

DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REGIONAL USANDO PARÂMETROS DE SENSORIAMENTO REMOTO E DADOS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

ANTÔNIO HERIBERTO DE CASTRO TEIXEIRA¹, ISA MARIA DE PAULA BORATTO², RICARDO AUGUSTO LOPES BRITO³, GISELA AVELLAR⁴

¹Eng. Agrônomo, Pesquisador, Setor. de Agrometeorologia, Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE,

Fone (0xx87)38621711, heribert@cpatsa.embrapa.br

²Geógrafa, bolsista, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG

³Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG

⁴Geógrafa, Geoprocessamento, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

RESUMO: Para o desenvolvimento sustentável e uma segurança da disponibilidade da água para os perímetros irrigados de bacias hidrográficas, os gerentes hídricos devem dispor de ferramentas precisas para a quantificação das evapotranspiração atual (ET) em larga escala. Dados de campo em culturas irrigadas e vegetação natural, juntamente com estações agrometeorológicas foram usados para a obtenção de um modelo simples para a obtenção da ET em escala regional baseado na razão da ET pela evapotranspiração de referência (ET₀) e em parâmetros de sensoriamento remoto. O algoritmo foi aplicado no perímetro de irrigação Nilo Coelho em Petrolina-PE, Brasil. A ET regional foi analisada em escalas diária e anual através de imagens Landsat envolvendo diferentes condições de umidade.

PALAVRAS CHAVES: estações agrometeorológicas, albedo da superfície, temperatura da superfície, balanço de energia.

DETERMINATION OF REGIONAL EVAPOTRANSPIRATION BY USING REMOTE SENSING PARAMETERS AND REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION DATA

ABSTRACT: To achieve sustainable development and to ensure water availability in irrigation perimeters, the water managers need tools for the actual evapotranspiration (ET) acquirement at large scale. Field data from irrigated and natural ecosystems together with agrometeorological stations were used to elaborate a simple model for ET quantification based on the relation of the ratio of ET to the reference evaporation (ET₀) and on remote sensing parameters. The algorithm was applied in Nilo Coelho irrigation scheme of Petrolina-PE, Brazil. The regional ET was analyzed at daily and annual scales, involving Landsat images for different moisture conditions.

KEYWORDS: agrometeorological stations, surface albedo, surface temperature, energy balance.

INTRODUÇÃO: A agricultura nos perímetros irrigados do Submédio São Francisco é muito produtiva, porém a drenagem de produtos agrícolas pode afetar a qualidade da água do rio e as deficiências hídricas podem diminuir a produtividade. Para se evitar o

excesso e a deficiência de água deve-se dispor de ferramentas eficientes para a quantificação da ET nos perímetros irrigados. A dificuldade de se obter a ET nessa escala fez do sensoriamento remoto um meio eficaz para tal fim. Para o sucesso do uso de imagens de satélites torna-se importante a utilização de modelos biofísicamente realísticos, mas com simplicidade suficiente para aplicação (Cleugh et al., 2007). Por outro lado, a identificação de fruteiras com dados de satélite pelas características espectrais não é uma tarefa muito fácil. Nordman et al. (2003) reportaram problemas não resolvidos nesta caracterização na região semiárida do Submédio São Francisco. Levando em consideração a simplicidade de operacionalização, além da omissão de classificação de culturas, um modelo foi elaborado baseado na relação da razão ET/ET₀ obtidos com dados de campo (Teixeira et al., 2007, 2008a, 2008b) e em parâmetros obtidos por imagens Landsat.

MATERIAL E MÉTODOS: Para elaboração do algoritmo foram usados dados de campo de ET/ET₀ e de estações agrometeorológicas descritos em Teixeira et al. (2007, 2008a, 2008b) em conjunto com parâmetros provenientes do sensoriamento remoto. Foram usadas oito imagens Landsat 5 envolvendo um período de junho de 2003 a janeiro de 2007 e sete estações agrometeorológicas. As relações ET/ET₀ foram medidas ou estimadas em culturas irrigadas e em vegetação natural. Para o caso da caatinga, os valores utilizados foram os medidos durante o período abrangente das imagens, enquanto que para videiras de vinho e de mesa e para mangueira quando não se tiveram os valores medidos, modelos de das relações da ET/ET₀ com graus dias foram aplicados. Os processos de obtenção dos componentes dos balanços de radiação e energia, bem como da ET e ET₀ em escala regional são descritos com detalhes em Teixeira et al. (2009a,b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 apresenta as relações das razões ET/ET₀ com os graus dias tomando-se a temperatura basal (T_b) como 10 °C para videiras para vinho, videira para mesa e mangueira. Médias semanais foram utilizadas na construção das curvas.

