

# VARIABILIDADE ESPAÇO TEMPORAL DO EVI E DO FLUXO DE CALOR NO SOLO NO SERTÃO DE PERNAMBUCO COM BASE EM IMAGENS DO MODIS/TERRA

EVERSON B. MARIANO<sup>1</sup>, MADSON T. SILVA<sup>2</sup>,  
VICENTE DE P. R. DA SILVA<sup>3</sup> & ENILSON P. CAVALCANTI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Meteorologista, Mestrando em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil. Fone: (0 xx 83) 3310 1031, eversonmariano@yahoo.com.br,

<sup>2</sup>Meteorologista, Doutorando em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil,

<sup>3</sup>Meteorologista, Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil,

<sup>4</sup>Meteorologista, Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011  
SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi estimar o fluxo de calor no solo em função de uma equação empírica, como também a progressão sazonal de G e o comportamento da vegetação através do EVI para entender como a dinâmica da cobertura da superfície atua sobre o fluxo de calor no solo. O estudo foi realizado no município de Petrolina - PE. Os dados de EVI foram obtidos a partir do produto MOD13Q1 das imagens MODIS/TERRA disponibilizados pelo WIST-NASA, foi utilizado o produto de imagens de 16 dias para o período de agosto a dezembro de 2009. Os resultados demonstraram que o modelo estatístico baseado em dados de EVI são adequados para região. Observou-se os maiores valores de G para o período mais seco e em todo o período de estudo para regiões de solo exposto e próximo as margens do rio São Francisco.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, agrometeorologia, produto MOD13Q1, EVI.

## VARIABILITY OF SPACE TIME AND EVI HEAT FLOW IN SOIL IN PERNAMBUCO BASED IMAGE OF MODIS / TERRA

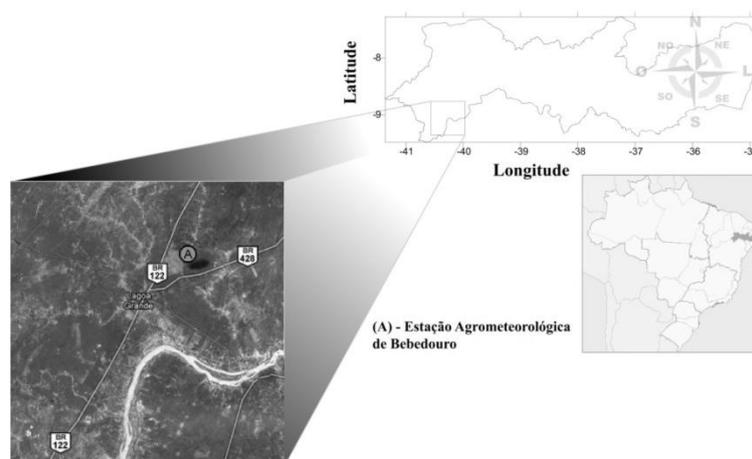
**Abstract:** The aim of this study was to estimate the soil heat flux due to an empirical equation, as well as the seasonal progression of G and the behavior of vegetation by EVI to understand how the dynamics of surface coverage acts on the soil heat flux. The study was conducted in the city of Petrolina - PE. The EVI data were obtained from the product MOD13Q1 of MODIS / TERRA-WIST provided by NASA has used the product images of 16 days for the period August to December 2009. The results demonstrated that the statistical model based on data of EVI are suitable for the region. We observed the highest values of G for the driest period and throughout the study period for areas of exposed soil and near the banks of the River.

**Keywords:** remote sensing, agrometeorology, product MOD13Q1, EVI

**Introdução:** Apesar de representar não mais de 5% do saldo de radiação (Sr), o fluxo de calor no solo (G) deve ser bem representado, pois varia mais do que Sr à superfície. Assim, para se obter uma boa representatividade da área analisada, na sua contabilização, faz-se necessária a instalação de vários fluxímetros para a medição do fluxo de calor no solo.

