

Uso do SAFER na estimativa da evapotranspiração na bacia do rio Paracatu

Ricardo Guimarães Andrade¹, Evaldo de Paiva Lima², Antônio Heriberto de Castro Teixeira³, Daniel de Castro Victoria⁴, Janice Freitas Leivas⁵

¹Pesquisador da Embrapa Gado de Leite.

²Pesquisador da Embrapa Solos.

³Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite.

⁴Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

⁵Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite.

Resumo: O presente estudo objetivou estimar a evapotranspiração na bacia do Paracatu por meio da aplicação do *Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving* (SAFER) juntamente com imagens MODIS e dados meteorológicos. De acordo com os resultados obtidos, os valores médios de evapotranspiração, para o ano de 2011, variaram de $0,60 \pm 0,57 \text{ mm d}^{-1}$ a $2,40 \pm 1,04 \text{ mm d}^{-1}$, com média anual de $1,50 \pm 0,76 \text{ mm d}^{-1}$. Para algumas áreas irrigadas, foram observados valores de evapotranspiração superiores a $3,5 \text{ mm d}^{-1}$, o que representa mais que o dobro do valor médio de toda a bacia. Em geral, o algoritmo SAFER gerou resultados satisfatórios em larga escala e esta metodologia tem potencial para ser aplicada no planejamento e monitoramento espaço-temporal da demanda hídrica, principalmente em bacias que apresentam conflitos ou riscos de perda de produtividade das culturas pela escassez hídrica regional.

Palavras-chave: recursos hídricos, balanço de energia, meio ambiente, SAFER.

Use of SAFER to estimate evapotranspiration in the Paracatu watershed

Abstract: This study aimed to estimate evapotranspiration in the Paracatu watershed by applying the SAFER algorithm with MODIS images and meteorological data. According to the results, average evapotranspiration values for the year 2011 ranged from $0.60 \pm 0.57 \text{ mm d}^{-1}$ to $2.40 \pm 1.04 \text{ mm d}^{-1}$, with annual average of $1.50 \pm 0.76 \text{ mm d}^{-1}$. For some irrigated areas, evapotranspiration values above 3.5 mm d^{-1} were observed, accounting for more than twice the average value of the entire watershed. In general, SAFER algorithm showed satisfactory results at large scale. Thus, it was concluded that this methodology has the potential to be applied in space-temporal water demand management and monitoring, especially in watersheds presenting conflicts and risks in crop productivity loss due to regional water scarcity.

Keywords: water resources, energy balance, environment, SAFER.

Introdução

A bacia do Paracatu, situada no Médio São Francisco, contribui com cerca de 20% na formação da vazão do rio São Francisco. Porém, nas últimas décadas a agricultura irrigada teve grande expansão e muitos são os conflitos pelo uso dos recursos hídricos nesta bacia (Rodríguez et al., 2007). Assim, conhecer a demanda evapotranspirativa de uma bacia hidrográfica tanto no espaço quanto no tempo pode ser essencial para auxiliar no uso racional dos recursos hídricos diminuindo ou amenizando os riscos de perda de produtividade das culturas por meio de tomadas de decisões voltadas para um planejamento hídrico eficiente e sustentável.

As imagens orbitais provenientes dos mais diversos sensores remotos, por meio das diversas resoluções espectrais, temporais e espaciais, têm-se apresentado como relevantes fontes de informações com possibilidades de aplicações na caracterização das áreas de sistemas integrados, no monitoramento, no espaço e no tempo, das alterações no uso e na cobertura das terras e, especialmente, na correlação de parâmetros biofísicos, como índices de área foliar, biomassa e carbono (Andrade et al., 2014).

