



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Análise da Variabilidade Espaço-Temporal da Evapotranspiração na Parte Cearense da Chapada do Araripe



Willame Candido de Oliveira¹; Francisco Dirceu Duarte Arraes²; Joaquim Branco de Oliveira³; Kleber Gomes Macêdo⁴; Wesley Lívio Viana Torres⁴; Celianne Dayane Matos de Oliveira⁴

¹ Estudante de Graduação em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Bolsista Auxílio Acadêmico, Laboratório de Geoprocessamento, IFCE, Iguatu - CE, Fone: (88)98813-4681, willamecandidoo@gmail.com

² Doutor, Professor do IF Sertão-PE, Salgueiro - PE – CE

³ Doutor, Prof. , Laboratório de Geoprocessamento, IFCE, Iguatu

⁴ Estudante de Graduação em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Bolsista Auxílio Acadêmico, Laboratório de Geoprocessamento, IFCE, Iguatu - CE

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a evapotranspiração real diária (ET_r) na parte cearense da Chapada do Araripe obtida através de imagens de satélite Landsat 5 - TM. As imagens foram obtidas na Divisão Geração de Imagens (DGI) do imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para a obtenção da evapotranspiração real foi utilizado o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), foi desenvolvido um programa em linguagem Fortran90 para obtenção de dados de cálculos da ET_r. Foram utilizadas seis imagens Landsat 5 - TM com órbita e ponto 217/65 com datas de passagem: 09/08/1998, 28/10/1998, 01/08/2001, 04/10/2001, 23/08/2003, 26/10/2003. As imagens escolhidas tiveram como critério de serem representativas do início do período seco (mês de agosto) e no período de maior demanda evapotranspirométrica (mês de outubro). Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos na estação de Barbalha disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram analisadas as estatísticas descritivas das imagens correspondentes da evapotranspiração. Em que, a estimativa da ET_r variou de 0 a 3,04 mm dia⁻¹ para solos expostos e cidades; a 8,24 mm dia⁻¹ na área de preservação ambiental Chapada do Araripe, com valor médio de 5,87 mm dia⁻¹, 7,24 mm dia⁻¹, 6,79 mm dia⁻¹, 5,68 mm dia⁻¹, 6,27 mm dia⁻¹, 6,65 mm dia⁻¹, nas datas 01/08/2001, 04/10/2001, 28/10/1998, 09/08/1998, 23/08/2003 e 26/10/2003, respectivamente, em toda área estudada. A aplicação do algoritmo SEBAL para mapear a ET_r na chapada do Araripe foi satisfatório.

PALAVRAS-CHAVE: sebal, sensoriamento remoto, semiárido

Analysis of Space-Time Variability of Evapotranspiration in Part Cearense of the Araripe Plateau

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the daily actual evapotranspiration (ET_r) in Ceará part of the Chapada do acquired by Landsat 5 satellite images - TM. The images were taken in the Image Generation Division (DGI) images of the National Institute for Space Research (INPE). To obtain evapotranspiration was used SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) being developed in a program language Fortran90 ETR to obtain data estimates. Six Landsat images were used 5 - TM with orbit and point 217/65 with changeover dates: 08/09/1998, 28/10/1998, 01/08/2001, 04/10/2001, 23/08/2003, 26/10/2003. The images chosen as a criterion had to be representative of the beginning of the dry season (August) and the period of greatest demand evapotranspirométrica (August). The meteorological data were obtained in Barbalha station provided by the National Institute of Meteorology (INMET). The descriptive statistics of the corresponding images evapotranspiration were analyzed. In that, an estimated ET_r ranged from 0 to 3.04 mm day⁻¹ for exposed soils and cities; the 8.24 mm day⁻¹ in the area of environmental preservation Chapada do, with an average of 5.87 mm day⁻¹, 7.24 mm

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

(RAMOS; SANTOS, 1993). A precipitação pluvial média anual é de 1.033 mm, com período chuvoso entre janeiro e maio e seco entre setembro e novembro MONT'ALVERNE (1996).

Para determinação da evapotranspiração diária foi utilizado o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), sendo desenvolvido um programa em linguagem Fortran90 para obtenção de dados dos cálculos da ET, através de imagens geradas pelo sensor instalado a bordo do Landsat 5 – TM obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), órbita e ponto 217/65, com datas de passagem : 09/08/1998, 28/10/1998, 01/08/2001, 04/10/2001, 23/08/2003, 26/10/2003, tendo seu horário de passagem ocorrido em torno das às 09 h e 30 min, horário local, as bandas: 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Dados de altitude foram oriundos da missão SRTM com resolução espacial de 30 metros. . As imagens selecionadas tiveram como critério de serem representativas do início do período seco (mês de agosto) e no período de maior demanda evapotranspirométrica (mês de outubro). Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos na estação de Barbalha disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

De acordo com Nicácio (2008), o conceito de evapotranspiração da cultura diária é relacionado à fração evaporativa, que é uma razão entre o fluxo de calor latente e a diferença entre o saldo de radiação e o fluxo de calor no solo, equação (5). Para maiores detalhes para a obtenção dos componentes do balanço de energia podem ser vistos em Allen et al. (2002)

$$\Gamma = \frac{LE}{R_n - G}$$

em que: Γ é a fração evaporativa no instante da passagem do satélite

Para estimativa da evapotranspiração diária (mm d^{-1}), foi utilizada a equação (6) Bastiaanssen (2000).

