

Correção atmosférica de imagens do Landsat 8 para análise comparativa de influência no cálculo de NDVI e SAVI

Amanda Aparecida de Lima¹

Ana Clara de Barros¹

Felipe de Souza Nogueira Tagliarini¹

Zacarias Xavier de Barros¹

¹ Universidade Estadual Paulista - UNESP/FCA

Caixa Postal 237 - 38807100 - Botucatu - SP, Brasil

aalima2603@gmail.com, anaclara_inha@hotmail.com, felipe_tagliarini@hotmail.com,

zacariasxb@fca.unesp.br

Abstract. The atmospheric correction is a fundamental step for many works that make use of remote sensing. This research aims to analyze the results generated by the calculation of vegetation index Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Soil-adjusted Vegetation Index (SAVI) generated by the atmospheric correction of the 4 and 5 band of Landsat 8, and also in absence of the atmospheric correction to determine whether the applicability of this procedure is applicable to the calculation of SAVI, whose index already has a coefficient of adjustment of brightness for correction of the image. The results according with the land use classes in the calculation of NDVI generate a significant difference for the Native Forest and Reforestation use classes with a value of 0.16 for both, looking to the underestimated values for not performing the atmospheric correction procedure. In contrast, the SAVI was also obtained with the most significant difference in the class of Native Forest with the value 0.11, but showing underestimated values in the presence of atmospheric correction with the visual aid of the map, it was possible to conclude that the SAVI does not present significant results when performing the atmospheric correction, and when comparing it with the NDVI it is perceived that it does not have such a positive answer regarding its applicability in the vegetation studies.

Palavras-chave: image processing, remote sensing, vegetation index, processamento de imagem, sensoriamento remoto, índice de vegetação.

1. Introdução

A atmosfera absorve ou espalha a radiação eletromagnética de forma distinta em desempenho dos seus comprimentos de onda. As partículas presentes na atmosfera, como aerossóis, poeiras, moléculas de vários gases com diferentes tamanhos intervêm na radiação que chega aos alvos terrestres ou ao sensor (Zullo Jr., 1994). Portanto, a energia eletromagnética ao alcançar a atmosfera é por esta espalhada, e parte desta energia expandida retorna para o espaço, vindo a contaminar a energia refletida ou emitida pela superfície e que é detectada pelos sensores orbitais (Ponzoni et al., 2010). Os efeitos diretos por conta da absorção e do espalhamento atmosférico causam a alteração do brilho da cena e a diminuição de contraste entre os alvos (Antunes et al., 2012). Sendo assim, é essencial a execução da correção atmosférica nas imagens de satélite. (Soares et al., 2015).

Objetos da superfície terrestre refletem, absorvem e transmitem radiação eletromagnética em grandezas que variam com o comprimento de onda, de acordo com as suas características bio-físico-químicas. Devido a essas variações, é provável fazer distinção dos objetos da superfície terrestre nas imagens de sensores remotos (Antunes et al., 2012).

A correção atmosférica é muito utilizada no meio acadêmico, e diversos trabalhos foram preparados comparando metodologias gerando produtos por meio dessas correções em um período com um ou mais alvos (Sanchez et al., 2011; Antunes et al., 2012; Soares et al., 2015), uma importante etapa para muitas aplicações do sensoriamento remoto (Eduardo e Silva, 2013)

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou analisar comparativamente a diferença resultante na imagem do Landsat-8 por meio do cálculo dos índices de vegetação NDVI

(Índice de vegetação da diferença normalizada), que permite averiguar a dinâmica da vegetação, e com a aplicabilidade, ou não, da correção atmosférica também no cálculo do SAVI (Índice de vegetação ajustado ao solo), visto que o mesmo possui um coeficiente de ajuste do brilho do solo resultante na imagem.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de Estudo

A área de estudo, Fazendas Lageado e Edgárdia, se encontram no município de Botucatu entre as coordenadas geográficas $22^{\circ}47'32''$ a $22^{\circ}51'52''$ de latitude S, e $48^{\circ}26'15''$ a $48^{\circ}22'40''$ de longitude W, conforme mostra a Figura 1. A área das fazendas é formada de forma contínua, na qual a Universidade do Estado de São Paulo “Júlio Mesquita Filho” possui suas instalações.

