

**Análise de dados OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 com diferentes níveis de processamento****Analysis of OLI / Landsat-8 and MSI / Sentinel-2 data with different levels of processing**

DOI:10.34117/bjdv6n6-209

Recebimento dos originais:09/05/2020

Aceitação para publicação:09/06/2020

**Eder Paulo Moreira**

Doutor em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Instituição: Visiona Tecnologia Espacial S.A.

Endereço: Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Distrito de Eugênio de Melo, São José dos Campos - SP. CEP: 12247-016.

E-mail: eder.moreira@visionaespecial.com.br

**Thiago Gonçalves Rodrigues**

Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Instituição: Visiona Tecnologia Espacial S.A.

Endereço: Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Distrito de Eugênio de Melo, São José dos Campos - SP. CEP: 12247-016.

E-mail: thiago.rodrigues@visionaespecial.com.br

**Cleber Gonzales de Oliveira**

Doutor em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Instituição: Visiona Tecnologia Espacial S.A.

Endereço: Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Distrito de Eugênio de Melo, São José dos Campos - SP. CEP: 12247-016.

E-mail: cleber.oliveira@visionaespecial.com.br

**José Antônio da Silva Junior**

Engenheiro Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP)

Instituição: Visiona Tecnologia Espacial S.A.

Endereço: Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Distrito de Eugênio de Melo, São José dos Campos - SP. CEP: 12247-016.

E-mail: jose.junior@visionaespecial.com.br

**Vania Maria de Oliveira**

Geógrafa pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente estudante de mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Instituição: Visiona Tecnologia Espacial S.A.

Endereço: Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Distrito de Eugênio de Melo, São José dos Campos - SP. CEP: 12247-016.

E-mail: vania.oliveira@visionaespaial.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 utilizadas as bandas espectrais do infravermelho MSI-B8, MSI-B8A e OLI-B5 e o índice de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) de ambos os sensores. A comparação de valores espectrais dos sensores OLI e MSI mostrou que há significativa diferença nos seus dados espectrais (infravermelho e NDVI) considerando os dados originais. No entanto, há redução nessa diferença com a aplicação das respectivas transformações e correções radiométricas para reflectância TOA e reflectância de superfície. Em termos de valores de reflectância no infravermelho e de valores de NDVI, pôde-se constatar que a banda MSI-B8A é mais similar a OLI-B5 que a MSI-B8.

**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 (MSI-B8, MSI-B8A and OLI-B5) and the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vegetation index were used for both sensors. The comparison of spectral values of the OLI and MSI sensors showed that there is a significant difference in their spectral data (infrared and NDVI), considering the original data. However, it was noticed a reduction in their differences after the respective transformations and radiometric corrections for TOA reflectance and surface reflectance. In terms of reflectance values, the MSI-B8A band is more similar to OLI-B5 than MSI-B8.

**Key words:** radiometric transformation, NDVI, atmospheric correction, reflectance.

## **1 INTRODUÇÃO**

Aplicações de sensoriamento remoto que contemplam diversos sensores orbitais são frequentemente adotadas, pois permitem a aquisição de dados com maior recorrência (Farias et al., 2020; Griffiths et al., 2019; Roy et al., 2019). Com isso, aumenta-se as chances de imageamento sem cobertura de nuvens, além minimizar as chances de falta de dados devido à

limitação de vida útil ou de mal funcionamento dos sensores. No entanto, utilizar dados multisensores pode ser um desafio pois podem fornecer valores espectrais diferentes, ainda que de uma mesma área e data de aquisição. Essas diferenças são principalmente em razão de diferenças nas resoluções espectrais, radiométricas e espaciais 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 (Barsi et al., 2018).

Para a utilização de dados de diferentes sensores ou datas de aquisição recomenda-se considerar alguns pré-processamentos, tais como: registro dos dados, transformação radiométrica para radiância ou reflectância, correção atmosférica, correção topográfica, entre outras (Schowengerdt, 2007; Ponzoni et al., 2012). Dessa forma, diferenças produzidas pelo deslocamento espacial entre imagens, geometria de aquisição, condições atmosféricas e degradação do sensor são minimizadas. No entanto, uma avaliação de quais pré-processamentos aplicar deve ser feita de acordo com os dados utilizados, área de estudo e aplicação pretendida.

