



II Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Simpósio Brasileiro sobre o uso
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

ESTIMATIVA DO BALANÇO DE ENERGIA PARA CULTURA DA BANANEIRA IRRIGADA UTILIZANDO O ALGORITMO SEBAL APLICADO A IMAGENS LANDSAT-TM 5

**Rafael da Costa Ferreira¹; Valéria Peixoto Borges²;
Aureo Silva de Oliveira³; Bergson Guedes Bezerra²**

¹ Estudante de Pós-graduação (Mestrado) em Meteorologia, UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882, 58.109-970, Bodocongó, Campina Grande-PB.

² Estudante de Pós-graduação (Doutorado) em Meteorologia, UFCG.

³ Professor, PhD. Núcleo de Água e Solo, UFRB.

⁴ Estudante de Pós-graduação (Doutorado) em Meteorologia, UFCG.

RESUMO: Este trabalho teve o intuito de estimar o balanço de energia de uma área de bananeira irrigada no Distrito Irrigado de Formoso, no oeste da Bahia, através de técnicas de sensoriamento remoto. Foram utilizadas duas imagens Landsat – TM 5 referentes os dias 25 de março de 2007 e 15 de julho de 2007. Foram determinados o albedo da superfície, o NDVI e computados o saldo de radiação, os fluxos de calor latente, sensível e no solo. O R_n variou de 454 a 755 $W.m^{-2}$ no dia 25/03/07 e de 400 a 550 $W.m^{-2}$ no dia 15/07/07. Resultados coerentes quando comparados na literatura. Os resultados mostraram a capacidade do SEBAL para estimativa do balanço de energia.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, Saldo de Radiação, Banana.

ESTIMATES OF THE BALANCE OF POWER FOR CULTURE OF TUSO IRRIGADA USING THE ALGORITHM SEBAL APPLIED TO IMAGES TM – LANDSAT – TM 5

ABSTRACT: This work was the purpose of estimate the energy balance from irrigated banana area in the Formoso Irrigated District, in the west of Bahia state, through remote sensing techniques. We used two Landsat – TM 5 images concerning the days on March 25, 2007 and July 15, 2007. Were determined from the surface albedo, the NDVI and computed the net radiation and latent, sensible and soil heat fluxes. The

Rn ranged from 454 to 755 W m^{-2} on 25/03/07 and 400 at 550 W m^{-2} on 15/07/07. Results compared consistent in the literature. The results showed the ability of SEBAL estimate for the balance of energy.

Key-words: Remote sensing, Net Radiation, Banana.

INTRODUÇÃO:

O balanço de radiação na superfície da terra é de grande importância na determinação das perdas de água e no acúmulo de matéria seca pelos vegetais. A energia disponível para os processos de aquecimento do ar, aquecimento do solo, fotossíntese e evaporação da água advém do saldo das trocas radiativas de onda curta e onda longa em um determinado intervalo de tempo. O saldo de radiação é um dos elementos mais relevantes na estimativa da evapotranspiração, utilizado no cálculo da evapotranspiração de referência (Allen et al., 1998). O computo das entradas e retiradas de água do solo é imprescindível para o gerenciamento dos recursos hídricos, e concomitantemente, melhoria da eficiência no uso da água.

A partir de dados espectrais gerados por sensoriamento remoto, pode-se determinar diretamente o balanço de radiação, visto que essas medidas incorporam fatores como propriedades espectrais das folhas e arquitetura da cultura, que influenciam na interceptação da radiação (Inoue e Moran, 1997). O SEBAL (Bastiaanssen et al., 1998) é um algoritmo desenvolvido para estimar o balanço de radiação e energia da superfície, por meio de imagens multiespectrais de satélite, utilizando poucos dados de superfície. Pesquisas foram realizadas em vários países, mostrando a consistência e a validade dos dados gerados pelo SEBAL, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos nos EUA (Morse et al., 2001), na Turquia (Bastiaanssen, 2000) e no Brasil (Silva et al, 2005, Bezerra, 2006).

Assim, o objetivo deste trabalho é a obtenção do balanço de energia para a cultura da bananeira irrigada no Distrito Irrigado Formoso - Bahia através do algoritmo SEBAL aplicado a imagens Landsat – TM 5.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área e Cultura Estudadas: O estudo foi realizado sobre um pomar de banana localizado no Projeto de Irrigação Formoso, em Bom Jesus da Lapa- BA ($13^{\circ}15'18''$ S, $43^{\circ}25'05''$ W, 436 m a.n.m). Foram utilizadas 2 imagens Landsat – TM 5, dos dias 25/03/07 e 15/07/07. As datas selecionadas contemplam o fim da estação chuvosa e a estação seca, respectivamente.