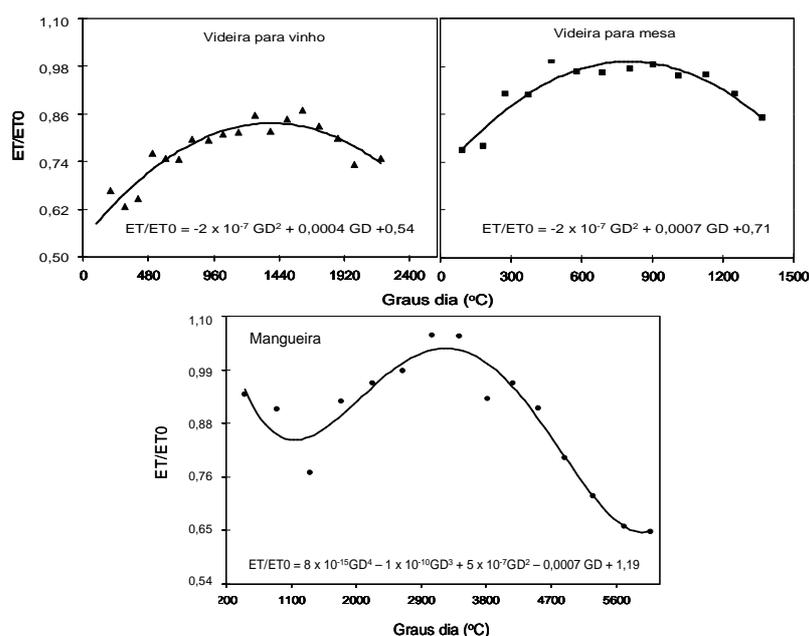


Figura 1. Variação estacional de ET/ET₀ para culturas irrigadas, como uma função dos graus dia – G_D (T_b = 10 °C).

Na extrapolação dos valores instantâneos da ET para valores diários pode-se usar a razão ET/ET0 de acordo com Allen et al. (2007). Para inspecionar a relação dos valores diários para aqueles do momento da passagem do Landsat os experimentos com mangueira e vegetação natural para o ano de 2005 foram utilizados (Figura 2a). Esta razão foi usada para o modelo (Figura 2b) e na extrapolação para valores diários com a disponibilidade de grades de ET0 nesta escala de tempo.

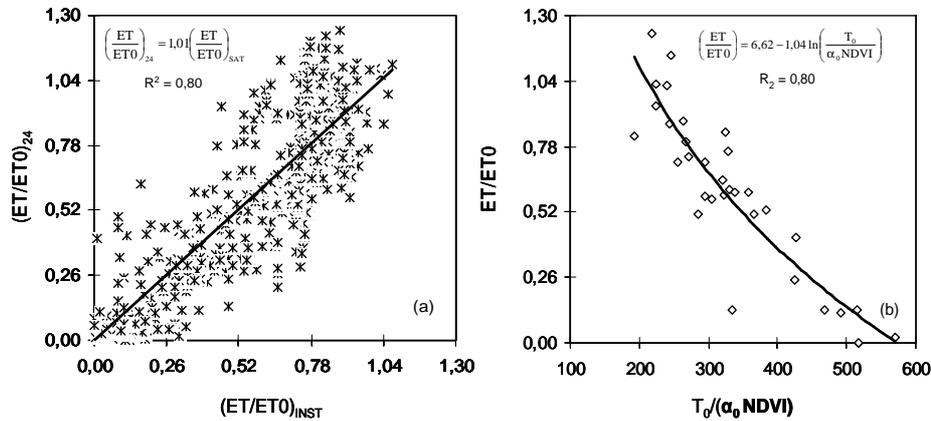


Figura 2. Relações dos valores diários ET/ET0 (subscrito 24) para os instantâneos (subscrito *inst*) (a) e de ET/ET0 para os parâmetros obtidos das imagens Landsat no momento da passagem do satélite (b): temperatura da superfície (T_0); albedo da superfície (α_0) e NDVI.

Os valores diários da ET envolvendo diferentes condições de umidade são apresentados na Figura 3.