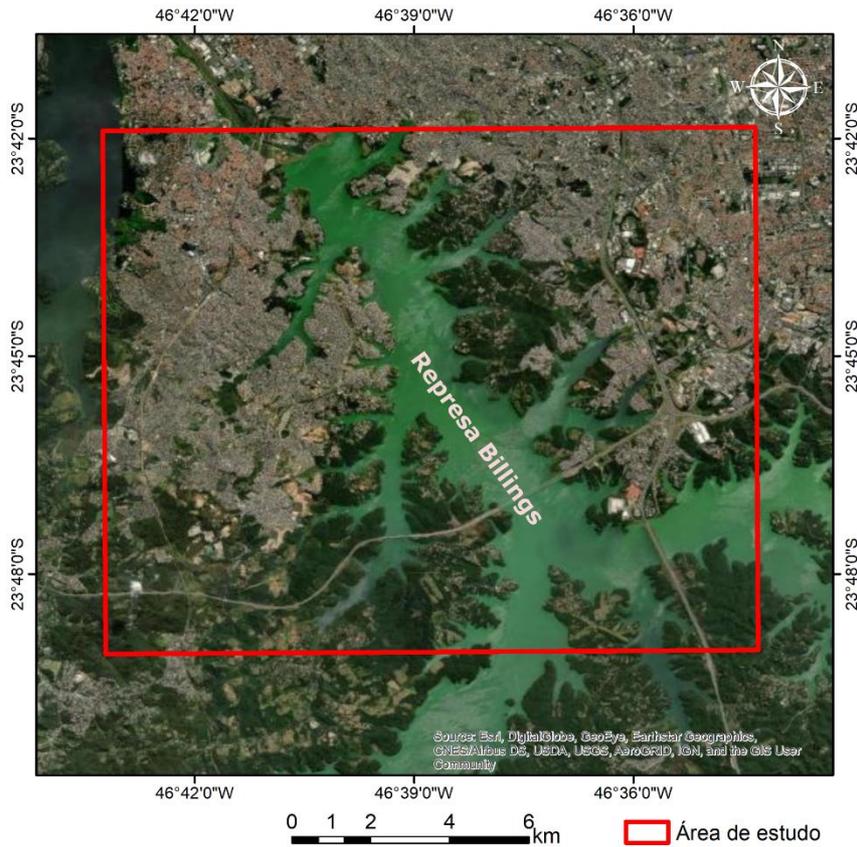
Entre os sensores de média resolução mais utilizados encontra-se o OLI (*Operational Land Imager*) a bordo do satélite Landsat-8 e MSI (*Multispectral Instrument*) a bordo do satélite Sentinel-2. Com vista ao melhor uso dos dados, esse trabalho tem o objetivo de fazer uma análise comparativa de dados 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.

## **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).

Figura 1. Localização da área de estudo no município de São Paulo - SP



## 2.2 DADOS UTILIZADOS

Foram utilizados dois tipos de dados: Landsat-8 (sensor OLI) e Sentinel-2 (sensor MSI), ambos 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 ortorretificado, sendo o produto mais básico e de download imediato, fornecido em níveis digitais. Os dados Sentinel-2 nível 1C também é ortorretificado e de download imediato, no entanto seus valores são em reflectância TOA multiplicada pelo fator 10.000 (ESA, 2018).

As características gerais desses sensores estão resumidas na Tabela 1, enquanto que as suas características detalhadas a respeito das bandas espectrais estão representadas na Tabela 2.

Tabela 1. Características gerais dos satélites Landsat-8 e Sentinel-2

	<b>Landsat-8</b>	<b>Sentinel-2</b>
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 (visível e IVP)
	10 m (PAN)	20 m ( <i>Red Edge</i> , IVP e IVM)
	100 m (Terral)	60 m (Visível e IVM)
N° de bandas espectrais	6 (visível e IVP)	4 (visível e IVP)
	1 (PAN)	2 ( <i>Red Edge</i> )
	2 (IVM)	3 IVP
	2 (Terral)	4 (IVM)
Largura da cena	190 km	290 km
Campo de visada	15°	21°

OBS.: IVP=Infravermelho próximo; e IVM=Infravermelho médio.

