediato, fornecido em níveis digitais. Os dados Sentinel-2 nível 1C também é ortoretificado e de *download* imediato, no entanto seus valores são em reflectância TOA multiplicada pelo fator 10.000 [3].

Os dados originais Landsat-8 e Sentinel-2 passaram pela seguinte sequência de pré-processamento: (1) transformação para reflectância TOA e (2) transformação para reflectância de superfície. A seguir é realizado uma breve descrição dos diferentes produtos ou níveis de pré-processamento realizados neste estudo.

Os dados denominados originais são os descritos anteriormente, na qual não foi necessário realizar qualquer correção geométrica nas imagens, uma vez que já foram disponibilizadas ortoretificadas e não observou-se qualquer deslocamento espacial entre as cenas quando sobrepostas e visualizadas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

3. METODOLOGIA

3.1. Reflectância no topo da atmosfera (TOA)

Os dados Landsat-8 foram transformados para reflectância TOA considerando as informações do metadado da imagem aplicando a seguinte equação [4]:

$$\rho_{\lambda} = \frac{M_{\rho} Q_{cal} + A_{\rho}}{\sin \alpha}$$

Onde, ρ_{λ} é a reflectância TOA para a banda espectral λ , M_{ρ} é o fator multiplicativo da reflectância fornecido no metadado da imagem (*REFLECTANCE_MULT_BAND_n*), A_{ρ} é o fator aditivo (*REFLECTANCE_ADD_BAND_n*) e α é o ângulo de elevação solar.

Para transformação dados Sentinel-2 para reflectância TOA os dados foram divididos por 10.000 conforme especificado no guia técnico do Sentinel-2 [3].

3.2. Reflectância de superfície

A reflectância de superfície foi obtida aplicando o método de correção atmosférica DOS (*dark-object subtraction*) [5] em cada banda espectral. Assume-se que o pixel escuro possui reflectância zero para todas as bandas espectrais e que valores diferentes de zero são devido ao efeito de espalhamento da atmosfera. Na correção dos dados Landsat-8 e Sentinel-2 um mesmo pixel escuro foi utilizado em uma região de corpo d'água.

3.3. Análise dos dados

Foram realizadas comparações de valores espectrais dos diferentes níveis de processamento (dado original, reflectância TOA e reflectância de superfície) considerando um único sensor (OLI ou MSI). Além disso, foram feitas comparações considerando um mesmo nível de processamento e diferentes sensores. Para isso foram coletadas aleatoriamente amostras de dois tipos de cobertura: (1) vegetação e (2) área urbana, com a análise da banda espectral do infravermelho de cada um dos sensores e o índice de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) [6]:

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V}$$

Na qual, IVP é a banda espectral do infravermelho próximo e V é a do vermelho.

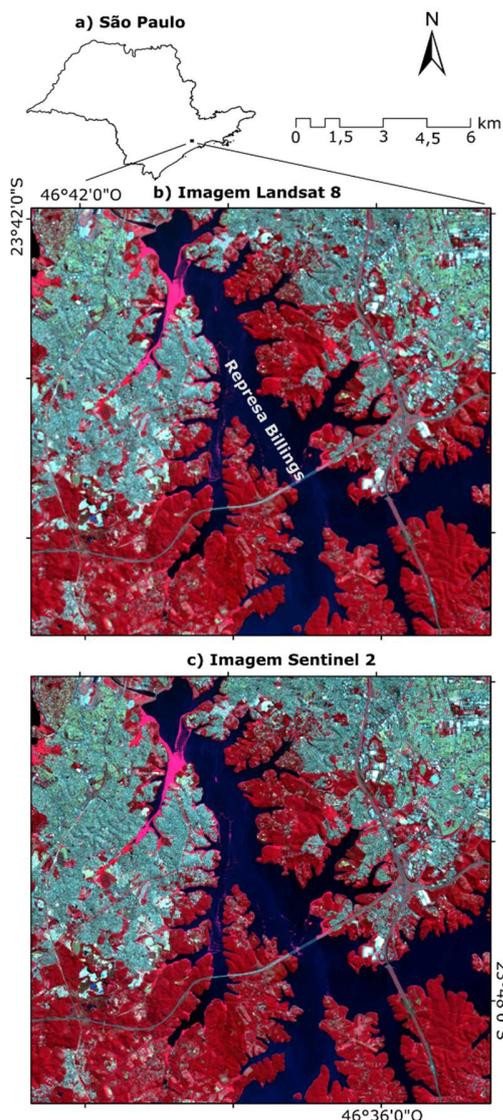


Figura 1. Localização da área de estudo no estado de São Paulo (a) e imagens Landsat-8 com 30m de resolução espacial (b) e Sentinel-2 com 10m de resolução espacial (c).

