

Saldo de radiação e fluxo de calor no solo na região do município de Juiz de Fora, MG ¹

Ricardo Guimarães Andrade ²
Gilberto Chohaku Sedyama ²
Rafael Coll Delgado ²
Evaldo de Paiva Lima ²
Sady Júnior Martins da Costa de Menezes ²

² Universidade Federal de Viçosa - UFV
Departamento de Engenharia Agrícola, Av. P. H. Rolfs, S/N,
Campus Universitário - 36571-000 - Viçosa - MG, Brasil
rgandrade@vicosa.ufv.br
g.sedyama@ufv.br
rcdelgado@hotmail.com
lima_evaldo@yahoo.com.br
sadmenezes@yahoo.com.br

Abstract. The techniques of remote sensing have been applied extensively for obtaining the information regarding the management of the natural resources. The SEBAL is an algorithm that has as advantage the capability to estimate the energy fluxes from the soil surface in an effective and economical way. This work was carried out to estimate the radiation balance and the soil heat flux in regional scale by means of the SEBAL algorithm (Surface Energy Balance Algorithm for Land) and Landsat 5 images TM. The estimates of the radiation balance (Rn) and soil heat flux (G) for the 06/07/2003 presented average values in the scene of 548.57 Wm⁻² and 47.48 Wm⁻², respectively.

Palavras-chave: remote sensing, radiation balance, soil heat flux, sensoriamento remoto, balanço de radiação, fluxo de calor no solo.

1. Introdução

A energia utilizada nos processos de aquecimento e resfriamento do ar e do solo, na transferência de vapor d'água da superfície para a atmosfera, e no metabolismo das plantas e dos animais, é proveniente da radiação solar. Silva et al. (2005) relata que o saldo de radiação é uma informação de suma importância, visto que, é a variável básica na estimativa da evapotranspiração (ET) e no cálculo do balanço hídrico, que são essenciais para a utilização racional dos recursos hídricos.

Recentemente, as técnicas de sensoriamento remoto têm sido utilizadas no cálculo dos fluxos de energia que ocorrem na interface solo-vegetação-atmosfera com a aplicação de algoritmos que possibilitam a obtenção de informações indispensáveis no manejo, gerenciamento e gestão dos recursos hídricos. Um desses algoritmos é o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) que foi formulado por Bastiaanssen et al. (1998), e que utiliza poucos dados de superfície. Deste modo, este trabalho objetivou determinar o saldo de radiação e o fluxo de calor no solo na região que abrange o município de Juiz de Fora, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, utilizando o algoritmo SEBAL e imagem do sensor TM (Mapeador Temático) do Landsat 5.

2. Material e Métodos

A Figura 1a mostra a imagem do Landsat 5 – TM, na composição RGB, do dia 06/07/2003 na região do município de Juiz de Fora, MG e a Figura 1b apresenta o fluxograma

¹ Projeto financiado pela Fapemig

para a estimativa do saldo de radiação (R_n). No SEBAL (Bastiaanssen et al., 1998) o R_n é calculado através da reflectância e emitância da radiação, variável espacialmente. O R_n 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.