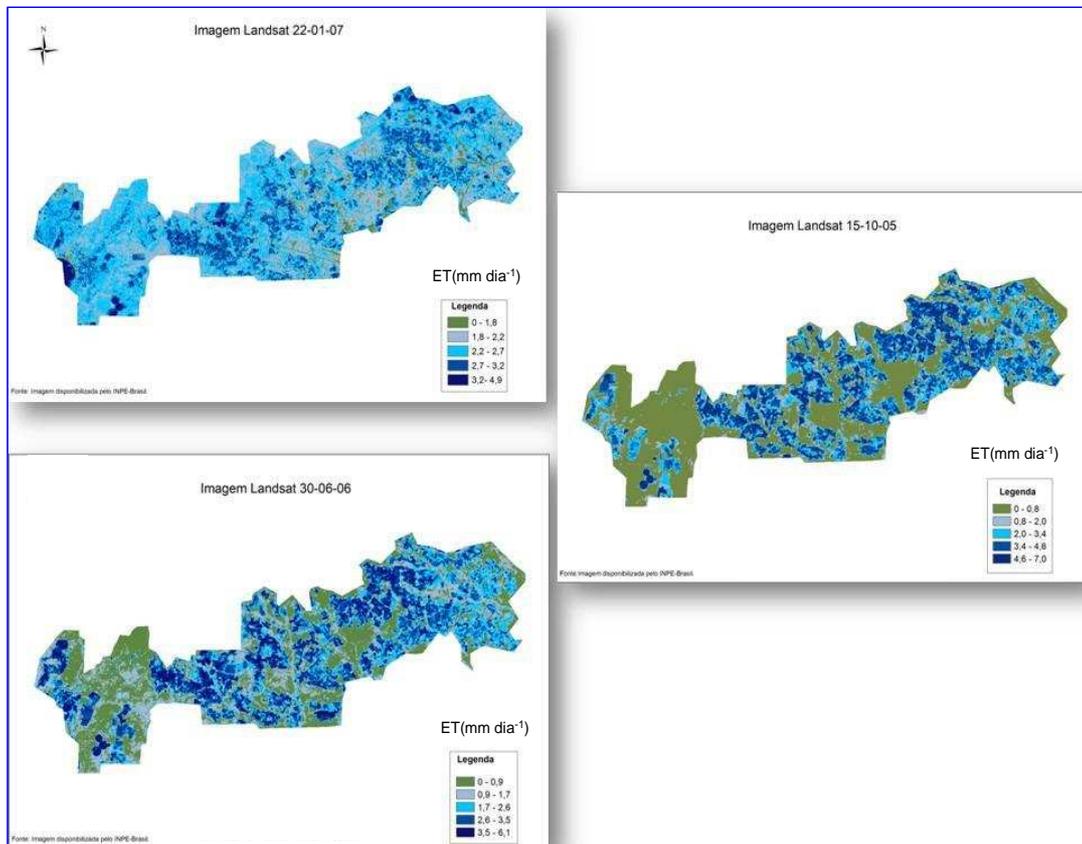


Figura 3. Evapotranspiração atual diária: para a estação chuvosa em janeiro de 2007; para o fim da estação chuvosa em junho de 2006; e para a estação seca em outubro de 2005.

Durante o período chuvoso (Janeiro/2007), a vegetação natural converte a maior porção da energia disponível em fluxo de calor latente (λE), causando altos valores da ET no perímetro Nilo Coelho, que em alguns casos são similares àqueles das culturas irrigadas. Neste período a maioria dos fazendeiros pára a irrigação e a chuva deixa o solo úmido em todos os ecossistemas. A ET na escala do perímetro apresenta valores intermediários logo após as chuvas (junho/2006), por causa as chuvas antecedentes de janeiro a abril provêm um armazenamento de água suficiente na zona das raízes da vegetação natural deixando este ecossistema ainda verde e úmido. No período seco (outubro/2005), a caatinga converte largas porções da energia disponível em fluxo de calor sensível (H), apresentando baixos valores de ET, enquanto que as culturas irrigadas apresentam os valores mais elevados nesta época do ano. Em geral, os intervalos de irrigação são pequenos durante no período sem chuvas (irrigação diária), e o suprimento de água é uniforme reduzindo H e elevando λE .

A média das três imagens representativas das diferentes condições de umidade ao longo do ano da Figura 3 foi usada para a análise da ET anual multiplicando-a pelo número de dias do ano. A Figura 4 mostra a imagem da ET anual (a) juntamente com os histogramas de frequência dos valores (b) envolvendo culturas irrigadas e vegetação natural no perímetro de irrigação Nilo Coelho. Dois picos no histograma representando caatinga e culturas irrigadas são evidenciados.

