

## CORREÇÕES DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS DE SENSOR DE SATÉLITE (LANDSAT 8) POR MEIO DE SOFTWARES LIVRES

**Autores:** WILLER FAGUNDES DE OLIVEIRA, SARA GUEDES DE PAULA, RENATO MARTINS ALVES, JOÃO PAULO DE FREITAS CASTRO

### Introdução

A extração de informações espectrais de imagens oriundas de sensores de satélites depende da qualidade radiométrica, a qual varia em função das interferências atmosféricas e das condições de iluminação do terreno. Em ambientes topograficamente complexos o sinal recebido pelo sensor sofre distorções devido às variações nos ângulos de incidência solar, o que acarreta efeitos de sombreamento em superfícies iluminadas (LIMA; RIBEIRO, 2014).

Para estudos de monitoramento da superfície terrestre (dinâmica de uso do solo) ao longo dos anos, a correção atmosférica e topográfica torna-se um procedimento necessário, pois os dados multitemporais ficarão na mesma escala radiométrica (SONG et al., 2001). Tal procedimento, certamente, proporcionará ganhos nas análises de parâmetros biofísicos da vegetação, tais como: *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Soil-Adjusted Vegetation Index* (SAVI), entre outros.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo principal, executar a correção atmosférica e topográfica em imagens oriundas do sensor de satélite (Landsat 8) da Área de Drenagem da Barragem do Rio Juramento (ADBRJ) por meio de softwares livres. A correção topográfica se faz necessária, pois a altitude da ADBRJ varia de 626 até 1.253 m, com declividade média de 17,20%, sendo a mínima e máxima de 0% e 241,98%, respectivamente. Já a correção atmosférica, justifica-se diante da necessidade de analisar a dinâmica de uso do solo em datas distintas.

### Material e métodos

As imagens oriundas do sensor de satélite Landsat 8, resolução espacial de 30x30 m, foram adquiridas em formato “GeoTIFF” no portal da *United States Geological Survey* (USGS), especificamente em: <http://earthexplorer.usgs.gov>. As informações parciais dos metadados das imagens utilizadas neste estudo encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Informações parciais dos metadados das imagens oriundas do sensor de satélite Landsat 8.

Entidade ID	Sensor	Data de aquisição	Path	Row	Elevação Solar (°)	Azimuth Solar (°)
LC82180722015163LGN00	8 (OLI)	12/06/2015	218	72	40,2261493	36,52855067

Após a obtenção das imagens, procederam-se as seguintes etapas: Reprojção das cenas (Datum original WGS84/ UTM, Fuso 23N-EPGS: 32623) para o datum oficial SIRGAS 2000 / Fuso 23S (EPSG: 31983); recorte das cenas com o polígono envolvente da área de estudo, ou seja, o limite da ADBRJ; correção atmosférica e topográfica.

### Correção atmosférica

Primeiramente, transformou-se os números digitais (ND) para reflectância aparente no topo da *atmosfera* ( $py$ ) utilizando a equação 1, disponível em USGS(2016).

$$py = (Mo \cdot Qcal + Ap) \cdot \cos Bs \cdot -1 \quad (1)$$

Onde a variável  $Qcal$  é o ND de cada pixel, numa determinada banda. Já os termos  $Mo$ ,  $Ap$  e  $Bs$  são, respectivamente, o fator de escalonamento multiplicativo, o fator de escalonamento aditivo e o ângulo zenital solar.

Concomitantemente, durante a transformação dos números digitais para radiâncias, foi possível aplicar a correção atmosférica e a calibração da reflectância por meio de um algoritmo simplificado, baseado nos estudos apresentado por Song et al. (2001). O algoritmo executa o método de correção DOS-3, proposto por Chavez (1996), e está disponível no *software Open Source* GRASS GIS 7.0.4, plugin *i.landsar.toar*. Após a correção atmosférica, seguiu-se para correção topográfica.

### Correção Topográfica

Foi elaborada a partir do Modelo Digital de Superfície (MDS), 12,50 x 12,5 m, obtido no portal interativo de Banco de Dados Geográficos da *Alaska Satellite Facility* (ASF), disponível em: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu>. O referido MDS foi reinterpolado para 30x30m. Em seguida, determinou-se o cosseno do ângulo local de incidência solar ( $i$ ) em relação à normal de cada pixel (equação 2), apresentada por Smith, Lin e Ranson (1980).

$$i = \cos i = \cos C_p \cdot \cos D_z + \sin C_p \cdot \sin D_z \cdot \cos(A_z - A_a) \quad (2)$$

Onde  $C_p$  é ângulo de inclinação do terreno,  $D_z$  é ângulo zenital solar,  $A_z$  é o ângulo azimutal solar e  $A_a$  é o ângulo do aspecto do terreno. Além do MDS, algumas informações, contidas nos metadados das imagens a serem corrigidas, fazem-se necessárias, tais como: ângulo zenital e ângulo azimutal solar.

