

ESTIMATIVA DO SALDO DE RADIAÇÃO UTILIZANDO O ALGORITMO SEBAL E IMAGEM DO SENSOR MODIS

RICARDO GUIMARÃES ANDRADE ¹; GILBERTO CHOHAKU SEDIYAMA ²; RAFAEL COLL DELGADO ³; EVALDO DE PAIVA LIMA ⁴; SADY JÚNIOR MARTINS DA COSTA DE MENEZES ⁵

¹ Engenheiro Agrícola, D.Sc., Pós-Graduando, Depto. de Engenharia Agrícola/Meteorologia Agrícola, UFV/Viçosa – MG, rgandrade@vicoso.ufv.br

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Titular Ph.D., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV/Viçosa – MG.

³ Meteorologista, D.Sc., Pós-Graduando, Depto. de Engenharia Agrícola/Meteorologia Agrícola, UFV/Viçosa – MG.

⁴ Meteorologista, M.Sc., Pós-Graduando, Depto. de Engenharia Agrícola/Meteorologia Agrícola, UFV/Viçosa – MG.

⁵ Engenheiro Agrícola e Ambiental, M.Sc., Pós-Graduando, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

Apresentado no
XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
02 a 05 de Julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: O uso do SEBAL tem a grande vantagem de proporcionar o balanço de energia à superfície de maneira efetiva e econômica. Possibilita grande cobertura espacial e, dependendo do sensor orbital que o alimenta com dados dos canais reflectivos e termais, pode também ter grande resolução espacial. Ele usa imagens coletadas pelo sensor MODIS ou outro sensor que colete comprimentos de ondas na região do infravermelho refletivo e termal. Este trabalho teve por objetivos determinar o saldo de radiação à superfície para a região que abrange parte do Triângulo Mineiro (Estado de Minas Gerais) e norte do Estado de São Paulo. Na área de estudo foi obtido uma cena do sensor MODIS, para a data de 06/06/2005. Foram encontrados valores de R_n que variaram de 554,34 a 714,86 W/m^2 , com média de 641,13 W/m^2 .

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto, saldo de radiação, sensor MODIS.

ESTIMATE OF THE BALANCE OF RADIATION USING THE ALGORITHM SEBAL AND IMAGE SENSOR MODIS

ABSTRACT: The use of SEBAL has the great advantage of providing the energy balance on the surface in an effective and economical way. It makes possible great space covering and, depending on the orbital sensor that feeds it, with reflective channels and thermal data, can also have great space resolution. It uses images collected by MODIS sensor or other sensor that collects waves lengths in the reflective and thermal spectrum of the infrared band. This work had as objectives to determine the radiation balance on the surface for the area witch included part of the Triângulo Mineiro (State of Minas Gerais) and north of the State of São Paulo. In the study area it was obtained a scene of MODIS sensor, for the date of 06/06/2005. It was found R_n that varied from 554.34 to 714.86 W/m^2 , with average of 641.13 W/m^2 .

KEYWORDS: remote sensing, radiation balance, MODIS sensor.

INTRODUÇÃO: O sensoriamento remoto aplicado à agricultura oferece grandes vantagens, como a obtenção de informações que possibilitam a geração de séries temporais da região em estudo, facilitando a comparação entre elas. Ao mesmo tempo, proporciona o oferecimento de ampla cobertura espacial, favorecendo a análise de toda a região e a obtenção de informações

que podem ser representadas espacialmente (Bastiaanssen, 2000). O SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), formulado por Bastiaanssen et al. (1998), é um algoritmo que utiliza imagens de satélite e poucos dados de superfície para estimar os fluxos de calor latente, sensível e no solo. Paiva (2005) cita que este algoritmo é constituído, quase que totalmente, por parametrizações físicas bem estabelecidas e pouco complexas. A estimativa da evapotranspiração (ET) de perímetros irrigados em escala regional, com base em imagens de satélite e algoritmos que permitem a conversão de medidas instantâneas em totais diários de ET, representa uma grande contribuição no monitoramento das perdas evaporativas. Silva et al. (2005) relata que o saldo de radiação é uma informação indispensável à utilização do sensoriamento remoto, visto que, é a principal fonte de energia a ser repartida no aquecimento do solo, do ar e no processo de ET. Exercendo assim, um papel fundamental nos métodos que estimam a ET, componente essencial do balanço hídrico, especialmente quando a superfície do solo é mantida úmida através da irrigação. Deste modo, este trabalho objetivou determinar o saldo de radiação em áreas irrigadas que abrange parte do Triângulo Mineiro e norte do Estado de São Paulo, utilizando imagens do sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo do satélite Terra.