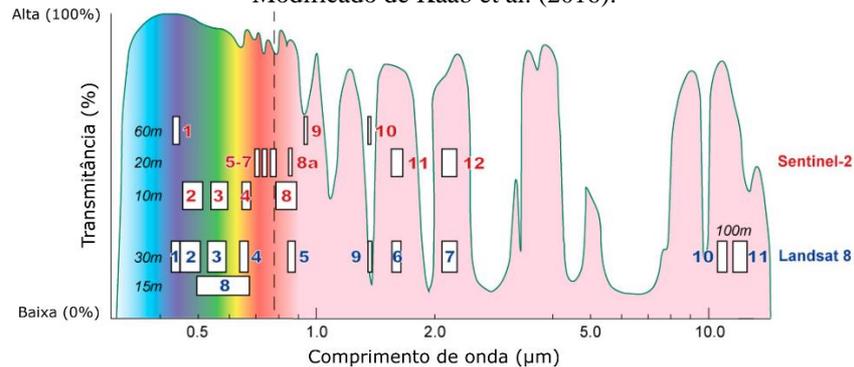
Tabela 2. Características das bandas espectrais Landsat-8 e Sentinel-2

<b>Banda</b>	<b>Nome</b>	<b>Resolução (m)</b>	<b>Faixa espectral (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Landsat-8 OLI e TIRS</b>			
1	Costal	30	0,435 - 0,451
2	Azul		0,452 - 0,512
3	Verde		0,533 - 0,590
4	Vermelho		0,636 - 0,673
5	Infravermelho próximo		0,851 - 0,879
6	Infravermelho médio - 1		1,566 - 1,651
7	Infravermelho médio - 2		2,107 - 2,294
8	PAN	15	0,503 - 0,676
9	Cirrus	30	1,363 - 1,384
10	Infravermelho Terral 1	100	10,60 - 11,19
11	Infravermelho Terral 2		11,50 - 12,51
<b>Sentinel-2 MSI</b>			
1	Costal	60	0,433 - 0,453
2	Azul	10	0,458 - 0,523
3	Verde		0,543 - 0,578
4	Vermelho		0,650 - 0,680
5	<i>Red-edge</i> 1	20	0,698 - 0,713
6	<i>Red-edge</i> 2		0,733 - 0,748
7	<i>Red-edge</i>		0,773 - 0,793
8	Infravermelho próximo 1	10	0,785 - 0,900
8A	Infravermelho próximo 2	20	0,855 - 0,875
9	Vapor d'água	60	0,935 - 0,955
10	Cirrus		1,360 - 1,390

11	Infravermelho médio - 1	20	1,565 – 1,655
12	Infravermelho médio - 2		2,100 – 2,280

A Figura 2 ilustra transmitância atmosférica da radiação solar e as bandas espectrais Landsat-8 e Sentinel-2.

Figura 2. Transmitância atmosférica para os diferentes comprimentos de onda e comparação entre bandas espectrais Sentinel-2 e Landsat 8. A largura dos retângulos indicam as faixas das bandas espectrais. Fonte: Modificado de Kääb et al. (2016).



Nesse estudo foram utilizadas a banda espectral 5 do infravermelho do sensor OLI e as bandas 8 e 8A do infravermelho do sensor MSI. Como essas bandas possuem diferentes resoluções espaciais, as de 20m (MSI-B8A) e 30m (OLI-B5) foram reamostradas para 10 metros pelo método do vizinho mais próximo. Além das bandas do infravermelho, foram utilizadas as bandas do vermelho de ambos os sensores.

Não foi necessário realizar qualquer correção geométrica nas imagens, uma vez que já foram disponibilizadas ortorretificadas e não se observou qualquer deslocamento espacial entre as cenas quando sobrepostas e visualizadas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

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

**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 (USGS, 2016):

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

Onde,  $\rho_{\lambda}$  é a reflectância TOA para a banda espectral  $\lambda$ ,  $M_{\rho}$  é o fator multiplicativo da reflectância fornecido no metadado da imagem (*REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_n*),  $A_{\rho}$  é o fator aditivo (*REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_n*) e  $\alpha$  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 (ESA, 2018).