$$ET_{\text{diário}} = 86400 \frac{\Gamma \cdot Rn_{\text{diário}}}{\lambda}$$

em que: $ET_{\text{diária}}$ é a evapotranspiração real diária em cada pixel (mm dia^{-1}); $Rn_{\text{diário}}$ é o saldo de radiação integrado em 24 horas; λ é o calor latente de vaporização (J kg^{-1}), calculado pela equação (7):

$$\lambda = [2,501 - 0,00236(T_s - 273,16)]10^6$$

sendo $T_s(\text{K})$ a temperatura de superfície

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estimativa da ET variou de 0,00 a 3,04 mm dia^{-1} para solos expostos e cidades; a 8,24 mm dia^{-1} na área de preservação ambiental Chapada do Araripe (Tabela 1). Santos, et al., (2010) no município de Paraíso do Sul (RS), utilizando imagens ASTER, encontrou valores entre 6,41 e 7,81 mm dia^{-1} já Monteiro (2014), no município de Cruz Alta (RS), encontrou valores inferiores a 3,4 mm dia^{-1} para solos expostos e área urbana; entre 6,4 mm dia^{-1} e 7,4 mm dia^{-1} para áreas com vegetação nativa, utilizando imagens Landsat 5 – TM.

Tabela 1 – Resumo estatístico dos resultados da evapotranspiração estimada pelo SEBAL nos diferentes anos.

Datas	Média (mm dia ⁻¹)	Máximo (mm dia ⁻¹)	Mínimo (mm dia ⁻¹)	Desv. Padrão (mm dia ⁻¹)	Coef. Variação (%)
09/08/1998	5.68	6.40	1.66	0.44	7.72
28/10/1998	6.79	8.09	0.00	1.58	23.30
01/08/2001	5.87	6.56	3.04	0.26	4.45
04/10/2001	7.24	8.24	1.78	0.82	11.40
23/08/2003	6.27	7.30	1.53	0.67	10.73
26/10/2003	6.65	8.00	0.95	1.03	15.42

Os valores mínimos de ET obtidos entre 0,00 mm dia⁻¹ e 3,04 mm dia⁻¹, nas seis imagens estudadas, pode ser explicado pelo fato de que entre agosto e outubro ser considerado um período seco e quente no qual o solo perde grande parte de sua vegetação, isso faz com que não se tenha grandes perdas de água por evaporação e transpiração.

CONCLUSÃO

Foi satisfatório a utilização do algoritmo SEBAL para mapear a evapotranspiração real diária na parte cearense da Chapada do Araripe através de imagens do Landsat – 5 TM. Considerando-se também uma alternativa viável para a análise da variabilidade espacial e temporal da ETr.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G. et al. **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, n. 1-4, p. 198–212, 1998.
- BASTIAANSSEN, W. G. M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of hydrology**, v. 229, n. 1, p. 87-100, 2000.
- BASTIAANSSEN, W. G. M.; NOORDMAN, E. J. M.; PELGRUM, H.; et al. SEBAL Model with Remotely Sensed Data to Improve Water-Resources Management under Actual Field Conditions. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 131, n. 1, p. 85–93, 2005.
- IRMAK, A. Evapotranspiration– Remotesensing and modeling. **Published by InTech**, DOI:10.5772/725, Croatia. Dec., 2011.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

MONT'ALVERNE, A. A. F., PONTE, F., DANTAS, J., LOPES, C., MELO JÚNIOR, A. H., PONTE, J., ... & SILVA, E. D. Projeto avaliação hidrogeológica da bacia sedimentar do Araripe. **Programa Nacional de Estudos dos Distritos Mineiros. Departamento Nacional de Produção Mineral (MONT'ALVERNE), Distritos Regionais Pernambuco e Ceará. Recife, 1996.**

MONTEIRO, P.F.C. ; FONTANA, D. C. ; SANTOS, T. V. ; ROBERTI, D. R. . Estimativa dos componentes do balanço de energia e da evapotranspiração para áreas de cultivo de soja no sul do Brasil utilizando imagens do sensor TM Landsat 5. **Agrometeorologia** Bragantia, 2014.

MU, Q.; ZHAO, M.; RUNNING, S. W. Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n. 8, p. 1781–1800, 2011. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2011.02.019>>. .

NICÁCIO, R. M. Evapotranspiração real e umidade do solo usando dados de sensores orbitais e a metodologia SEBAL na bacia do Rio São Francisco. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. Tese (Doutorado) – Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, T. V. DOS; FONTANA, D. C.; ALVES, R. C. M. Avaliação de fluxos de calor e evapotranspiração pelo modelo SEBAL com uso de dados do sensor ASTER. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 5, p. 488–496, 2010.

SILVA, B. B. DA; BRAGA, A. C.; BRAGA, C. C.; et al. Evapotranspiração e estimativa da água consumida em perímetro irrigado do Semiárido brasileiro por sensoriamento remoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1218–1226, 2012.