Segundo a classificação de Köppen, o clima é caracterizado como Cwa que caracteriza-se pela presença de chuvas no verão e seca no inverno, e temperatura média superior a 22°C para o mês mais quente, clima tropical de altitude (CEPAGRI).

Segundo Jorge e Sartori (2002), as fisionomias florestais ocorrentes na área são a Floresta Estacional Semidecidual e o Cerradão que, ao associar as variações da vegetação em relação à declividade, apresenta a Floresta Estacional em relevo ondulado a escarpado, e ocorrência de regeneração natural frente à Cuesta, o cerradão encontra-se em relevo suave ondulado.

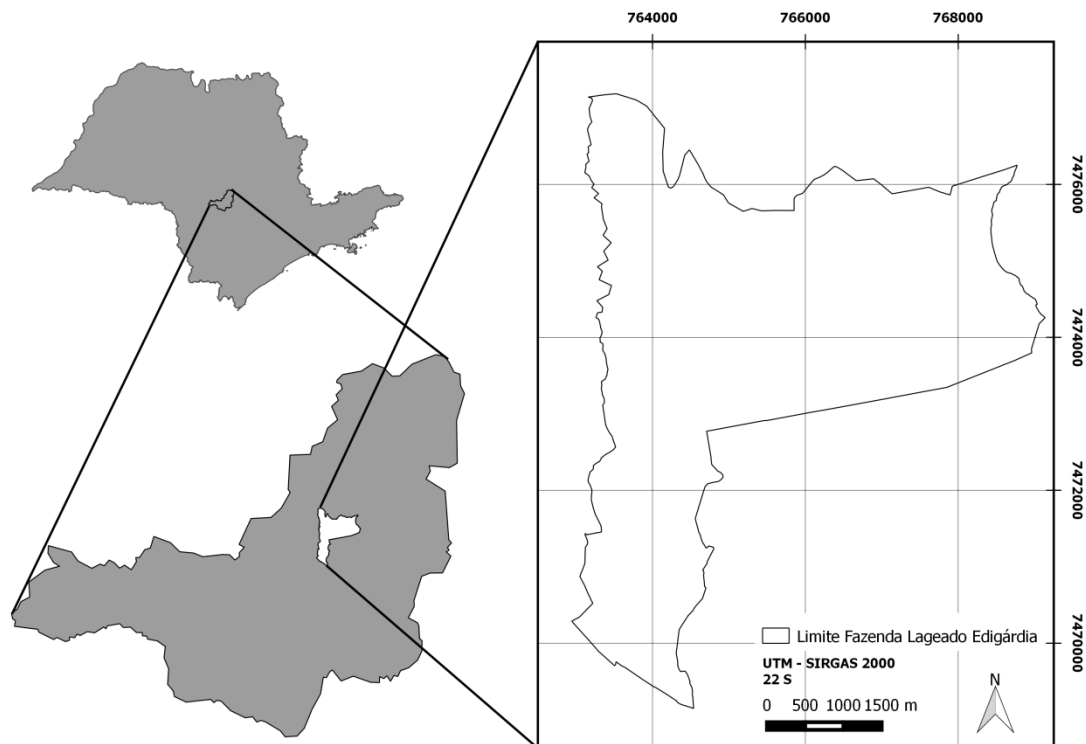


Figura 1. Localização da área de estudo no Município de Botucatu, Estado de São Paulo.

2.2. Aquisição de Dados e Correção Atmosférica

Foi utilizado imagens do Landsat 8, órbita/ponto 220/76, datadas de 30 de julho do ano de 2016. Para a correção das imagens foi utilizado os dados de conversão extraídos diretamente

do site da USGS (*United States Geological Survey*) com as informações específicas do satélite Landsat 8.

A partir das informações inseridas no MTL (*Metadata File*) realizou a conversão do número digital (DN) para valores de reflectância, que para o cálculo dos índices propostos são utilizadas as bandas 4 e 5, as quais correspondem ao *NIR* e ao *Red*.

