

# ESTIMATIVA DO SALDO DE RADIAÇÃO EM CULTURAS IRRIGADAS COM TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

CARLOS A. C. DOS SANTOS<sup>1</sup>, BERGSON G. BEZERRA<sup>1</sup>, BERNARDO B. SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno Doutorado em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas - UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande-PB, fone: (83) 33101054, email: [carlostorm@gmail.com](mailto:carlostorm@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor Adjunto IV, UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande-PB.

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

**RESUMO:** O saldo de radiação ( $R_n$ ) é uma quantia chave no cômputo de perdas de água por culturas irrigadas. Dessa forma, a utilização do sensoriamento remoto orbital se mostra útil, pois é capaz de apresentar sua variabilidade espaço-temporal. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta a estimativa do  $R_n$  obtida a partir de imagens Landsat 5-TM e através do SEBAL bem como a sua comparação com medidas de campo numa área de cultivo de bananeiras irrigadas em Quixeré-CE. As estimativas de  $R_n$  com o SEBAL apresentou erros relativos inferiores a 3,5%, evidenciando assim, a acurácia do SEBAL quando aplicado sobre regiões semi-áridas.

**PALAVRAS-CHAVES:** saldo de radiação, SEBAL, banana.

## ESTIMATE OF THE NET RADIATION IN CULTURES IRRIGATED WITH TECHNIQUES OF REMOTE SENSING

**ABSTRACT:** The net radiation ( $R_n$ ) it is a key amount in the computation of losses of water for irrigated cultures. In that way, the use of the orbital remote sensing is shown useful, because it is capable to present your variability spacial-time. In that context, the present work presents the estimate of  $R_n$  obtained from images Landsat 5-TM and through SEBAL as well as your comparison with field measures in an area of cultivation of banana field irrigated in Quixeré-CE. The estimates of  $R_n$  with SEBAL presented losses relative error to 3,5%, evidencing like this, the precision of SEBAL when applied on semi-arid areas.

**KEYWORDS:** net radiation, SEBAL, banana

**INTRODUÇÃO:** A densidade de fluxo de saldo de radiação ( $R_n$ ) é uma variável chave no cômputo da evapotranspiração. Segundo Bisht et al. (2005) o  $R_n$  também é usado em várias aplicações incluindo monitoramento climático, previsão do tempo e meteorologia agrícola.

A técnica de sensoriamento remoto, através de imagens de satélites, é capaz de fazer estimativas de  $R_n$  apresentando a sua variabilidade espaço-temporal. Dessa forma, o algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) (Bastiaanssen, 1995) e/ou METRIC<sup>TM</sup> (Mapping Evapotranspiration at High Resolution and with Internalized Calibration) (Allen et al., 2005) têm se mostrado bastante úteis conforme estudos de Lopes (2003), Di Pace (2004) e Folhes et al. (2006). O SEBAL calcula o  $R_n$  através de onze passos computacionais que envolvem a correção radiométrica, os cálculos do albedo, das emissividades da superfície e termal, da temperatura da superfície, dos índices de vegetação e

da radiação termal emitida, todas pixel a pixel. Ainda são utilizadas estimativas da radiação de ondas curtas incidente, feita com base na constante solar, no ângulo de incidência solar, na distancia média Terra-Sol e na transmissividade atmosférica, e da radiação de onda longa incidente que é feita através da equação de Stefan-Boltzman.

A idéia central desta pesquisa foi estimar o  $R_n$  sobre um pomar de bananeiras irrigadas, utilizando o algoritmo SEBAL, imagens do satélite Landsat 5-TM e dados meteorológicos. Ainda foram comparados os resultados encontrados com medidas obtidas diretamente sobre a cultura estudada.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O estudo foi realizado sobre um pomar de bananeiras irrigadas com área aproximada de 250 ha na Fazenda Frutacor, localizado no município de Quixeré-CE, as margens da rodovia CE 377 que liga a divisa dos estados do Rio Grande de Norte/Ceará a cidade de Limoeiro do Norte-CE (ver **Figura 1**). A cultura é cultivada em parcelas de 250 m x 200 m e irrigada com lâminas diárias de 7,0 mm.



**Figura 1:** Imagem Landsat 5 – TM, na composição cor verdadeira, com destaque para a área experimental na Fazenda Frutacor, Quixeré – CE.

Foram utilizadas duas imagens Landsat 5-TM nos dias 24/10/2005 e 28/01/2006.

O cálculo do  $R_n$  foi feito através do algoritmo SEBAL pela equação seguinte:

$$R_n = (1 - \alpha)R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1 - \varepsilon_0)R_{L\downarrow} \quad (1)$$

onde  $\alpha$  é albedo da superfície,  $R_{L\uparrow}$  é a radiação de onda longa (termal) emitida pela superfície,  $\varepsilon_0$  é a emissividade da superfície, todos obtidos a partir das imagens Landsat 5-TM,  $R_{s\downarrow}$  é a radiação de onda curta incidente e  $R_{L\downarrow}$  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 Allen et al., 2002, Trezza, 2002, para detalhes).

