

SAZONALIDADE DO SALDO DE RADIAÇÃO EM ÁREAS IRRIGADAS DE JUAZEIRO/ BA COM IMAGENS LANDSAT 5-TM

J. M. BEZERRA¹; G. B. A. MOURA²; T. O. SANTOS³; R. S. VASCONCELOS⁴; M. L. PEREIRA NETO³.

1 Engenheiro Agrícola & Ambiental pela UFRSA, Mestrando em Engenharia Agrícola na UFRPE, DTR. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos. Recife – PE. CEP 52171-900. Fone: (81)9767-5643. E-mail:

joel_medeiros@oi.com.br;

2 Professor Adjunto do Departamento Agronomia - DEPA, UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos. Recife – PE. CEP 52171-900. geber@depa.ufrpe.br;

3 Engenheiro Agrônomo pela UFRPE, Mestrando em Engenharia Agrícola na UFRPE, DTR. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos. Recife – PE. CEP 52171-900. Fone: (81)9767-5643. E-mail:

taciolisantos@yahoo.com.br, moacirn@gmail.com.

4 Mestre em Engenharia Agrícola na UFC, Doutoranda em Engenharia Agrícola na UFRPE, DTR. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos. Recife – PE. CEP 52171-900. E-mail: rochelly17@hotmail.com;

RESUMO: Para investigar alterações no saldo de radiação, em decorrência do regime pluviométrico no semiárido baiano, visando subsidiar possíveis déficits hídricos para as áreas irrigadas, desenvolveu-se um estudo entorno do perímetro irrigado de Juazeiro-Ba, empregando-se sensoriamento remoto. Foram utilizadas três imagens Landsat 5TM, datadas de 24-09-2009, 27-11-2009 e 10-06-2011, sendo as variáveis estimadas pelo emprego do algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithms for Land*). Os resultados mostraram que as variáveis investigadas apresentaram alterações ao decorrer do período, sendo os maiores valores de saldo registrados na estação seca. A estação chuvosa exerceu também influência sobre o saldo de radiação, confirmando o efeito da estação climática na modificação do balanço de energia sobre a área. A técnica de sensoriamento empregada capturou de forma nítida a variabilidade temporal e espacial de Rn, cujos valores encontrados são compatíveis com os reportados na literatura.

PALAVRAS-CHAVE: SEBAL, planejamento, áreas irrigadas.

SEASONAL NET RADIATION IN IRRIGATED AREAS IN JUAZEIRO / BA WITH IMAGES LANDSAT-5 TM

ABSTRACT: To investigate changes in net radiation due to rainfall in semi-arid region of Bahia, to support potential water deficit for irrigated areas, developed a study around the irrigated perimeter of Juazeiro-Ba, using remote sensing. We used three Landsat 5TM, dated de 24-09-2009, 11/27/2009 and 06/10/2011, and the variables assessed by the use of the algorithm SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithms for Land*). The results showed that the variables investigated showed changes over the period, with the highest balance recorded in the dry season. The rainy season has also exercised influence over the net radiation, confirming the effect of the weather station in the modification of the energy balance of the area. The sensing technique used to clearly captured the temporal and spatial variability of Rn, whose values found are consistent with those reported in the literature.

Keywords: SEBAL, remote sensing, irrigated areas.

Introdução

O sensoriamento remoto tem assumido um papel importante no monitoramento e na estimativa dos diversos fenômenos meteorológicos e ambientais, servindo de suporte para monitoramento das mudanças climáticas e possibilitando a tomada de decisão para preservação ambiental (MOREIRA, 2003). Nesse contexto, pesquisadores como Bastiaanssen (2000), ALLEN (2002) e GOMES et al. (2009) vêm empregando técnicas de sensoriamento remoto no processo de gestão e de preservação dos recursos naturais.

A energia disponível à superfície para os processos de aquecimento do ar e do solo, fotossíntese e evaporação da água advém do saldo das trocas radiativas de onda curta e de onda longa. A disponibilidade de radiação solar global, e, por conseguinte, do saldo de radiação, tem aplicações em vários campos de estudo, a exemplo nas atividades agropecuárias, na hidrologia e na produtividade primária de comunidades vegetais. No manejo da água de irrigação, o saldo de radiação à superfície é um dos elementos mais relevantes no cálculo da demanda hídrica das culturas (Allen et al., 2001).

A determinação do saldo de radiação pode ser feita medindo-se ou estimando-se os componentes de onda curta e onda longa da radiação. As trocas radiativas à superfície e, por consequência, a magnitude do saldo de radiação, dependem da inclinação dos raios solares bem como das propriedades espectrais da superfície que, por sua vez, dependem do tipo de vegetação e do grau de cobertura e do tipo de solo (Campbell & Diak, 2005).