2.2.1 Reflectância no topo da atmosfera:

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \quad (1)$$

Onde:

$\rho\lambda'$ = Reflectância no topo da atmosfera

M_p = parâmetro: REFLECTANCE_MULTIBAND_X do MTL

A_p = parâmetro: REFLECTANCE_ADD_BAND_X do MTL

Q_{cal} = Número Digital (DN)

2.2.2. Reflectância no topo da atmosfera com a correção para o ângulo solar:

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})} \quad (2)$$

Onde:

$\rho\lambda$ = Reflectância no topo da atmosfera com correção da angulação solar

$\rho\lambda'$ = Reflectância no topo da atmosfera

θ_{SE} = Ângulo de elevação solar

2.3. Cálculo de NDVI e SAVI

Para a avaliação dos efeitos da influência da correção atmosfera nas bandas do *NIR* e *Red* foi efetuado o cálculo do NDVI e SAVI com fins de comparação dos efeitos de influência da correção atmosférica. Para obter o NDVI segue a Equação 3:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (3)$$

Onde:

NIR = Reflectância na banda do infravermelho próximo;

Red = Reflectância na banda do vermelho.

Todo o processo de correção foi desenvolvido diretamente na calculadora *raster* do Quantum GIS 2.8.3 (QGIS) a partir da leitura dos metadados encontrados em cada imagem. As duas fórmulas apresentadas para o cálculo foram realizadas em uma só operação.

O índice apresenta variações entre -1.0 e 1.0, no qual os valores negativos correspondem a corpos d'água, e os mais próximos de 1.0 correspondem a vegetação com maior densidade de biomassa e vigor de desenvolvimento.

Já o SAVI é uma adaptação do NDVI e possui a característica de minimizar os resultados do solo de fundo no sinal da vegetação ao incorporar uma constante de ajuste de solo, no caso, essa constante é o fator L, encontrado na equação do NDVI. No estudo foi utilizado o fator L com o valor de 0,5 (densidades médias de vegetação) pela variedade de classes de usos presentes. Segue a Equação 4:

$$SAVI = \left[\frac{NIR - Red}{NIR + Red + L} \right] \cdot 1 + L$$

(4)

Onde:

NIR = Reflectância na banda do infravermelho próximo;

Red = Reflectância na banda do vermelho; e

L = o fator de ajuste de brilho do solo na imagem.

2.4. Mapa de Uso e Cobertura da Terra e Cruzamento de Resultados

A caracterização do uso e ocupação da terra tem grande relevância a partir do momento em que os componentes alvos passam a ser o que se encontra na cobertura do solo. Por sua vez, os índices de vegetação avaliados no presente trabalho variam de acordo com a presença, densidade e vigor da vegetação (Ponzoni et al. 2010). Junto a isso, o mapa de uso faz-se possível realizar a correlação entre os resultados obtidos no cálculo dos índices de vegetação com suas devidas classes de uso da terra.

Para quantificar os resultados obtidos de acordo com cada classe de uso fez-se a vetorização por pontos dos *rasters* resultantes do NDVI e SAVI no QGIS, de ambos os processos, e foi realizado o cruzamento desses pontos com as presentes classes de uso Cultivo de arroz (áreas alagadas), Culturas anuais, Edificações, Erosão, Mata Nativa, Pastagem, Quintais, Reflorestamento, Várzea e Urbanização no software ArcGIS 10.1 extraindo as informações por pontos.

3. Resultados e Discussões

Analisando o mapa da Figura 2 que representa o resultado do cálculo do índice de vegetação NDVI com e sem correção atmosférica das bandas. As cores são padrão para a apresentação dos dois índices para fins de melhor comparação dos resultados.

