**MATERIAL SUPLEMENTAR**

***1. Etapas de processamento digital de imagens***

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas (Paraíba- Brasil), referente aos anos de 1989, 2007 e 2014, foi gerado após o processamento digital de imagem capturada por sensores a bordo dos satélites Landsat 5 (1989 e 2007) e Landsat 8 (2014). Sendo assim, realizou-se incialmente a calibração radiométrica das imagens de satélite, que corresponde a conversão do número digital (DN) de cada célula de grade (*pixel*) da imagem em radiância espectral, Lλ, que, para os anos de 1989 e 2007 foi mensurada a partir da equação 1 proposta por Markham & Baker (1987), utilizando as constantes estabelecidas por Chander *et al.* (2009) conforme a Tabela 1.

  (1)

Em que: Lλi é aradiância espectral de cada banda (W m-2 ster-1 µm-1); LMáx e LMín sãoconstantes de calibração espectral de cada banda do sensor a bordo do satélite; DN corresponde ao número digital do *pixel* ou intensidade do *pixel* (varia de 0 - 255); e i representa as bandas espectrais do sensor a bordo do satélite.

TABELA 1 – Constantes de calibração radiométrica do satélite Landsat 5/*Thematic Mapper*.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Imagens obtidas de 01/03/1984 até 04/05/2003** | **Imagens obtidas após 02/04/2007** |  |
| **Banda** | **LMín.** | **LMáx.** | **LMín.** | **LMáx.** | **ESUNλ** |
| 1 | -1,52 | 152,10 | -1,52 | 169 | 1957 |
| 2 | -2,84 | 296,81 | -2,84 | 333 | 1826 |
| 3 | -1,17 | 204,30 | -1,17 | 264 | 1554 |
| 4 | -1,51 | 206,20 | -1,51 | 221 | 1036 |
| 5 | -0,37 | 27,19 | -0,37 | 30,2 | 215 |
| 6 | 1,2378 | 15,303 | 1,2378 | 15,303 | - |
| 7 | -0,15 | 14,38 | -0,15 | 16,50 | 80,67 |

FONTE: Chander *et al.* (2009).

Em seguida, obteve-se a reflectância monocromática das imagens capturadas por sensores a bordo do satélite Landsat 5, calculada através da equação 2 (Waters *et al.*, 2002).

  (2)

Em que: ρλ,i é a reflectância monocromática na banda i; π é igual a 3,141592654; ESUNλ,i representa a irradiância solar no topo da atmosfera na banda i (W m-2 μm-1), conforme a Tabela 1; Cos θ é o cosseno do ângulo solar zenital (veja equação 3); e dr é o quadrado da distância Terra-Sol calculada através da equação 4 sugerida por Iqbal (1983).

  (3)

Em que: E é o ângulo de elevação do sol no momento em que a imagem foi capturada pelo sensor a bordo do satélite.

  (4)

Em que: DJ corresponde ao Dia Juliano.

A reflectância do topo da superfície (eq. 5 e 6) para a imagem Landsat 8 foram obtidas a partir de equações disponibilizadas pela USGS (2016), em que são convertidos os valores (número digital do *pixel*) de cada banda de interesse para o estudo (banda 4 e 5) em dados de reflectância. Os valores de cada banda são encontrados no arquivo metadados (*headfile*) da imagem de satélite.

  (5)

Em que: ρλ’ é areflectância do topo da atmosfera sem correção para o ângulo solar; Mρ representa o fator de reescalonamento multiplicativo específico de banda a partir de metadados (REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_x; x é o número da banda); Aρ é o fator de reescalonamento aditivo específico de banda a partir de metadados (REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_x; x é o número da banda); e Qcal são os valores de pixel de produto padrão quantificados e calibrados.

A reflectância da superfície, com correção para o ângulo solar zenital (ρλ), foi obtida de acordo com a seguinte equação (6):

 (6)

O IVDN consiste na razão entre a diferença do fluxo radiante refletido (reflectância) no infravermelho próximo e no vermelho e o somatório da reflectância no infravermelho próximo e no vermelho, de acordo com a equação 7 desenvolvida por Rouse *et al.* (1974). Os valores do produto IVDN variam de -1 a 1, de maneira que valores de *pixel* mais próximo de 1 representam maior vigor da vegetação (Jensen, 2006).

  (7)

Em que: ρnir é o fluxo radiante refletido no infravermelho próximo; e ρr é o fluxo radiante refletido no vermelho.

***Referências***

Chander, G.; Markham, B. L.; Helder, D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113, 893-903, 2009. doi: 10.1016/j.rse.2009.01.007

Iqbal, M. *An introduction to solar radiation*. Toronto: Academic Press Canada. 1983.

Jensen, J. R. *Remote sensing of the environment*:an earth resource perspective. Nova Jersey: Pearson Prentice-Hall. 2. ed., 2006.

Markham, B. L.; Barker, J. L. Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances. International Journal of Remote Sensing, 8, 517-523, 1987. doi: 10.1080/01431168708948658

Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. Proceedings, Third Earth Resources Technology Satellite. *In*: *1 Symposium* *da NASA SP*. Greenbelt, 1974. p. 3010-3017.

USGS - United States Geological Survey. *Using the USGS Landsat 8 Product*, 2016. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product/>>. Acesso em: set. 2016.

Waters, R.; Allen, R.; Tasumi, M.; Trezza, R.; Bastiaanssen, W. *SEBAL Surface Energy Balance for Land*. Idaho implementation: Advanced Training and User’s Manual. Version 1.0, 2002.