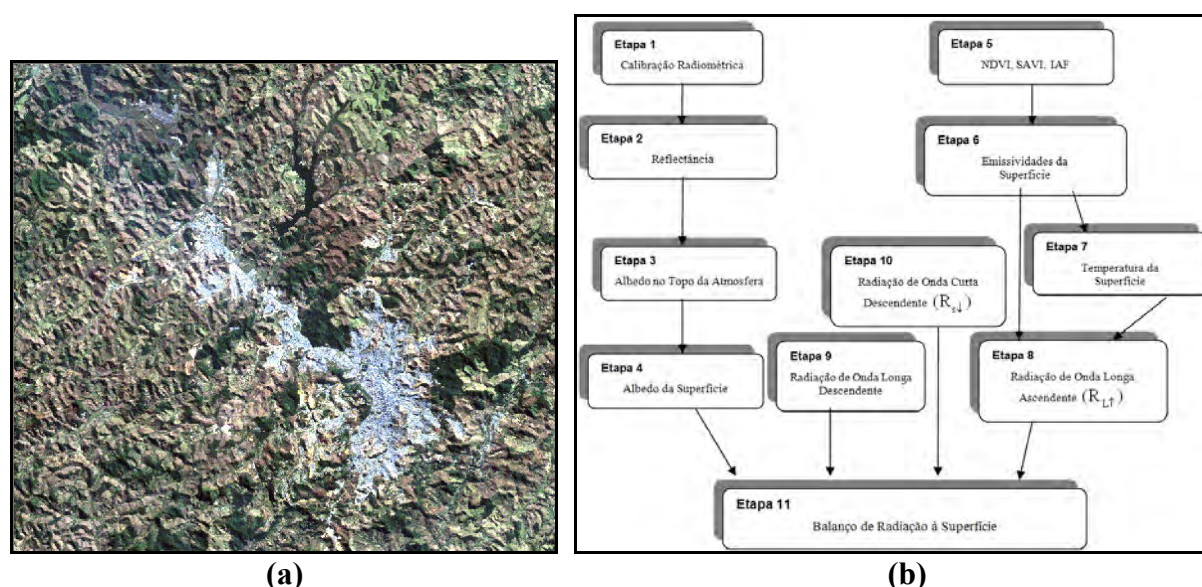


Figura 1 – (a) imagem do sensor TM do Landsat 5 do dia 06/07/2003 na composição das bandas 3, 2, 1 (RGB) na região do município de Juiz de Fora, MG, (b) fluxograma do saldo de radiação. Fonte: Allen et al. (2002).

O fluxo de calor no solo, pixel a pixel, foi calculado pela equação:

$$G = \left[\frac{T_s}{\alpha} (0,0038\alpha + 0,0074\alpha^2) (1 - 0,98\text{NDVI}^4) \right] R_n$$

Em que, G é o fluxo de calor no solo (Wm^{-2}), T_s é a temperatura da superfície ($^{\circ}\text{C}$), α é o albedo corrigido (adimensional), NDVI é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, R_n é o saldo de radiação (Wm^{-2}) estimado para cada pixel da imagem, de acordo com a formulação proposta por Bastiaanssen et al. (1998).

3. Resultados e Discussão

O saldo de radiação (R_n) e o fluxo de calor no solo (G) para o dia 06/07/2003 na região do município de Juiz de Fora, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, estão apresentados nas Figuras 2a e 2b, respectivamente. Na Figura 2a observa-se que as tonalidades em cinza e ciano correspondem aos valores de R_n mais baixos entre 448,40 e 531,54 W/m^2 e se localizam em áreas de superfície d'água. Valores altos de R_n correspondem às tonalidades em magenta e vermelho oscilando entre 599,93 e 790,33 W/m^2 , estes valores máximos situam-se em áreas vegetadas. As demais tonalidades representam os valores intermediários do espectro, sendo que, o R_n médio foi de 548,57 W/m^2 . Silva et al. (2005) encontraram valores médios de 615,00 W/m^2 e 583,90 W/m^2 , 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. Já na Figura 2b verifica-se que G variou de $22,66 \text{ Wm}^{-2}$ a $205,51 \text{ Wm}^{-2}$, sendo que, a tonalidade em cinza representa a classe com valores mínimos da cena ($22,66$ a $37,00 \text{ Wm}^{-2}$). As tonalidades em magenta e vermelho se encontram basicamente na área urbanizada de Juiz de Fora e representa as classes de valores mais altos de G . Além disso, a classe de tonalidade azul se encontra em grande parte em áreas de superfície d'água, com valores de G oscilando entre $113,02$ a $158,90 \text{ Wm}^{-2}$. O valor médio de G foi de $47,48 \text{ Wm}^{-2}$.