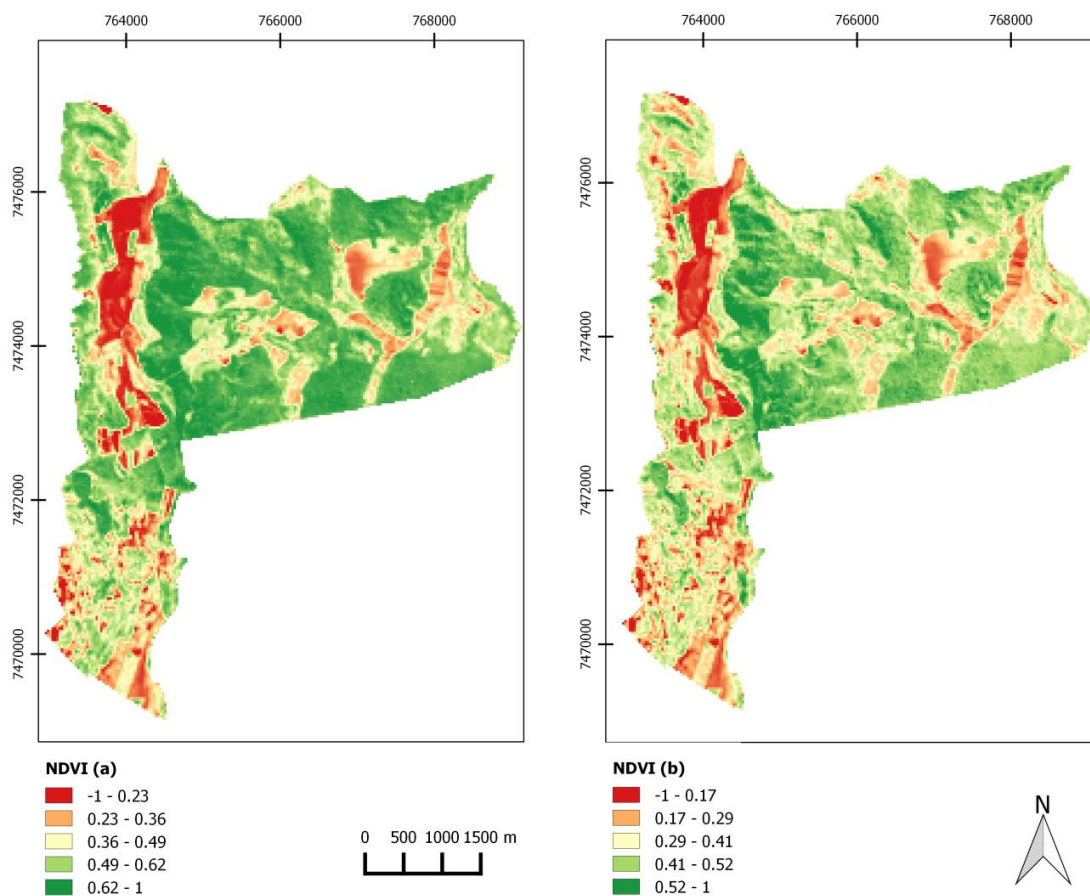


Figura 2. NDVI (a) Mapa de NDVI com correção atmosférica; NDVI (b) Mapa de NDVI sem correção atmosférica.

Nos Mapas apresentados na Figura 2, pode-se constatar que no NDVI (a) a visualização das áreas classificadas na cor verde escuro que representa a vegetação mais densa apresenta-se mais nítida que no mapa NDVI (b). Isso ocorre em decorrência da interferência do espalhamento causado por aerossóis, diversas partículas de poeiras e moléculas de vários gases presentes na atmosfera, estes são responsáveis por causarem diminuição do contraste e alteração no brilho da imagem captada.

Tabela 1. Valores da média de SAVI com e sem correção atmosférica para cada uso da terra.

Uso	NDVI (a)	NDVI (b)
Cultivo de arroz	0.40	0.30
Culturas anuais	0.41	0.33
Edificações	0.44	0.37
Erosão	0.46	0.31
Mata nativa	0.67	0.51
Pastagem	0.50	0.40
Quintais	0.31	0.22
Reflorestamento	0.57	0.41
Várzea	0.55	0.42
Urbanização	0.48	0.37

Onde: (a) indica presença de correção atmosférica e (b) a ausência da correção.