**3.2 REFLECTÂNCIA DE SUPERFÍCIE**

A reflectância de superfície foi obtida aplicando o método de correção atmosférica DOS (*dark-object subtraction*) (Chavez, 1988) 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) e comparações dentro de um mesmo nível de processamento para os diferentes sensores utilizando *boxplot*, diagrama de dispersão e regressão linear. Para isso foram coletadas aleatoriamente amostras de dois tipos de cobertura: (1) vegetação e (2) área urbana, com valores dos dados espectrais do infravermelho de cada um dos sensores e do índice de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) (Rouse et al., 1973):

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

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

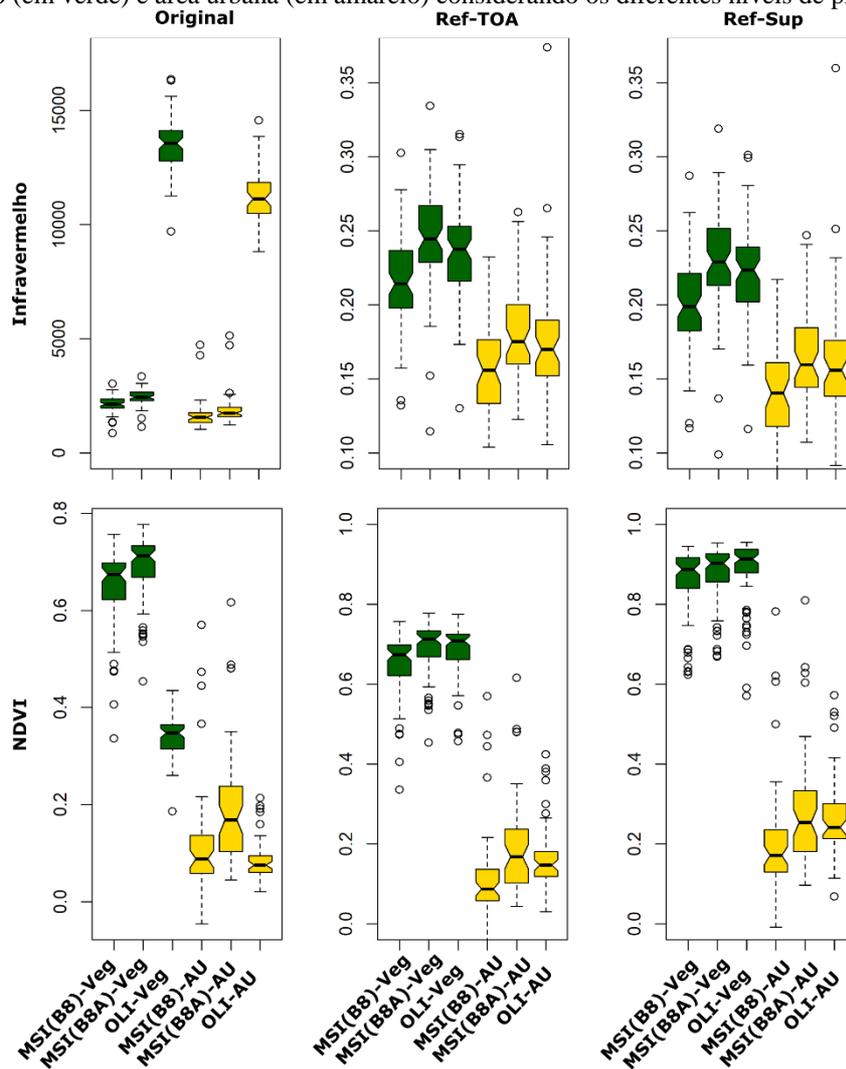
#### **4 RESULTADOS**

Os dados originais (sem pré-processamento) dos sensores OLI e MSI possuem valores relativamente diferentes entre si, tanto para a banda do infravermelho próximo quanto para o NDVI. 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 3).