4. RESULTADOS

Os dados originais (sem pré-processamento) dos sensores OLI e MSI possuem valores relativamente diferentes entre si, tanto para a banda do infravermelho próximo (Figura 2-a) quanto para o NDVI (Figura 2-d). Essa diferença só é pequena para o NDVI da área urbana. As transformações radiométricas para reflectância TOA e de superfície contribuiu para diminuir essa diferença entre os sensores (Figura 2-b-c-e-f). Essa diminuição na diferença é linear para as bandas espectrais pois não altera a relação estatística entre elas (Figura 3 – infravermelho) e não linear para o NDVI, cujo r^2 entre os dois sensores passou de 0,63 (NDVI com dado original) para 0,76 (NDVI com dado de Ref-sup) (Figura 3-NDVI).

A reflectância de TOA e de superfície são visualmente diferentes comparando dados do mesmo sensor (Figura 2-b-c). A reflectância de superfície é menor devido a correção do efeito aditivo da atmosfera. Diferenças também podem ser observadas para os valores do NDVI. Por exemplo, o sensor OLI possui vegetação com NDVI concentrados em 0,6-0,7 e 0,8-0,9 para a Ref-TOA e Ref-sup, respectivamente. Além disso, nota-se que a diferença entre NDVI da vegetação e da área urbana é maior quando calculado com dados de reflectância de superfície (Figura 2-e) do que com dados de reflectância TOA (Figura 2-f).

Os últimos resultados descritos corroboram com os da distribuição geográfica dos valores de NDVI com os diferentes pré-processamentos para cada um dos sensores (Figura 4). Observa-se maior contraste entre os diferentes tipos de cobertura para o NDVI Ref-sup (Figura 4-c-f). Além disso, é evidente que o NDVI da vegetação obtido pela Ref-sup (Figura 4-c-f) é mais elevado que o da Ref-TOA (Figura 4-b-e) e que o do dado original (Figura 3-a-d).

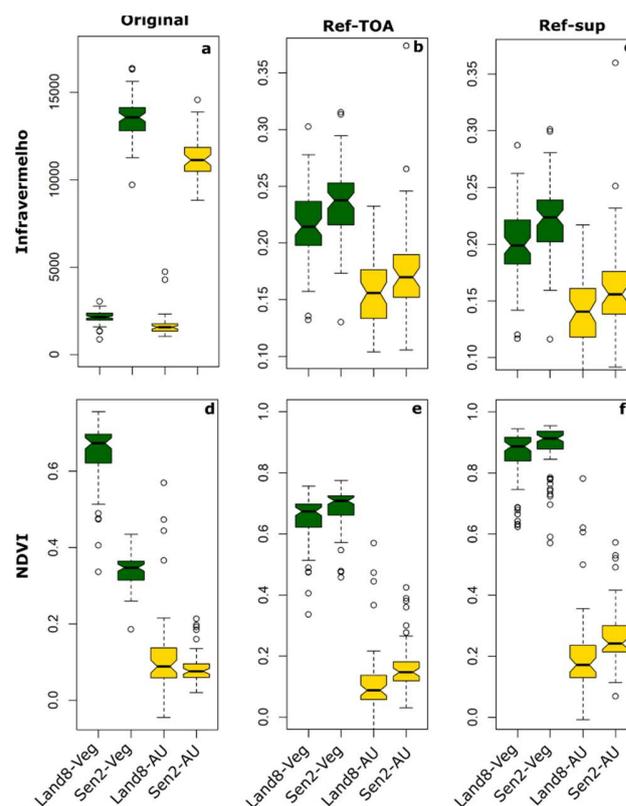


Figura 2. Boxplot dos valores da banda do infravermelho e do NDVI obtidos a partir dos dados Landsat-8 e Sentinel-2 para a vegetação (em verde) e área urbana (em amarelo) considerando os diferentes níveis de processamento.