Método: O fluxo de calor latente foi calculado como resíduo da equação do balanço de energia.

$$LE = Rn - G - H \quad (\text{W m}^{-2}) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: Rn = saldo de radiação (W m^{-2}); G = fluxo de calor no solo (W m^{-2}) e H = fluxo de calor sensível (W m^{-2}), calculados para o instante da passagem do satélite.

$$Rn = (1 - \alpha) \cdot R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1 - \epsilon_0) \cdot R_{L\downarrow} \quad (\text{W m}^{-2}) \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que: α = albedo da superfície; $R_{L\uparrow}$ = radiação de onda longa emitida pela superfície; ε_0 = emissividade da superfície; $R_{s\downarrow}$ = radiação global incidente, estimada com base na constante solar, no ângulo de incidência solar e na transmissividade atmosférica e $R_{L\uparrow}$ é a radiação de onda longa incidente, estimada pela equação de Stefan-Boltzman com base na temperatura do ar no instante da passagem do satélite (ver Kimura et al., 2007, para detalhes).

Em seguida foi calculado o fluxo de calor no solo, de acordo com a relação empírica (Equação 6) proposta por Allen et al. (2002).

$$G = \left[T_s / \alpha (0,0038 \cdot \alpha + 0,0074 \cdot \alpha^2) \cdot (1 - 0,98 \cdot NDVI^4) \right] \cdot R_n \quad (\text{W m}^{-2}) \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde: T_s = temperatura da superfície ($^{\circ}\text{C}$) e $NDVI$ = índice de vegetação por diferença normalizada.

O fluxo de calor sensível foi computado a partir da velocidade do vento e da temperatura da superfície usando uma única calibração interna da diferença de temperatura (dT), através de um processo iterativo baseado na condição de estabilidade neutra da atmosfera, como descreve Bastiaanssen et al. (1998) e Allen et al (2002):

$$H = \frac{\rho_{ar} \cdot c_p \cdot dT}{r_{ah}} \quad (\text{W m}^{-2}) \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que: ρ_{ar} = densidade do ar (Kg m^{-3}), c_p = calor específico do ar a pressão constante ($\text{J Kg}^{-1} \text{K}^{-1}$), r_{ah} = resistência aerodinâmica ao transporte de calor (s m^{-1}), dT = diferença entre as temperaturas da superfície e do ar próximo a superfície.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem selecionada revela uma porção do Distrito Irrigado de Formoso ocupado pela produção agrícola da cultura da bananeira irrigada em diferentes fases de desenvolvimento, mostrado na figura abaixo (Figura 1) em uma composição RGB formada pelas canais 4, 3 e 2 do Landsat TM – 5.

O perímetro irrigado é identificado na Figura 1 pela área de coloração vermelha. As diferentes tonalidades de verde figuram áreas de vegetação nativa e as de coloração azul claro (cyan) revelam áreas de solo exposto. O pivô central que aparece na imagem representa uma área de cultivo de uma cultura irrigada, não objeto deste estudo.

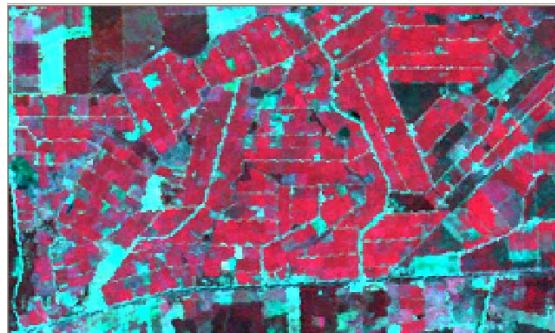


Figura 1: Área em estudo na composição RGB Landsat TM – 5

Os fluxos médios de calor latente, sensível, no solo e o saldo de radiação para área ocupada pela cultura da Banana irrigada são apresentados na Tabela 1. O albedo pouco variou em relação à média entre os períodos, apresentando-se próximo a 15% na área estudada. As áreas de solo exposto apresentaram um albedo superior a 18%. As áreas de vegetação nativa apresentaram valores entre 0,11% e 0,13%. Para a cultura irrigada o albedo apresentou-se em torno da média para os dois períodos. Resultados esperados por se tratar de uma cultura já estabelecida, em fase de produção.

O índice de vegetação (NDVI), apresentou valores médios de 0,667 e 0,547 para a área nos dias 25/03 e 15/07 respectivamente. Para a cultura irrigada o NDVI (Tabela 1) apresentou-se em torno de 0,705 para o primeiro período e de 0,650 para o segundo, verificando-se uma pequena redução (Tabela 1)

Os valores da temperatura da superfície giraram em torno 26 °C para ambos os períodos. Para a cultura irrigada os valores se apresentaram ligeiramente inferior a média da área, com médias de 25 e 24 °C para os dias 25/03 e 15/07 respectivamente.