A Tabela 1 apresenta o resultado do cruzamento dos índices de vegetação com seus devidos usos da terra. Foi possível visualizar que os valores de NDVI são maiores, em sua média, na coluna em que indica a presença do processo de correção atmosférica. Em relação ao que se indica na Tabela 1 notou-se que houve uma grande diferença entre as estimativas com relação a correção atmosférica comparados aos que não tiveram a correção. E os valores que obtiveram maiores destaques foram a Mata Nativa e o Reflorestamento, com diferença de 0.16. O mesmo pode ser correlacionado na Figura 2, na qual é visto um aumento do contraste da imagem nas citadas classes de uso.

Na Figura 3, é representado o cálculo do índice de vegetação SAVI, também com a presença e ausência da correção atmosférica das bandas relacionadas ao estudo.

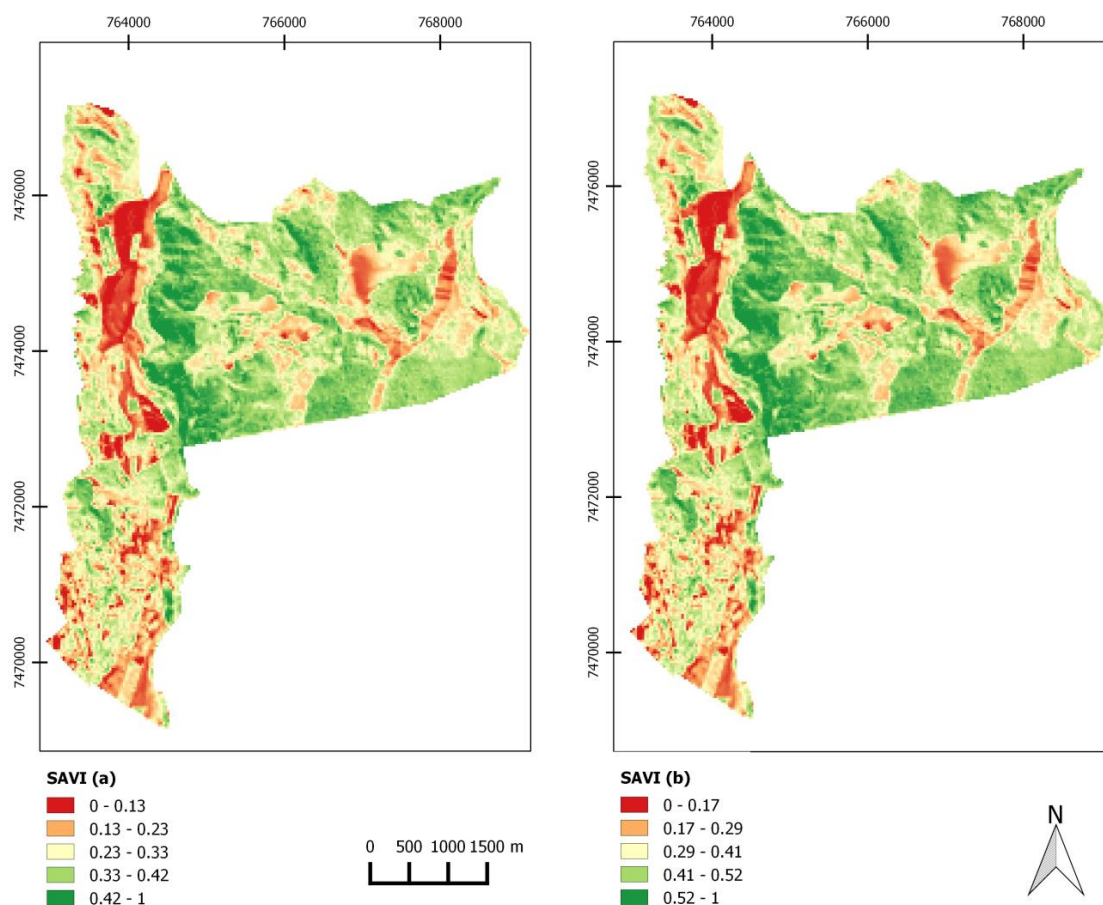


Figura 3. SAVI (a) Mapa de SAVI com correção atmosférica; SAVI (b) Mapa de SAVI sem correção atmosférica.