O saldo de radiação é uma variável na estimativa da evapotranspiração (ET) e no cálculo do balanço hídrico essenciais para o correto manejo dos recursos hídricos (Silva et al., 2005).

O uso do sensoriamento remoto tem-se destacado como uma das alternativas para estimativa de fluxos radiativos e não-radiativos à superfície (Bastiaanssen, 2000; Bisht et al., 2005). Uma de suas maiores vantagens é permitir a determinação de forma direta, de parâmetros biofísicos e componentes dos balanços de radiação e de energia, sem a necessidade de conhecimento a priori do solo, cultura, e condições de manejo (Bastiaanssen et al., 2002).

Tomando-se por base o emprego crescente do sensoriamento remoto nos recursos naturais, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de investigar a variação temporal do saldo de radiação sobre áreas irrigadas situadas no Juazeiro/BA, decorrente da sazonalidade climática,

com base em imagens do Mapeador Temático do Landsat 5, utilizando-se do algoritmo SEBAL e alguns dados complementares de superfície.

Material e Métodos

A área de estudo do perímetro irrigado de Juazeiro – Bahia, localiza-se conforme Figura 1.

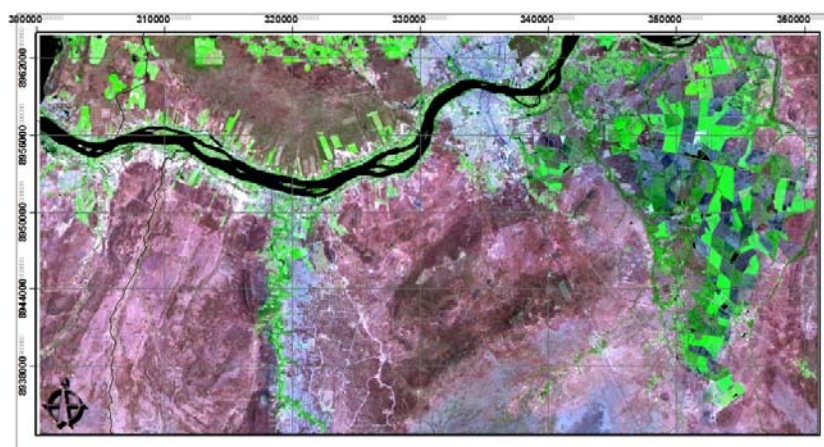


Figura 1 – Recorte da imagem da área em estudo em 11/06/11, obtida pelo sensor TM - Landsat 5, com combinações das bandas espectrais 5, 4, 3/RBGem composição falsa cor, realçando as vegetações nativas e de área irrigada e trecho do Rio São Francisco.

O tipo climático, segundo Köppen é BSw^h (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia-SEI, 1998), caracterizado por quente de caatinga, com chuvas de verão e período seco bem definido no inverno, e ausência de excedente hídrico. A precipitação é o elemento meteorológico de maior variabilidade espacial e temporal no semiárido, a Figura 2 apresenta distribuição temporal, para as adjacências da área de estudo.

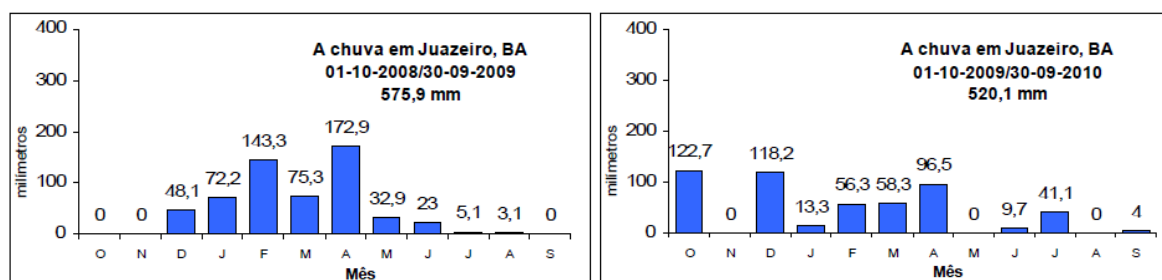


Figura 2 – Histogramas de precipitação pluvial, dados segundo Embrapa, Estação Meteorológica de Mandacaru, Juazeiro, BA. Fonte: Circular Nº 24 (de 12-12-2010).

Foram utilizados 03 imagens do Mapeador Temático do Satélite Landsat 5, adquiridas no catalogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. As passagens do Landsat 5–TM sobre a área estudada ocorreram às 09h38min (tempo solar) nos dias 24 de

setembro de 2009 (DJ = 267), 27 de novembro de 2009 (DJ = 331) e 11 de junho de 2011 (DJ = 161), na órbita 217 e ponto 67. A primeira sendo representativa da estação seca, a segunda, abrangendo o início da estação chuvosa, e a terceira contemplando o final da estação chuvosa. Desta forma avaliando as mudanças que podem ocorrer nas variáveis biofísicas em decorrência da estação seca ou chuvosa.