As bandas MSI-B8A e OLI-B5 se mostraram mais similares entre si que MSI-B8 e MSI-B8A e MSI-B8 e OLI-B5. Isso se deve aos limites das faixas espectrais das bandas MSI-B8A e OLI-B5 serem mais similares entre si (Tabela 2). A banda MSI-B8 possui uma faixa espectral bem mais ampla que a MSI-B8A e OLI-B5. Essa similaridade também se verifica pela correlação linear entre as bandas, onde o  $r^2$  entre MSI-B8A e OLI-B5 é maior que entre MSI-B8 e OLI-B5 (Figura 4).

A diferença entre as classes floresta e área urbana apresentou-se relativamente similar no infravermelho para Ref-TOA e Ref-Sup. O mesmo não ocorreu para o NDVI, sendo que as classes vegetação e área urbana se mostraram mais separadas em Ref-Sup que em Ref-TOA (Figura 3).

Figura 3. Boxplot dos valores da banda do infravermelho e do NDVI obtidos a partir dos dados OLI e MSI para a vegetação (em verde) e área urbana (em amarelo) considerando os diferentes níveis de processamento.



As correlações entre as bandas do infravermelho B8-MSI vs. OLI-B5 e MSI-B8 vs. OLI-B5 foram iguais ( $r^2=0,62$ ) para o dado original, Ref-TOA e Ref-Sup. No caso do NDVI, as correções entre MSI e OLI foram diferentes comparando os dados originais, Ref-TOA e Ref-Sup (Figura 4 e 5). Isso demonstra que o NDVI-MSI e NDVI-OLI obtidos com a Ref-TOA ou Ref-Sup são mais similares entre si que aqueles obtidos com os dados originais (dados sem pré-processamento).

A análise visual do NDVI corrobora com os resultados descritos acima, sendo que NDVI obtido a partir dos dados originais, Ref-TOA e Ref-Sup são visualmente diferentes, comparando os resultados do mesmo sensor (Figura 6). Comparado o NDVI dos diferentes sensores, percebe-se que há uma maior diferença entre MSI e OLI nos dados originais.

Figura 4. Relação entre as bandas do infravermelho (OLI vs. MSI) e entre os NDVI para os diferentes níveis de pré-processamento. Para a banda do infravermelho do MSI considerou-se a B08.

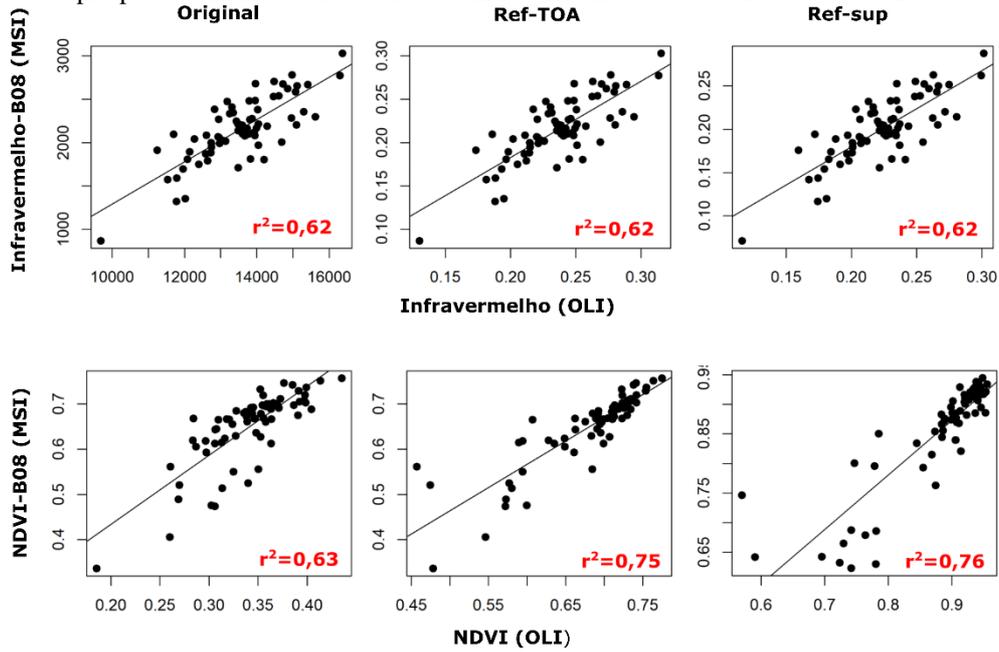


Figura 5. Relação entre as bandas do infravermelho (OLI vs. MSI) e entre os NDVI para os diferentes níveis de pré-processamento. Para a banda do infravermelho do MSI considerou-se a B08A.