A correção topográfica foi geoprocessada por meio do modelo de iluminação ( $i$ ) e do método de correção - C, proposto por Teillet, Guindon e Goodenough (1982). O método de correção-C pertence à classe dos métodos não-lambertiano (TEILLET; GUINDON; GOODENOUGH, 1982) e pode ser calculado por meio da equação 3.

$$ph = p1(\cos Az + ck) \cdot (\cos y + ck) - 1 \quad (3)$$

Onde  $ph$  é a reflectância horizontal da superfície ou a reflectância corrigida topograficamente. O termo  $p1$  é a reflectância inclinada ou a reflectância original (sem a correção topográfica). Os termos  $\cos Az$  e  $\cos y$  referem-se, respectivamente, ao cosseno do ângulo zenital solar e ao cosseno do ângulo local de incidência solar. Já o termo  $ck$  pode ser obtido de acordo com a equação 4.

$$ck = bk(ak) - 1 \quad (4)$$

Onde ( $k$ ) indica o canal dependente ou a imagem a ser corrigida. Já os parâmetros  $ak$  e  $bk$  são obtidos pela regressão da equação 5, a qual relaciona a reflectância original com o modelo de iluminação.

$$p1 = ak + bk \cos y \quad (5)$$

As equações supracitadas encontram-se implementadas no *plugin i.topo.corr*, também disponível no *software open source* GRASS GIS 7.0.4. Após as correções, as análises espectrais foram realizadas no *software open source* QGIS 2.14.3, especificamente, o *plugin Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) desenvolvido por Congedo (2016).

## Resultados e discussão

As características físicas dos alvos principais (pastagem, eucalipto, cerrados, solo exposto, etc) constados na ADBRJ são diversificados na estrutura, textura e densidade espacial. Desse modo, acredita-se que tais características, bem como o relevo e a iluminação, resultam em superfícies heterogêneas e ao mesmo tempo complexas, porém, passíveis de serem minimizadas.

A Fig.1 apresenta o resultado da composição R(4)G(3)B(2) das imagens oriundas de sensor do satélite Landsat 8 (12/06/2015), numa área de relevo forte ondulado a forte montanhoso, imagem sem Fig.1.(a) e com Fig.1.(b) correção atmosférica e topográfica. Já a Fig.2, representa o comportamento espectral duma amostra de 537 pixels (poligonal da Fig.1), ou seja, 48,33 ha da fitofisionomia Mata Seca, sem e com correção atmosférica e topográfica. Percebe-se que a correção atmosférica e topográfica nas imagens supracitadas permitiu mitigar, principalmente na faixa do visível, os efeitos do retroespalhamento da atmosfera, bem como os efeitos da iluminação causados pela rugosidade topográfica.

Diversos autores demonstraram a eficiência dos algoritmos utilizados neste estudo para minimizar os efeitos topográficos em imagens orbitais sobre áreas montanhosas, especialmente para fins de avaliação da cobertura do solo e da vegetação, podendo-se destacar os trabalhos de Tan et al. (2013); Vanonckelen, Lhermitte e Van Rompaey (2013).

De maneira geral, houve ganho de reflectância nas bandas do visível, exceto na banda 2. O comportamento espectral da luz visível nas imagens corrigidas está mais condizente, pois as maiores absorções encontram-se no intervalo da luz azul (B2: 450 – 515 nm) e da luz vermelha (B4: 630 – 680 nm). Já a maior reflexão ocorre no intervalo da luz verde (B3: 525 – 600 nm). Contudo, tal comportamento é diferente para imagens sem correção, onde é observado menor reflectância na banda 3, quando comparada com a banda 2. Já na faixa do infravermelho, em especial o infravermelho próximo (B5: 845 – 855 nm), a radiação é refletida em maiores proporções em ambos os casos.

## Considerações finais

Diante do objetivo pretendido, foi possível executar a correção atmosférica e topográfica nas imagens oriundas do sensor de satélite (Landsat 8) da área de estudo por meio de softwares livres. As imagens corrigidas apresentaram comportamento espectral condizente com a vegetação (Florestas Estacional Semidecidual) analisada. Os efeitos do retroespalhamento da atmosfera, bem como os efeitos da iluminação, causados pela rugosidade topográfica foram minimizados. A utilização de softwares livres no processo de correção (atmosférica e topográfica) de imagens multiespectrais pode ser uma alternativa em relação aos softwares proprietários.