Analisando o mapa em questão (Figura 3), observou-se que o SAVI visualmente apresenta diferenças tênues entre um resultado e outro, mas ainda é possível perceber um aumento no contraste da imagem e uma sutil correção do brilho. É importante acrescentar a presença da correção da imagem por meio do próprio cálculo do índice, no qual possui o coeficiente (L) de ajuste do brilho do solo.

A principal questão levantada é a utilização da correção atmosférica para o SAVI, mesmo com a presença do L. Para tal questionamento apresenta-se a Tabela 2, que obtém os resultados provenientes do cruzamento das classes de uso com os valores do SAVI.

Tabela 2. Valores da média de SAVI com e sem correção atmosférica para cada uso da terra.

Uso	SAVI (a)	SAVI (b)
Cultivo de arroz	0.23	0.30
Culturas anuais	0.26	0.33
Edificações	0.29	0.37
Erosão	0.24	0.31
Mata nativa	0.40	0.51
Pastagem	0.32	0.40
Quintais	0.17	0.22
Reflorestamento	0.32	0.41
Várzea	0.33	0.42
Urbanização	0.29	0.37

Onde: (a) indica presença de correção atmosférica e (b) a ausência da correção.

De acordo com a Tabela 2, o SAVI apresentou valores médios maiores na coluna que corresponde ao cálculo do índice sem a presença de correção atmosférica, também, dando destaque para a Mata Nativa com diferença de 0.11, ou seja, apresenta a subestimação dos valores na presença da correção, resultado oposto ao que se encontra para o NDVI.

4. Conclusões

Verificou-se que com a resposta apresentada nos mapas do NDVI houve um resultado significativo, pois possibilitou constatar expressivas diferenças na presença da correção atmosférica.

Em relação ao SAVI não se pode obter resultados significativos em relação da ocorrência ou não da correção, mas diante ao exposto na Tabela 2, observou-se uma pequena diferença de valores entre os usos, mas ainda assim aparentes.

Ao comparar a utilização do cálculo do NDVI ou SAVI para o estudo de vegetação o mapa de NDVI se mostrou mais eficaz, uma vez que a resposta espectral determinada pelo índice apresentou-se mais fiel às suas determinadas classes de uso da terra.

Portanto, pode-se concluir que a correção atmosférica aplicada para o cálculo do SAVI não trouxe resultados de extrema significância para seu produto final.

Referências Bibliográficas

ANTUNES, M. A. H.; DEBIASI, P.; COSTA, A. R. da & GLERIANI, J. M. (2012). Correção Atmosférica de Imagens Alos/Avnir-2 Utilizando o Modelo 6S. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto ISSN: 1808-0936. **Revista Brasileira de Cartografia**. No 64/4: 531-539. 2012.

CEPAGRI. Unicamp. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Clima dos Municípios Paulistas**. Disponível em:
> http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_086.html < Acesso em: 21 out. 2016.

JORGE, L. A. B.; SARTORI, M. S. Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na Fazenda Experimental Edgárdia, em Botucatu-SP. **Revista Árvore**, n. 26, v. 5, p. 582-592, 2002

ZULLO Junior, J. **Correção atmosférica de imagens de satélite e aplicações**.1994. 189 p. Tese. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1994.

PONZONI, F. J. & SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos, SP: Ed. Parêntese, 2010, 136p.

SANCHES, I.D.; ANDRADE R.G.; QUARTAROLI, C.F.; RODRIGUES C.A.G. Análise comparativa de três métodos de correção atmosférica de imagens Landsat 5 – TM para obtenção de reflectância de superfície e NDVI. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7564-7571.

SOARES, F.S.; ALMEIDA, R.K.; RUBIM, I.B.; BARROS, R.S.; CRUZ, C.B.M.; MELLO, G.V.; BAPTISTA NETO, J.A. Análise comparativa da correção atmosférica de imagem do Landsat 8: o uso do 6S e do ATCOR2. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. p. 1821.

USGS. U.S. Department of the Interior/ U.S. Geological Survey. **Using the USGS Landsat 8 Product.** Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php>. Acesso em: 21 out.. 2016.