Geralmente, esses instrumentos são instalados em profundidades que variam de 2 a 10 cm, dependendo dos objetivos do estudo. A partição do saldo de radiação em G está relacionada à cobertura vegetal, umidade do solo e a posição dos fluxímetros no solo. Ou seja, o fluxo de calor no solo não pode ser medido diretamente à superfície do solo, pois o fluxímetro não pode ficar exposto diretamente à radiação solar (Silans et al., 1997). 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, e 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. O objetivo deste estudo foi estimar o fluxo de calor no solo em função de uma equação empírica, como também a progressão sazonal de G e o comportamento da vegetação através do EVI para entender como a dinâmica da cobertura da superfície atua sobre o fluxo de calor no solo na região semiárida do Estado de Pernambuco.

**Material e Métodos:** A área do estudo está inserida na região do Sub-médio do rio São Francisco, próximo a cidade de Petrolina – PE (latitude: 9° 20' S, longitude: 40° 27' O, altitude: 375 m) Figura 1, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima nesta área apresenta-se como tropical semi-árido, tipo BshW, seco e quente na parte norte e semi-árido quente estépico na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas.



**Figura 1.** Localização da área de estudo

Utilizou-se imagens do produto MODIS/TERRA MOD13Q1 com resolução espacial de 250 metros foram adquiridas no site Primary Data Search - WIST - NASA no endereço <<https://wist.echo.nasa.gov/api>> visando a observar a variação do índice de vegetação (EVI) para o período de agosto a dezembro de 2009. Este produto é gerado a partir de várias

imagens adquiridas em um período de 16 dias. Este processo de composição seleciona o melhor pixel da imagem para compor o produto MOD13Q1, minimizando eventuais distorções espaciais e ruídos radiométricos (Van Leeuwen et al., 1999). Para a obtenção do EVI e a estimativa do fluxo de calor no solo (G) foi utilizado o software ERDAS 9.2, bem como na construção do banco de dados geográfico e na integração de todas as informações disponíveis da área de estudo. Para estimar o fluxo de calor no solo (G) foi utilizado o modelo proposto por Bastiaanssen et al. (1998), adaptado como uma função do EVI e dados de Rn da Estação Agrometeorológica de Bebedouro. O EVI foi formulado a partir de uma combinação de outros dois índices de vegetação: o SAVI (*Soil-Adjusted Vegetation Index*; Huete, 1988) e o ARVI (*Atmosphere Resistant Vegetation Index*; Kaufman & Tanré, 1992); tendo a finalidade de atenuar os efeitos do solo e da atmosfera sobre o monitoramento da vegetação, de acordo com a Equação (1):

$$EVI = G * \frac{(NIR - Vermelho)}{(L + NIR + C1 * Vermelho - C2 * Azul)} \quad (1)$$

em que, NIR = reflectância no infravermelho próximo; Vermelho = reflectância no vermelho; Azul = reflectância no azul; C1 = coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do vermelho (6); C2 = coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do azul (7,5); L = fator de correção para a interferência do solo (1); G = fator de ganho (2,5). Os coeficientes C1 e C2 podem ser alterados de acordo com condições regionais.

Bastiaanssen et al. (1998) para estimar a G através do modelo SEBAL, utilizaram a Equação 2:

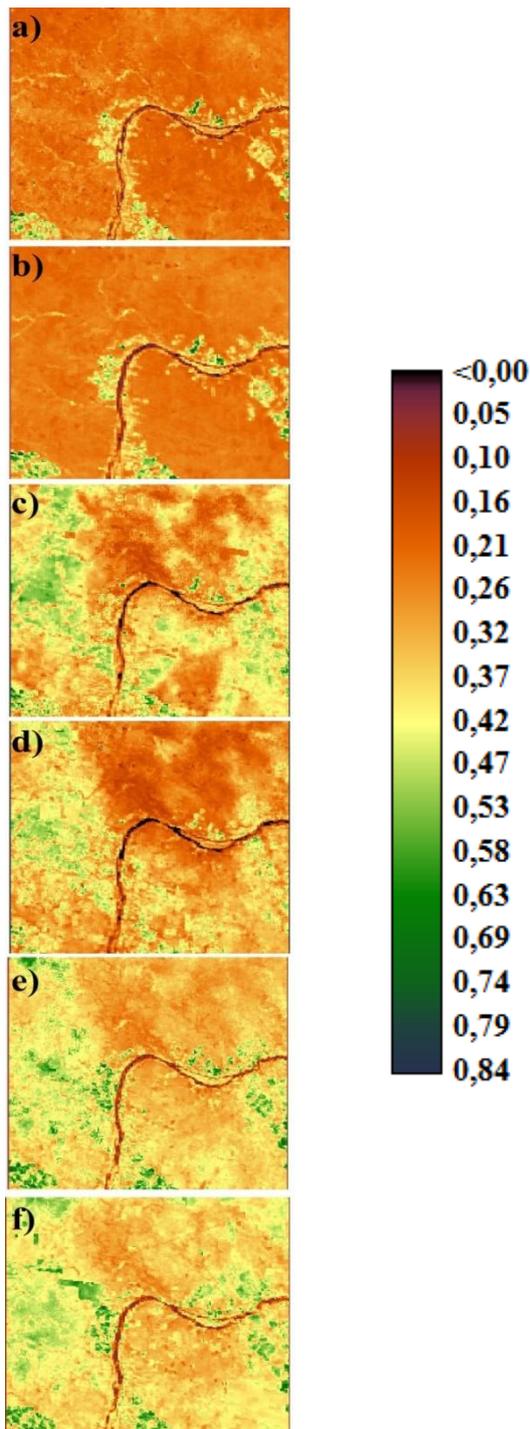
$$G = 0.30 (1 - 0.98 NDVI^4) R_n \quad (2)$$

A Equação 2 implica que G pode ser tão pouco como 0,6% de Rn, quando o solo tem plena cobertura do dossel (NDVI~1) e até 30% de Rn para solos nus (NDVI~0).

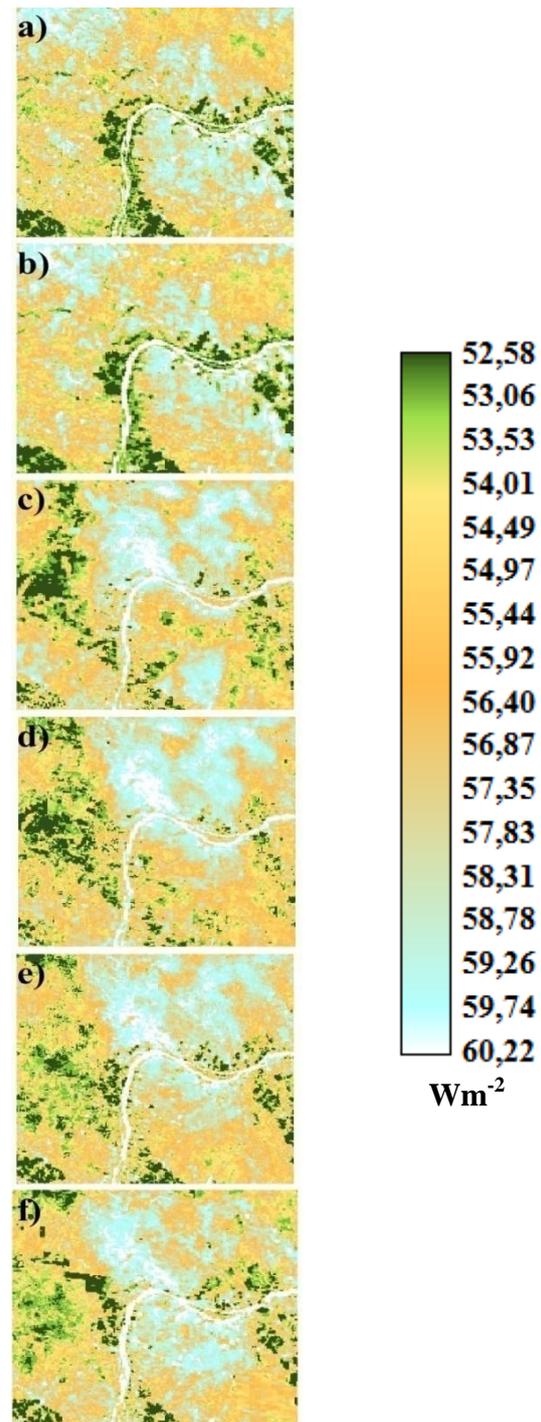
A Equação 3 foi utilizada para estimar a razão G/Rn, substituindo o NDVI por EVI, temos então:

$$G = 0.30 (1 - 0.98 EVI^4) R_n \quad (3)$$

**Resultados e Discussão:** A distribuição espacial do EVI (Figuras 2a a 2f) e do G (Figuras 3a a 3f) para o dia 13 de agosto a 03 de dezembro de 2009. Observa-se que os valores do EVI (Figura 2a e 2b) tendem a ser inferiores a 0.5, que pode ser explicado pela deficiência hídrica da região, ainda mais caracterizado no período seco. Nesse período as áreas irrigadas ganham destaque nas imagens, pois os valores de EVI são superiores a 0.5, todavia a dinâmica temporal do EVI observada nas Figuras (2c a 2f) refletem a sensibilidade da vegetação à oferta hídrica, tendo em vista o surgimento de áreas vegetadas a oeste das margens do rio São Francisco, com valores em torno de 0,5 a 0,7. Pode observar-se também que os valores em verde representam índices de vegetação com maior desenvolvimento, enquanto os níveis próximos ao vermelho representam baixos índices de vegetação com valores próximos a zero.



**Figura 2.** Espacialização do EVI no dia 13/08 (a), dia 30/09 (b) dia 16/10 (c), dia 01/11 (d), dia 17/11 (e) e dia 03/12 (f) para área de estudo



**Figura 3.** Espacialização do G no dia 13/08 (a), dia 30/09 (b) dia 16/10 (c), dia 01/11 (d), dia 17/11 (e) e dia 03/12 (f) para área de estudo

Assim, percebe-se que próximo as margens do rio São Francisco os valores do EVI tendem a ser maiores, quando comparados ao restante da região, em virtude da ocupação para atividade agrícola irrigada e presença de água. Entretanto nota-se que nas áreas referidas acima, o fluxo de calor no solo é muito menor quando comparada ao restante da área de estudo, onde predomina superfícies com solo exposto e vegetação rasteira ou arbustiva, os valores de G variam entre 52 a  $60 Wm^{-2}$  para todo período (Figuras 3a a 3f), porém para as Figuras (3a a

3d) observa-se uma queda significativa no fluxo de calor no solo, visto que a vegetação começa a responder a chuvas que ocorrem nesse período. Contudo é importante ressaltar que no solo exposto o fluxo de calor no solo (G) é muito maior do que numa superfície coberta de vegetação, pois nessas áreas parte da energia proveniente do Sol, que incide na forma de radiação de onda curta, será utilizada para o aquecimento do ambiente e na evapotranspiração da planta.

**Conclusões:** As variáveis utilizadas são de suma importância para um estudo preliminar da sensibilidade hídrica nesta região. Os resultados indicaram que os maiores valores do fluxo de calor no solo foram verificados a oeste das margens do Rio São Francisco contrastando com os menores valores do EVI. Verificou-se uma sensibilidade rápida do EVI em resposta a disponibilidade de água e vegetação no solo, num curto período de tempo.

### **Referências Bibliográficas**

BASTIAANSEN, W. G.M., M. MENENTI, R. A. FEDDES, AND A. A. M. HOLTSLAG. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL):1. Formulation. J. Hydrol. v.212-213, p.198-212, 1998.

KAUFMAN, Y. J.; TANRE, D. Atmospheric resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. IEEE. Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 30, p. 261-270, 1992.

SILANS, A.P.; MONTENY, B.A.; LHOMME, J.P. The correction of soil heat flux measurements to derive an accurate surface energy balance by the Bowen ratio method. Journal of Hydrology, Amsterdam, v.4, n.1, p.453-465, 1997.

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.

VAN LEEUWEN, W.J.D.; HUETE, A.R.; LAING, T.W. MODIS vegetation index compositing approach: A prototype with AVHRR data. Remote Sensing of Environment, v. 69, p.264-280, 1999.