MATERIAIS E MÉTODOS: A Figura 1 mostra a imagem do dia 06/06/2005 (sensor MODIS) na composição das bandas 1, 4 e 3 (RGB) para a região que compreende parte do Triângulo Mineiro e norte do Estado de São Paulo. As bandas do MODIS possuem resolução espacial de 250 m para os canais do vermelho e infravermelho próximo, de 500 m para as bandas do azul, verde e infravermelho médio e de 1000 m para as bandas do infravermelho termal.

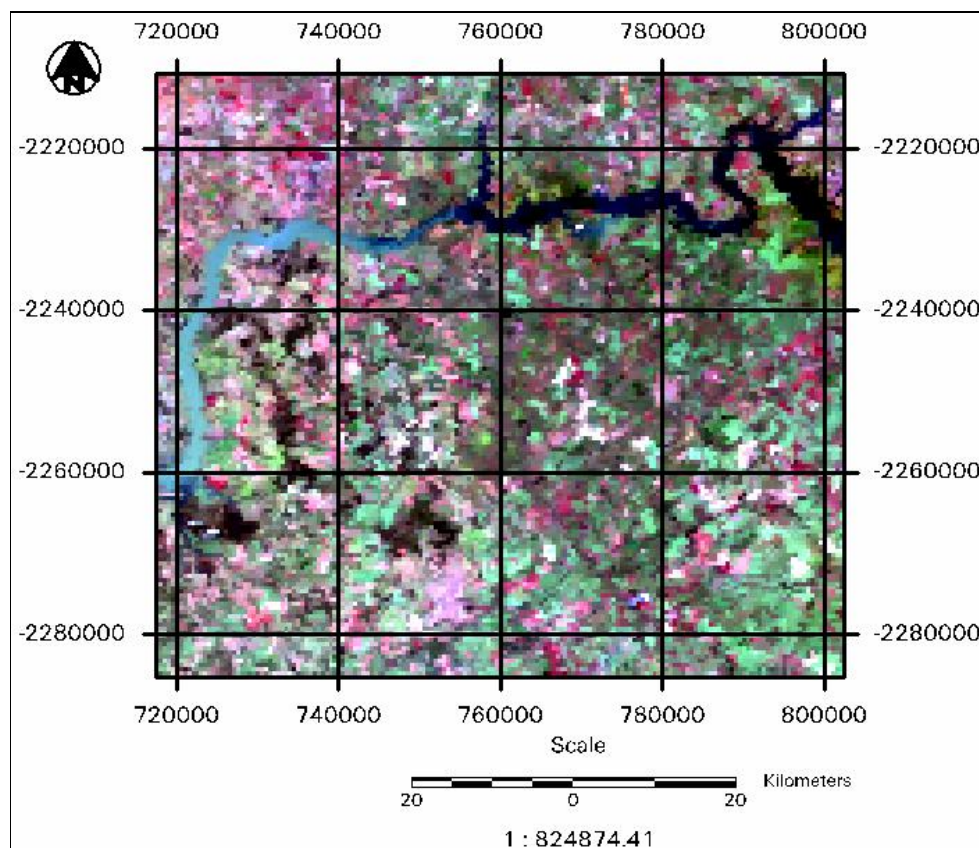


Figura 1 - Imagem do sensor MODIS na composição das bandas 1, 4 e 3 (RGB) para a região que abrange parte do Triângulo Mineiro e Norte do Estado de São Paulo.