O saldo de radiação (Rn) variou de 454 a 755 W.m⁻² no dia 25/03/07. Já no dia 15/07/07 os valores variaram de 400 a 550 W.m⁻². Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al (2007), também sobre a cultura da bananeira na região do Baixo Jaguaribe – Ceará. A cultura irrigada apresentou valores médios de 649 W.m⁻² para o fim do período chuvoso (25/03/07) e de 496 W.m⁻² para o período seco (15/07/07). Essa redução pode ser justificada pela maior incidência de radiação no primeiro período, próximo ao equinócio, quando comparado ao segundo, próximo ao solstício de inverno no hemisfério sul.

Tabela 1: Variação do albedo, fluxo de calor latente (LE) e sensível(H), fluxo de calor no solo (G) e saldo de radiação (Rn).

COLETA DAS IMAGENS	ALBEDO	NDVI	LE	H	G	Rn
25/3/07	14,9	0,705	502	89,5	58,1	649,6
15/7/07	14,8	0,650	421	28,7	46,2	495,9

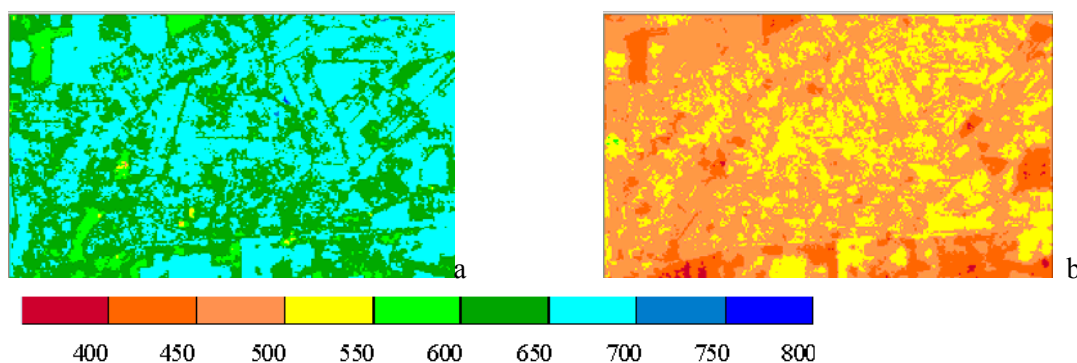


Figura 3: Imagens do Saldo de radiação, para os dias 25 de mar (a) e 15 de jul (b).

CONCLUSÕES

O R_n variou de 454 a 755 $W.m^{-2}$ no dia 25/03/07 e de 400 a 550 $W.m^{-2}$ no dia 15/07/07. Resultados coerentes quando comparados na literatura.

Verifica-se a capacidade do SEBAL na estimativa do balanço de energia, evidenciando que o mesmo pode ser aplicado a grandes áreas, utilizando imagens de baixa resolução, sendo necessários apenas dados sobre a temperatura da superfície para sua aplicação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome-Italy, 1998.
- ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. .SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0, 2002.
- AZEVEDO, P. V.; SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Water Requirements of the Pineapple Crop Grown in Tropical Environments, Brazil. Agriculture Water Management, Amsterdam, v. 88, n.22, p.201-208, 2007.
- BASTIAANSSEN, W. G. M.; PELGRUM, H.; WANG, J.; MA, Y.; MORENO, J. F. ROENRINK, G. J. VAN DER WAL, T. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 2. Validacion. Journal of Hydrology, v. 212–213, p.213-229. 1998.
- BASTIAANSSEN, W. G. M. SEBAL Based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. Journal of Hydrology, Amsterdam, v. 29, p.87-100, 2000.
- BEZERRA, B. G. Balanço de energia e evapotranspiração em áreas com diferentes tipos de cobertura de solo no Cariri Cearense através do algoritmo SEBAL. Campina Grande: UFCG, 2006. 127p. Dissertação Mestrado.
- INOUE, Y., MORAN, M. A simplified method for remote sensing of daily canopy transpiration - a case study with direct measurements of canopy transpiration in soybean canopies. International Journal of Remote Sensing, London, v.18, n., p.139–152, 1997.
- MORSE, A., ALLEN, R. G., TASUMI, M., KRAMBER, W. J., Trezza, R.; Wright, J. Application of the SEBAL methodology for estimating evapotranspiration and consumptive use of water through remote sensing. Final Report. Idaho: Idaho Department of Water Resources – University of Idaho, 2001. 142p.
- SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5-TM. Revista Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro, v.20, n.2, p. 243-252, 2005.
- SANTOS, C. A. C. ; BEZERRA, B. G. ; SILVA, B. B. ; SILVA, S. T. A. . Estimativa da evapotranspiração diária utilizando técnicas de sensoriamento remoto orbital. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007, Aracaju - SE. XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007
- TASUMI, M.; TREZZA, R.; ALLEN, R. A.; WRIGHT, J. L. Operational aspects of satellite-based energy balance models for irrigated crops in the semi-arid U.S. Irrigation and Drainage Systems. V. 19, p. 355-376, 2005.