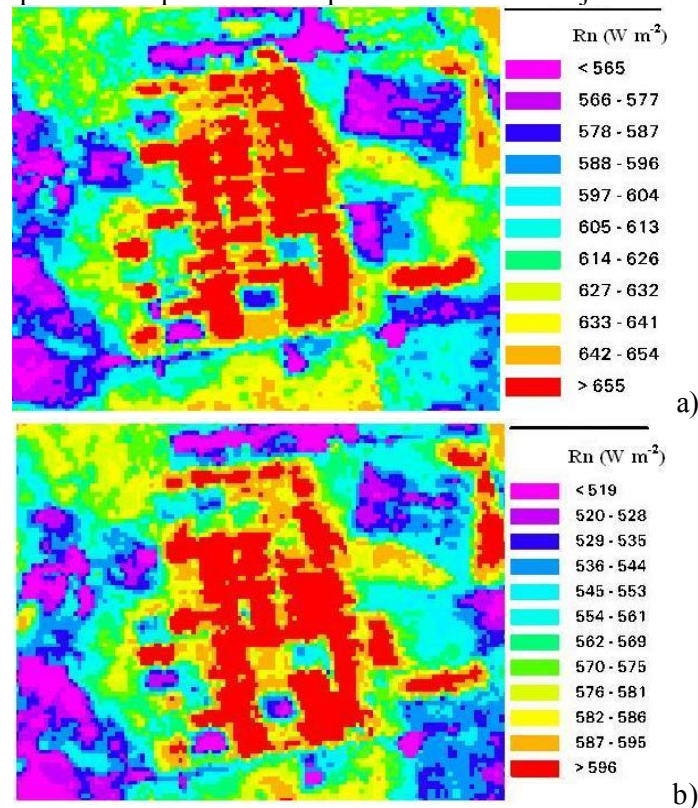
As medidas do  $R_n$ , utilizadas na validação do algoritmo, foram obtidas através de um saldo radiômetro (Net Radiometer CNR1 Kipp & Zonen) (**Figura 2**) instalado a uma altura de 2 m acima do dossel da cultura.



**Figura 2:** Saldo radiômetro instalado sobre o dossel da bananeira na área experimental.

**RESULTADOS:** Pode-se observar da **Figura 3a**, que o Rn sobre a área experimental, no dia 24/10/2005, variou de cerca de  $550 \text{ W m}^{-2}$  a valores iguais ou superiores a  $655 \text{ W m}^{-2}$ . Para o dia 28/01/2006 (**Figura 3b**), o Rn sobre a área experimental variou de cerca de  $530 \text{ W m}^{-2}$  a valores iguais ou superiores aos  $596 \text{ W m}^{-2}$ . Podendo ser identificado nas cenas, locais em que a cultura da banana estava em atividade plena (maiores valores de Rn) e locais onde o solo estava em repouso ou a cultura se apresentava em fase de crescimento (menores valores de Rn).

Observa-se da **Tabela 1**, que a diferença entre o valor medido de Rn e o estimado pelo SEBAL no dia 24/10/2005 foi da ordem de  $20 \text{ W m}^{-2}$ , o que representa um erro relativo inferior a 3,5 %. Já no dia 28/01/2006, a referida diferença foi de apenas  $2,7 \text{ W m}^{-2}$ , apresentando assim, um erro relativo inferior a 1,0 %. O algoritmo SEBAL apresentou boas estimativas no cômputo do Rn para a área experimental e áreas adjacentes.



**Figura 3:** Distribuição espacial do Rn sobre a Fazenda Frutacor e áreas adjacentes em  $\text{W m}^{-2}$  nos dias 24/10/2005 **a)** e 28/01/2006 **b)**

**Tabela 1:** Medidas instantâneas e estimadas do Rn e seus referidos erros.

<b>Dia</b>	<b>Medido</b>	<b>SEBAL</b>	<b>Erro Absoluto</b>	<b>Erro Relativo</b>
24/10/2005	643,4 W m <sup>-2</sup>	664,2 W m <sup>-2</sup>	20,8 W m <sup>-2</sup>	3,2 %
28/01/2006	607,4 W m <sup>-2</sup>	610,1 W m <sup>-2</sup>	2,7 W m <sup>-2</sup>	0,4 %

**CONCLUSÕES:** O algoritmo SEBAL se apresenta como uma ferramenta importante para a obtenção da distribuição espaço-temporal no cômputo do Rn. Evidenciando que o mesmo pode ser aplicado de forma operacional, para grandes áreas, utilizando imagens de baixa resolução. Uma vez que, a única informação de superfície necessária para o cálculo do Rn é a temperatura próximo a superfície, no entanto, estudos têm mostrado que pode ser utilizado a temperatura do pixel frio como uma boa aproximação.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq por financiar o projeto e disponibilizar seus dados preliminares, a UFCG por disponibilizar sua infra-estrutura e a Fazenda Frutacor que gentilmente cedeu suas áreas de cultivos para realização do experimento.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. .SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0, 2002a.

BASTIAANSEN, W. G. M. Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climate. PhD. Dis., CIP Data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, the Netherlands. 272 p., 1995.

BISHT, G.; VENTURINI, V.; ISLAM, S.; JIANG, L. Estimation of the net radiation using MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) data for clear sky days. **Remote Sensing of Environment**. v. 97. p. 56-67. 2005.

DI PACE, F. T. Estimativa do Balanço de Radiação à Superfície Terrestre Utilizando Imagens TM-Landsat 5 e Modelo de Elevação Digital. 120f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

FOLHES, M. T., RENNÓ, C. D., SOARES, J. V., SILVA, B. B. Comparing net surface radiation estimation from remote sensing to field data. In: **III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Anais...** Aracaju-SE, 25 a 27 de outubro de 2006.

LOPES, G. M. Balanço de Radiação em Áreas Irrigadas Utilizando Imagens Landsat 5 –TM. Dissertação de Mestrado, Campina Grande-PB: DCA/CCT/UFCG, 2003.

TREZZA, R. Evapotranspiration using a satellite-based Surface energy balance with Standardized ground control. 247f. Thesis (Doctor of Philosophy in Biological and Agricultural Engineering). Utah State University. Logan, Utah, 2002.