O sensor MODIS possui um intervalo quase diário para a revisita de uma área. No presente trabalho foi utilizado o produto MOD09GHK que se refere às imagens de reflectância espectral de superfície, para as bandas 1 a 7. Também foi utilizado o produto MOD11A1 que compreende as bandas 31 e 32. Estes produtos são baixados do sítio <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/> no formato hdf e convertidos para o formato GeoTIFF com a utilização do software MRT (MODIS Reprojection Tool). As bandas 1 a 7 para a região de estudo, foram obtidas após a junção e conversão dos seguintes arquivos:

MOD09GHK.A2005157.h13v10.004.2005159135332.hdf
MOD09GHK.A2005157.h13v11.004.2005159143056.hdf

Já a imagem da temperatura da superfície foi obtida com a utilização do produto MOD11A1, com a junção e conversão dos arquivos:

MOD11A1.A2005157.h13v10.004.2005159011654.hdf
MOD11A1.A2005157.h13v11.004.2005159011752.hdf

Para a estimativa do albedo da superfície, adotou-se a equação proposta por Liang (2000):

$$\alpha = 0.160.\alpha_1 + 0.291.\alpha_2 + 0.243.\alpha_3 + 0.116.\alpha_4 + 0.112.\alpha_5 + 0.081.\alpha_7 - 0.0015$$

em que, $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_7$, são as bandas de reflectância do produto MOD09GHK

De posse do albedo da superfície, deu-se início a aplicação de várias etapas para a obtenção do saldo de radiação por meio do algoritmo SEBAL (conforme formulação proposta por Bastiaanssen et al., 1998). A aplicação do SEBAL consiste em métodos baseados fisicamente no esquema de transferência da camada única para o calor sensível e numa estimativa empírica para o fluxo de calor no solo (G). O saldo de radiação (Rn) é calculado através da reflectância e emitância da radiação, variável espacialmente. O fechamento do balanço de energia pixel a pixel é processado ao considerar o fluxo de calor latente (λET) como um resíduo da equação do balanço de energia. Este método requer radiância espectral nas regiões do visível, infravermelho próximo e termal para a determinação dos seguintes parâmetros: albedo da superfície (α), NDVI e temperatura da superfície (T_s). O saldo de radiação é modelado como a soma dos componentes que chegam e que saem da superfície do solo. O balanço de radiação de ondas curtas é estimado com base em equações astronômicas junto com a estimativa da transmitância atmosférica e albedo. O balanço de ondas longas é modelado com base na temperatura do ar no tempo de passagem do satélite, na qual é considerada constante para toda a área de estudo. A radiação de ondas longas emitida pela superfície é derivada com a ajuda da temperatura da superfície e uma estimativa da emissividade da superfície tendo como base o NDVI.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: O saldo de radiação exerce um papel fundamental nos métodos que estimam a evapotranspiração, componente essencial do balanço hídrico, especialmente quando a superfície do solo é mantida úmida com irrigação, como no caso da grande parte do Triângulo Mineiro e norte do Estado de São Paulo, que devido às condições favoráveis de plantio (relevo plano, água abundante, boa fertilidade do solo, etc) encontra-se uma grande quantidade de áreas irrigadas. A Figura 2 apresenta o Rn do dia 06/06/2005 para região que abrange parte do Triângulo Mineiro e norte do Estado de São Paulo. As tonalidades em cinza e ciano correspondem aos valores de Rn mais baixos entre 554,34 e 602,18 W/m² e se localizam em áreas sobre o Rio Grande (divisa entre os Estados de Minas e

São Paulo). Valores altos de Rn correspondem à tonalidade magenta e vermelha que oscilam entre 660,11 e 714,86 W/m² estes valores máximos situam-se em áreas vegetadas. As demais tonalidades representam os valores intermediários do espectro, sendo que, o Rn médio foi de 641,13 W/m². Bastiaanssen (1998) obteve Rn variando de 400 W/m², em deserto, para 500 W/m², em oásis. Dubayah (1992) obteve Rn com correção de modelo digital de elevação da ordem de 654 W/m², e Rn não corrigido de 643 W/m². Silva et al. (2005) encontraram valores médios de 615,00 W/m² e 583,90 W/m², respectivamente para as datas 04/12/2000 e 04/10/2001, abrangendo parte do Lago de Sobradinho, áreas irrigadas do Projeto Senador Nilo Coelho, áreas de vegetação nativa e parte da área urbana dos municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA.