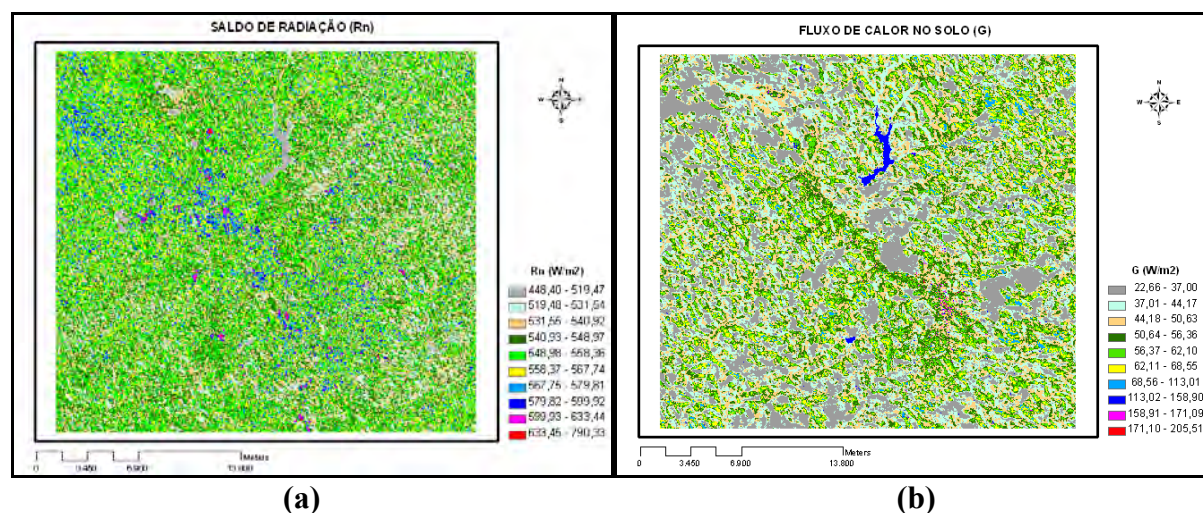


Figura 2 – (a) saldo de radiação, (b) fluxo de calor no solo para o dia 06/07/2003.

Silva e Bezerra (2006) encontraram para o Perímetro irrigado Senador Nilo Coelho valor médio de G da ordem de $94,5 \text{ Wm}^{-2}$ e valores mínimos e máximos de $29,7$ e $222,1 \text{ Wm}^{-2}$, respectivamente, para cena de 04/12/2000. Entretanto, para cena de 04/10/2001 encontraram valor médio de G da ordem de $112,3 \text{ Wm}^{-2}$ e valores mínimos e máximos de $54,5 \text{ Wm}^{-2}$ e $224,1 \text{ Wm}^{-2}$, respectivamente.

4. Conclusões

As estimativas do saldo de radiação e do fluxo de calor no solo por meio do algoritmo SEBAL para a região que abrange o município de Juiz de Fora, MG, do dia 06/07/2003 apresentaram valores médios na cena de $548,57 \text{ Wm}^{-2}$ e $47,48 \text{ Wm}^{-2}$, respectivamente.

5. Referências Bibliográficas

- Allen, R.G.; Tasumi, M.; Trezza, R.; Waters, R.; Bastiaassen, W. **Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) – Advanced training and Users Manual**, Idaho, 2002, 98 p.
- Bastiaanssen, W. G. M.; Menenti, M.; Feddes, R. A.; Holtslag, A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, v. 212-213, p. 198-212, 1998.
- Silva, B. B. da.; Bezerra, M. V. C. Determinação dos fluxos de calor sensível e latente na superfície utilizando imagens TM – Landsat 5. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 14, n. 2, p. 174-186, 2006.
- Silva, B. B. da.; Lopes, G. M.; Azevedo, P. V. de. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, p. 243-252, 2005.