Para realização de operações matemáticas intra e inter bandas, fez-se necessário a utilização de um software apropriado, sendo utilizados sistemas de informações geográficas (SIG), o *ERDAS Imagine 9.1* e o *ArcGis 9.3*.

O saldo de radiação à superfície (R_n), por unidade de área e de tempo, foi determinado pela Equação 1, após contabilização de todos os fluxos radiativos de onda curta e de onda longa:

$$R_n = R_{SL} - \alpha R_{SL} + R_{Ll} - R_{Lt} - (1 - \epsilon_o) R_{Ll} \quad (1)$$

em que: R_{SL} - radiação de onda curta incidente, α - albedo corrigido do pixel, R_{Ll} - radiação de onda longa emitida pela atmosfera, R_{Lt} - radiação de onda longa emitida pelo pixel, e ϵ_o - emissividade do pixel.

Todas as etapas de solução do algoritmo para determinação de R_n basearam-se em procedimentos apresentados por Allen et al. (2002). A primeira etapa do processamento digital das imagens consistiu na geração de cartas de radiância e reflectância, estando disponíveis informações adicionais sobre os coeficientes de calibração do sensor *TM-L5*, em Chander & Markham (2003), subsidiando a elaboração das cartas temáticas das seguintes variáveis biofísicas, albedo α , NDVI, IAF, SAVI e temperatura da superfície (T_s).

Na segunda etapa, procederam-se aos cálculos dos fluxos de radiação de onda curta e de onda longa incidentes, e a geração da carta de onda longa emitida pela superfície. Por fim, o saldo de radiação à superfície foi determinado pixel a pixel, segundo a Equação 1.

Resultados e Discussão

Com base nas imagens LANDSAT TM-5, foi possível avaliar as mudanças que ocorreram no saldo de radiação, em decorrência da estação seca ou chuvosa, além da influência da aplicação da irrigação as culturas com fins de exploração agrícola.

O saldo de radiação (R_n) apresentou alta variação entre os períodos avaliados (Figura 3). O maior saldo de radiação foi registrado para as condições climáticas do dia 27-11-2009 (Figura

3C), variando de 380 a 804 Wm^{-2} , por razão de ser nessa cena onde se verifica a ocorrência de menor albedo e de elevada capacidade de armazenar energia, devido ao alto calor específico da água, enquanto para a imagem de 24-09-2009 (Figura 3A), a variação foi de 308 a 742 Wm^{-2} , para a imagem de 11-06-2011 (Figura 3B), a variação ocorreu entre 256 a 580 Wm^{-2} . Observa-se que os maiores saldos de radiação em todos os períodos avaliados foram registrados sobre os mesmos pixels, que correspondem às áreas do corpo hídrico.