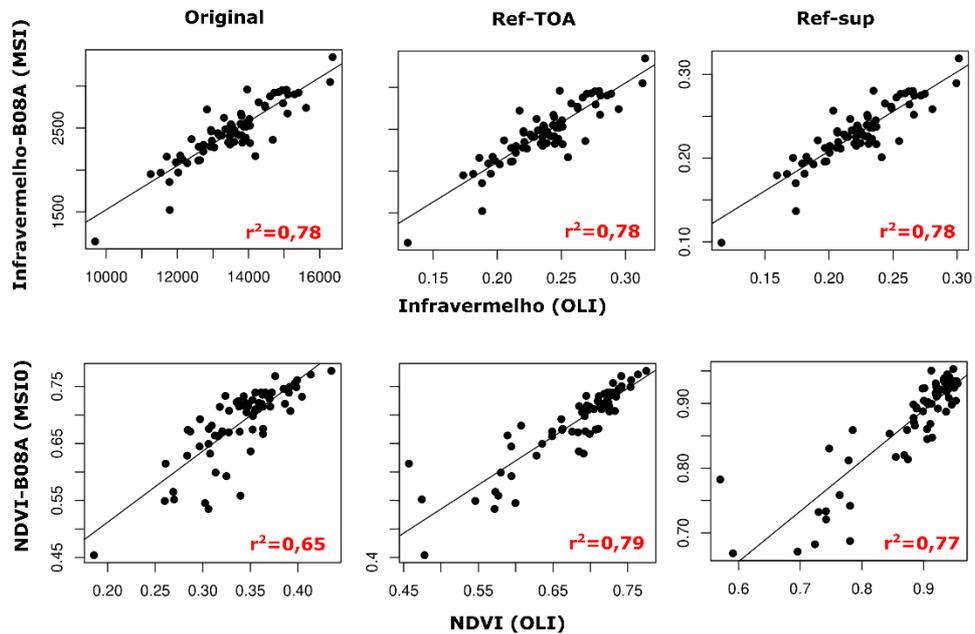
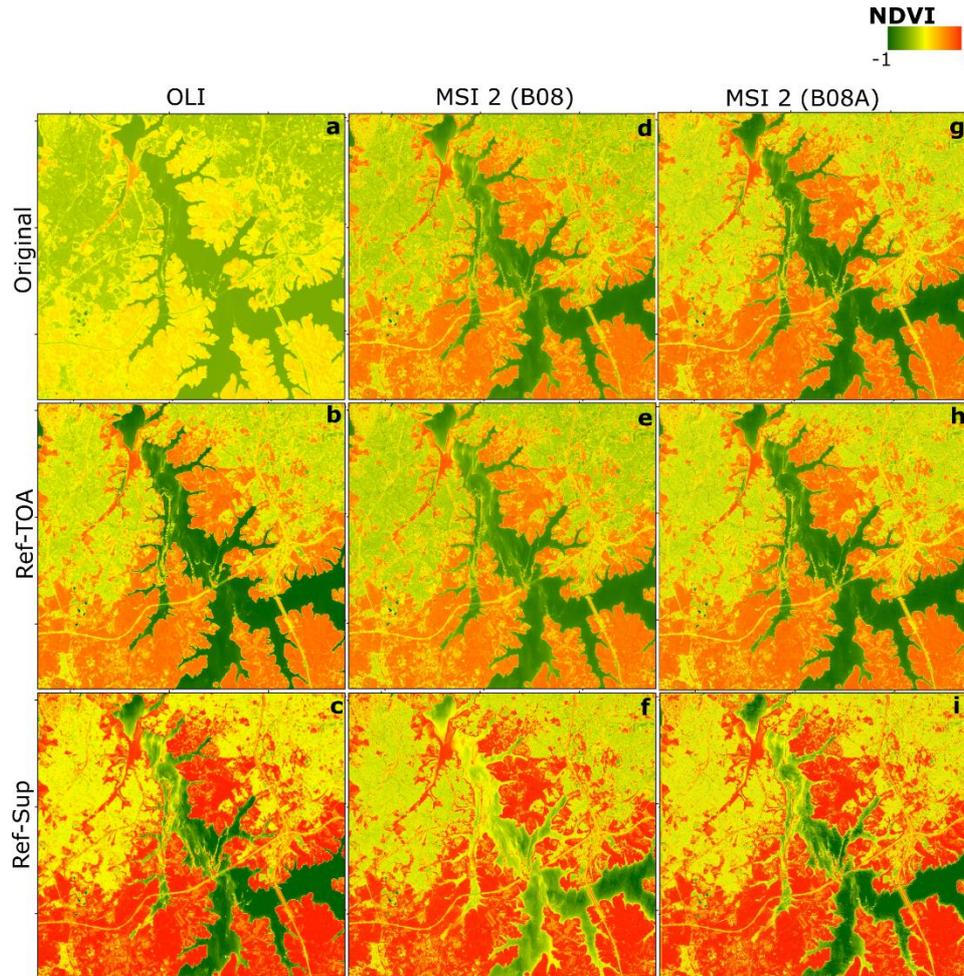