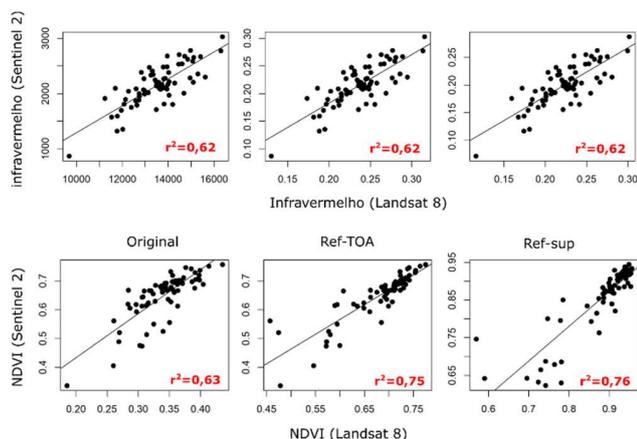


Figura 3. Relação entre as bandas do infravermelho (Landsat-8 vs. Sentinel-2) e entre os NDVI para os diferentes níveis de pré-processamento.

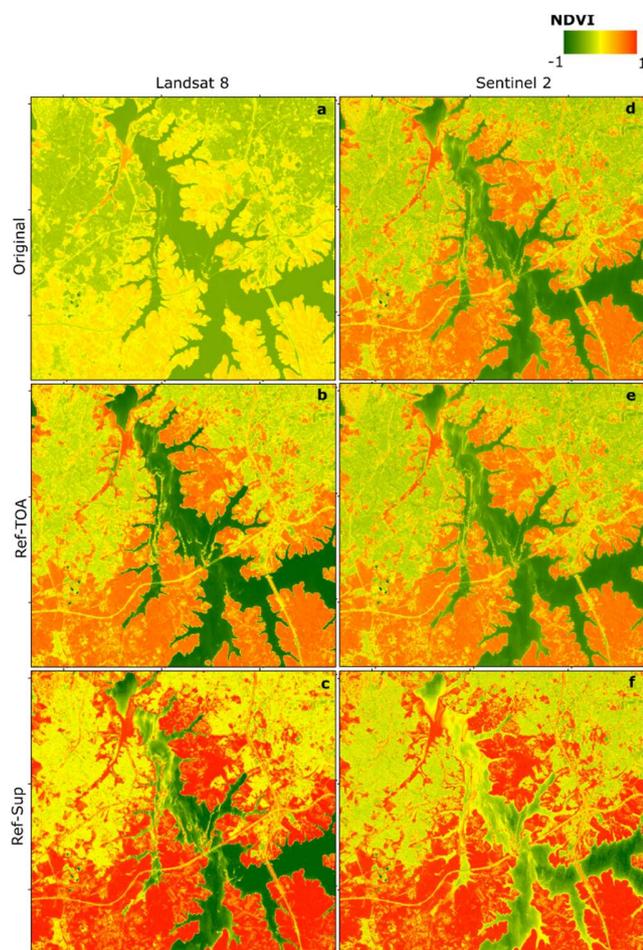


Figura 4. NDVI obtidos a partir dos diferentes níveis de pré-processamento dos dados Landsat-8 e Sentinel-2.

5. CONCLUSÕES

Os valores espectrais das bandas Sentinel-2 (sensor MSI) e Landsat-8 (sensor OLI), sem processamento, assim como o NDVI obtido a partir destas bandas, são significativamente diferentes entre si. A transformação radiométrica para reflectância no topo da atmosfera e para reflectância de superfície contribuíram para diminuir essa diferença.

A reflectância TOA (topo da atmosfera) e de superfície do Landsat-8 apresentaram valores relativamente menores que as do Sentinel-2. O mesmo ocorre para os valores de NDVI.

As transformações radiométricas afetaram os valores das bandas espectrais e do NDVI de ambos os sensores. Os valores de NDVI, por exemplo, são mais elevados quando obtido a partir dos dados de reflectância de superfície que com os dados originais ou de reflectância do topo da atmosfera.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Schowengerdt, R.A. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. 3 ed. California: Elsevier, 2007. 515 p.
- [2] Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E.; Kuplich, T.M. Sensoriamento Remoto da Vegetação. 2 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2012. 164 p.
- [3] European Space Agency (ESA). Sentinel-2 MSI Technical Guide. Disponível em: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi>. Acesso em 15 out. 2018.
- [4] United States Geological Survey (USGS). Landsat 8 (L8) data users handbook., 2016. 98 p.
- [5] Chavez Jr., P.S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. Remote Sensing of Environment, v. 24, p. 459-479, 1988.
- [6] Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation system in the great plains with ERTS. Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt, USA; NASA SP-351, 1973. p. 3010-3017. Disponível em: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1974NASSP.351..309R>. Acesso em 23 set. 2018.