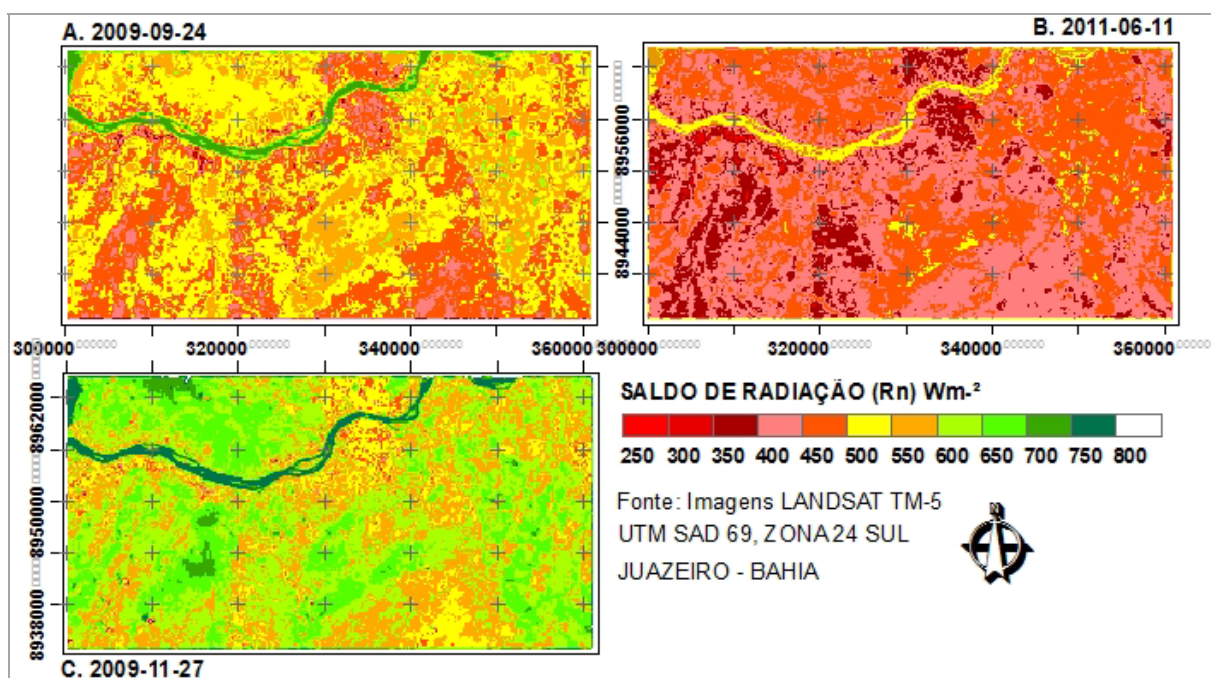


Figura 3 – Variação espacial e temporal da radiação líquida, R_n (W m^{-2}) para os dias 24/09/09, 11/06/11 e 27/09/09.

Os maiores valores do saldo de radiação para imagens de 11-06-2011 ocorreram, principalmente, devido à menor quantidade de vapor d'água e ao período de aquisição da imagem, o que permite maior incidência radiativa, expressa pela maior radiação de ondas curtas incidentes. Constatou-se influência marcante do período de imageamento sobre o saldo de radiação, sendo esse diretamente correlacionado à estação do ano que influencia diretamente na radiação solar global e nas condições de vegetação.

Pode-se concluir preliminarmente que o aumento no albedo diminui o saldo de radiação de onda curta e que o aumento da T_s faz diminuir o saldo de radiação – R_n . O aumento de T_s não pode ser explicado apenas pelo aumento do albedo, vez que reduziria o saldo de onda curta, mas haveria que se avaliar o comportamento dos fluxos de calor sensível e de calor latente para explicar mais consistentemente o aumento da T_s .

Conclusões

Ocorreu diferença dos parâmetros biofísicos para o computo do saldo de radiação, em resposta a variações climáticas para o período avaliado. Para o R_n , confirmou-se que foi na estação seca (27-11-2009) que apresentou maiores valores; sendo, o saldo de radiação expressivamente influenciado pelo regime pluviométrico. Portanto, a técnica de sensoriamento empregada capturou de maneira evidente, a variabilidade temporal e espacial dos parâmetros biofísicos, bem como a variabilidade da radiação líquida (R_n) nas áreas cultivadas e áreas adjacentes.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, R.; BASTIAANSEN, W.; WATERS, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. **Surface energy balance algorithm for land (SEBAL), Idaho implementation - Advanced training and users manual, version 1.0**, 2002. 97p.
- ALLEN, R. G.; BASTIAANSEN, W.; TASUMI, M.; MORSE, A., Evapotranspiration on the watershed scale using the SEBAL model and Landsat images. Proc., 2001 ASAE Annual Int. Meeting, ASAE, St. Joseph, Mich., Artigo N°. 01-2224.
- BASTIAANSEN, W. G. M. SEBAL - **Based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey**. Journal of Hydrology, v.229, p.87-100, 2000.
- BISHT, G.; VENTURINI, V.; ISLAM, S.; JIANG, L. Estimation of net radiation using MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) data for clear sky days. Remote Sensing of Environment, Amsterdam, v.97, n.1, p.52-67, 2005.
- Circular N° 24 (de 12-12-2010). Previsão de “El Niño / La Niña” para o Semi-Árido Brasileiro. Disponível em: <<http://www.irpaa.org/publicacoes/cartas-el-nino/carta-la-nina-24.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2011.
- CAMPBELL, G.S.; DIAK, G.R. Net and thermal radiation estimation and measurement. In: VINEY, M.K. Micrometeorology in agricultural systems. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science of America, 2005. 584p. (Agronomy monograph, 47).
- CHANDER, G.; MARKHAM, B. **Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges**. IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING. v. 41, n. 11, p.2674-2677, 2003.
- GOMES, H. F.; SILVA, B. B.; CAVALCANTI, E. P.; ROCHA, H. R. **Balanco de radiação em diferentes biomas no estado de São Paulo mediante imagens Landsat 5**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 28, n. 2, p. 153-164, 2009.
- MOREIRA, M.A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 2.ed. Viçosa - MG: UFV, 2003. 307 p.
- SILVA, B.B.; LOPES, G.M.; AZEVEDO, P.V. 2005. Balanco de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. Revista Brasileira de Meteorologia, vol. 20, no. 2, pp. 243-252.