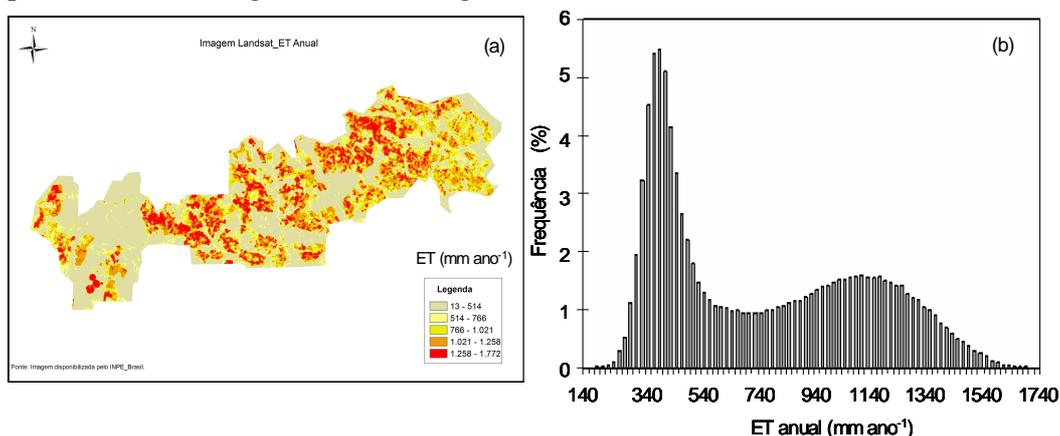


Figura 4. Mapa (a) e histograma (b) da ET anual (mm ano⁻¹) no perímetro de irrigação Nilo Coelho situado em Petrolina-PE, Brasil.

Os valores representando a caatinga se concentram entre 350 a 450 mm ano⁻¹, enquanto que para as culturas irrigadas os maiores valores estão na faixa de 900 a 1300 mm ano⁻¹. Os valores anuais para a vegetação natural estão fortemente relacionados com o regime pluviométrico.

CONCLUSÕES: Experimentos em vegetação natural e em culturas irrigadas foram usados em conjunto com imagens do satélite Landsat para elaboração de um algoritmo simplificado na determinação da evapotranspiração baseado na razão da evapotranspiração atual (ET) para a evapotranspiração de referência (ET₀). O modelo foi então aplicado no perímetro de irrigação Nilo Coelho, situado na região semiárida do Submédio São Francisco, Brasil. Comparações dos valores da razão ET/ET₀ no momento da passagem do satélite para aqueles de 24 horas evidenciaram a não necessidade de correção para esta extrapolação. Com a disponibilidade de uma rede de estações agrometeorológicas para a interpolação dos valores diários da ET₀, o algoritmo se apresenta bastante com elevado potencial para o monitoramento das condições hídricas de perímetros irrigados, bem como na escala de bacias

hidrográficas, devido principalmente à sua simplicidade e a não necessidade de elaboração de mapas de classificação de culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G., TASUMI, M., TREZZA, R. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) – Model. **Journal of Irrigation and Drainage Engineer ASCE**, v. 133, p. 380-394, 2007.

CLEUGH, H.A., LEUNING, R., MU, Q., RUNNING, S.W. Regional evaporation estimates from flux tower and MODIS satellite data. *Remote Sensing of Environment*, v. 106, p. 285-304, 2007.

NOORDMAN, E. J. M., MOURA, M. S. B., TEIXEIRA, A. H. DE C., SANTOS, M. A., SANTOS, M. G. L., LOPES, H. L. Crop classification for the Nilo Coelho scheme by using Landsat TM images, *Anais XI SBSR*, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 Abril, INPE: p. 205-210, 2003.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSSEN, W. G. M.; BASSOI, L. H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in Sao Francisco River basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 94, p. 31-42, 2007.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSSEN, W. G. M.; MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; AHMAD, M-ud-D; BOS, M. G. Energy and Water Balance Measurements for Water Productivity Analysis in Irrigated Mango Trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 148, p. 1524-1537, 2008a.

TEIXEIRA, A.H. DE C. BASTIAANSSEN, W.G.M., AHMAD, M.D., MOURA, M.S.B., BOS, M.G. Analysis of energy fluxes and vegetation-atmosphere parameters in irrigated and natural ecosystems of semi-arid Brazil, **Journal of Hydrology**, v. 362, p. 110-127, 2008b.

TEIXEIRA, A.H. DE C. BASTIAANSSEN, W.G.M., AHMAD, M.D., MOURA, M.S.B., BOS, M.G. Analysis of energy fluxes and vegetation-atmosphere parameters in irrigated and natural ecosystems of semi-arid Brazil, **Journal of Hydrology**, v. 362, p. 110-127, 2008b.

TEIXEIRA, A.H. DE C., W.G.M., BASTIAANSSEN, AHMAD, M-UD-D, BOS, M. G. Reviewing SEBAL input parameters for assessing evapotranspiration and water productivity for the Low-Middle São Francisco River basin, Brazil Part A: Calibration and validation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p. 462-476, 2009a.

TEIXEIRA, A.H. DE C., W.G.M., BASTIAANSSEN, AHMAD, M-UD-D, BOS, M. G. Reviewing SEBAL input parameters for assessing evapotranspiration and water productivity for the Low-Middle São Francisco River basin, Brazil Part B: Application to the large scale. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p. 477-490, 2009b.