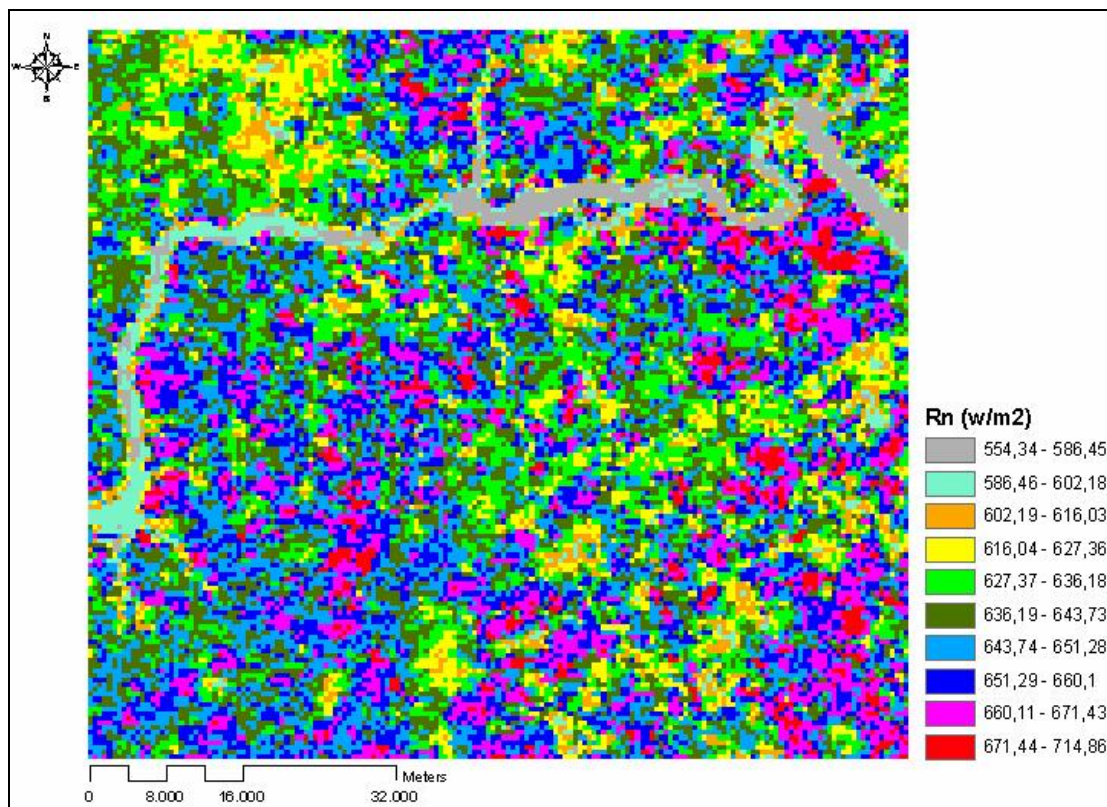


Figura 2 - Saldo de radiação (imagem MODIS, 06/06/2005).

CONCLUSÕES:

A técnica de estimativa do balanço de radiação com imagens MODIS apresentou valores na cena que oscilaram entre 554,34 a 714,86 W/m², com média de 641,13 W/m², sendo esses valores de acordo com a literatura.

REFERÊNCIAS

BASTIAANSEN, W. G. M., 2000: SEBAL – based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of Hydrology**, vol. 229, 87-100.

BASTIAANSEN, W. G. M., MENENTI, M., FEDDES, R. A., HOLTSLAG, A. A. M., 1998: A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, vol. 212-213, 198-212.

DAUGHTRY, C. S. T., KUSTAS, W. P., MORAN, M. S., PINTER, P. J. Jr., JACKSON R. D., BROW, P. W., NICHOLS, W. D., GAY, L. W., 1990: Spectral estimates of Net radiation and soil heat flux. **Remote Sensing of Environment**, vol.32, 111-124.

DUBAYAH, R., 1992: Estimating Net Solar Radiation using Landsat TM and Digital Elevation data **Water Resources Research**, vol. 28, 2469-2484.

LIANG, S., 2000: Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I Algorithms. **Remote Sensing of Environment**, vol. 76, 213-238.

PAIVA, C. M., 2005: **Estimativa do balanço de energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR**. Rio de Janeiro: UFRJ, 218p. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

SILVA, B. B. da., LOPES, G. M., AZEVEDO, P. V. de., 2005: Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, vol. 20, n. 2, 243-252.