## Referências bibliográficas

- CHAVEZ, P. S. Image-based atmospheric corrections-revisited and improved. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v. 62, n. 9, p. 1025–1036, 1996. Disponível em: .
- CONGEDO, L. *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*. Disponível em: . Acesso em: 9 nov. 2016.
- GRASS, D. T. *Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 7.0. Open Source Geospatial Foundation*, 2015. Disponível em: .
- LIMA, R. N. de S.; RIBEIRO, C. B. de M. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE CORREÇÃO TOPOGRÁFICA EM IMAGENS LANDSAT SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO. *Revista da Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto*, v. 66, n. 5, p. 1097–1116, 2014. Disponível em: .
- SMITH, J. ; LIN, T. L.; RANSON, K. L. The Lambertian Assumption and Landsat Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 46, p. 1183–1189, 1980. Disponível em: d8884b42e422b5d8XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI0NzkyMzU2ODtBZwoyNTMzMzMDUxNzU2NzA3ODRAMTQzNzQwNDA2ODUxNg%3D%3D&el=1\_x\_3. Acesso em: 10 set. 2017.>.



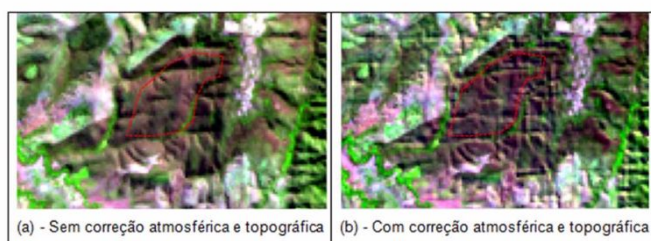
SONG, C.; WOODCOCK, C. E.; SETO, K. C.; LENNEY, M. P.; MACOMBER, S. A. Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects? *Remote Sensing of Environment*, v. 75, n. 2, p. 230–244, fev. 2001. Disponível em: 425700001693. Acesso em: 10 set. 2016.>.

TAN, B.; MASEK, J. G.; WOLFE, R.; GAO, F.; HUANG, C.; VERMOTE, E. F.; SEXTON, J. O.; EDERER, G. Improved forest change detection with terrain illumination corrected Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, v. 136, p. 469–483, set. 2013. Disponível em: /pii/S0034425713001673. Acesso em: 05 out. 2016.>.

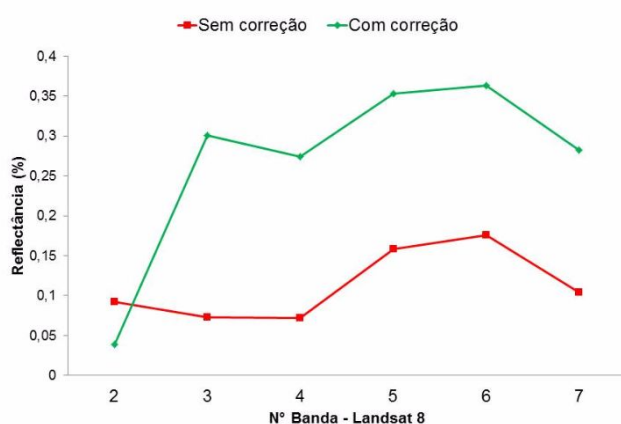
TEILLET, P. M.; GUINDON, B.; GOODENOUGH, D. G. On the Slope-Aspect Correction of Multispectral Scanner Data. *Canadian Journal of Remote Sensing*, v. 8, n. 2, p. 84–106, dez. 1982. Disponível em: .

USGS. *Using the USGS Landsat 8 Product*. Disponível em: . Acesso em: 27 out. 2016.

VANONCKELEN, S.; LHERMITTE, S.; VAN ROMPAEY, A. The effect of atmospheric and topographic correction methods on land cover classification accuracy. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 24, p. 9–21, out. 2013. Disponível em: S0303243413000184. Acesso em: 05 out. 2016.>.



**Figura 1.** Composição R(4)G(3)B(2) das imagens oriundas de sensor do satélite Landsat 8, sem (a) e com (b) correção atmosférica e topográfica. Coordenadas Planas UTM no centro da poligonal em destaque: E 654.418; N 8.133.422, Datum: SIRGAS 2000-Fuso 23.



**Figura 2.** Comportamento espectral, sem e com correção, da Mata Seca em diferentes bandas do visível e infravermelho.