Figura 6. NDVI obtidos a partir dos diferentes níveis de pré-processamento dos dados OLI e MSI



## 5 CONCLUSÕES

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

As bandas do infravermelho MSI-B8A (20m) e OLI-B5 (30m) se mostraram mais similares entre si que as MSI-B8 (10 m) e MSI-B8A e MSI-B8 e OLI-B5. Isso se explica pelos limites das faixas espectrais das bandas MSI-B8A e OLI-B5 serem mais similares entre si, sendo que a banda MSI-B8 possui uma faixa espectral bem mais ampla que a MSI-B8A e a OLI-B5.

**REFERÊNCIAS**

Barsi, J. A.; Alhammoud, B.; Czaplá-Myers, J.; Gascon, F.; Haque, M.O.; Kaewmanee, M. Leigh, L. e Markham, B. L. Sentinel-2A MSI and Landsat-8 OLI radiometric cross comparison over desert sites, *European Journal of Remote Sensing*, 51:1, 822-837, 2018. DOI: 10.1080/22797254.2018.1507613.

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. 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.

Farias, S.F.; Quinelato, R.V.; Brito, J.M.S.; Andrade, D.S. e Silva, J.B.L. Evolução temporal no uso e ocupação do solo no município de Itanhém, Bahia. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 9161-9130, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n2-287

Griffiths, P.; Nendel, C. e Hostert, P. Intra-annual reflectance composites from Sentinel-2 and Landsat for national-scale crop and land cover mapping, *Remote Sensing of Environment*, Volume 220, 2019.

Kääb, A.; Winsvold, S.H.; Altena, B.; Nuth, C.; Nagler, T. e Wuite, J. Glacier Remote Sensing Using Sentinel-2. Part I: Radiometric and Geometric Performance, and Application to Ice Velocity. *Remote Sens.* 2016, 8, 598.

Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E. e Kuplich, T.M. Sensoriamento Remoto da Vegetação. 2 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2012. 164 p.

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A. e 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.

Roy, D.P.; Huang, H.; Boschetti, L.; Giglio, L.; Yan, L.; Zhang, H.H. e Li, Z. Landsat-8 and Sentinel-2 burned area mapping - A combined sensor multi-temporal change detection approach, *Remote Sensing of Environment*, Volume 231, 2019.

Schowengerdt, R.A. *Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing*. 3 ed. California: Elsevier, 2007. 515 p.

United States Geological Survey (USGS). *Landsat 8 (L8) data users handbook.*, 2016. 98 p.