O SAFER (*Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving*) é um algoritmo simplificado que tem apresentado bons resultados na estimativa da evapotranspiração (ET) em larga escala (Teixeira et al., 2013a). Esse algoritmo tem a vantagem de não ser obrigatória o uso da banda termal e de poder ser aplicado com dados meteorológicos provenientes de diferentes tipos de estações (agrometeorológicas, convencionais e automáticas), sendo essa uma característica importante por possibilitar a avaliação das tendências históricas dos componentes do balanço de energia e da produtividade da água em larga escala ao longo dos anos, haja vista que sensores automáticos são avanços relativamente recentes na tecnologia instrumental (Teixeira et al., 2013b).

Diante do exposto, esse trabalho objetivou estimar a evapotranspiração na bacia do Paracatu por meio da aplicação do SAFER juntamente com produtos do sensor MODIS e dados meteorológicos.

Material e Métodos

A área de estudo abrange a bacia do rio Paracatu, conforme mostra a Figura 1.

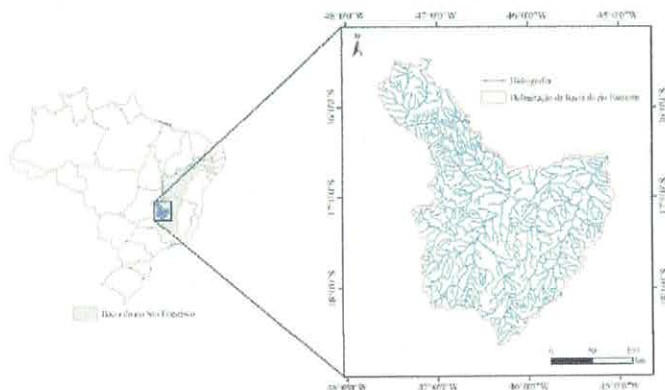


Figura 1 - Localização da bacia do rio Paracatu.

Informações meteorológicas de estações pertencentes ao INMET, na escala diária com posterior interpolação, foram utilizadas como parâmetro de entrada no algoritmo SAFER. Por meio desse algoritmo, estimou-se o albedo de superfície (α_0), para datas entre janeiro e dezembro de 2011, a partir das bandas 1 e 2 do MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectrometer*) com resolução espacial de 250 m e composição de 16 dias:

$$\alpha_0 = a + b\alpha_1 + c\alpha_2 \quad (1)$$

Em que, α_1 e α_2 são refletâncias nas faixas espectrais das bandas 1 e 2 do sensor MODIS, e; a, b e c são coeficientes de regressão e que apresentam respectivamente os valores de 0,08; 0,41 e 0,14 (Teixeira et al., 2013a).

A temperatura da superfície (T_0) foi estimada como resíduo da equação do saldo de radiação diário (R_n), descrita por:

$$Rn = (1 - \alpha_0) R_{s\downarrow} - a_1 \tau_w \quad (2)$$

Em que, α_0 é o albedo da superfície, τ_w é a transmissividade atmosférica, $R_{s\downarrow}$ é a radiação de onda curta incidente, a_1 é o coeficiente de regressão com distribuição espacial ao relacioná-lo com a temperatura do ar (Teixeira et al., 2013a).

Com o auxílio dos mapas do albedo e temperatura da superfície, e do NDVI foi possível estimar a ET por meio da seguinte equação:

$$ET = \exp \left[\beta + \eta \left(\frac{T_0}{\alpha_0 NDVI} \right) \right] ET_0$$

(3)

Em que, β e η são os coeficientes de regressão, com respectivos valores de 1,8 e -0,008 (Teixeira et al., 2013a) e ET_0 é a evapotranspiração de referência (mm d^{-1}) obtida pelo método de Penman-Monteith FAO N° 56, conforme descrito em Allen et al. (1998).

Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta os mapas temáticos da evapotranspiração, obtidos por meio do SAFER, para a bacia do rio Paracatu. Pode-se observar que, os mapas foram marcados pela grande variabilidade espacial, ao longo do ano, com menores valores de evapotranspiração, na maior parte da bacia no dia 30 de setembro e maiores valores no dia 17 de janeiro de 2011.

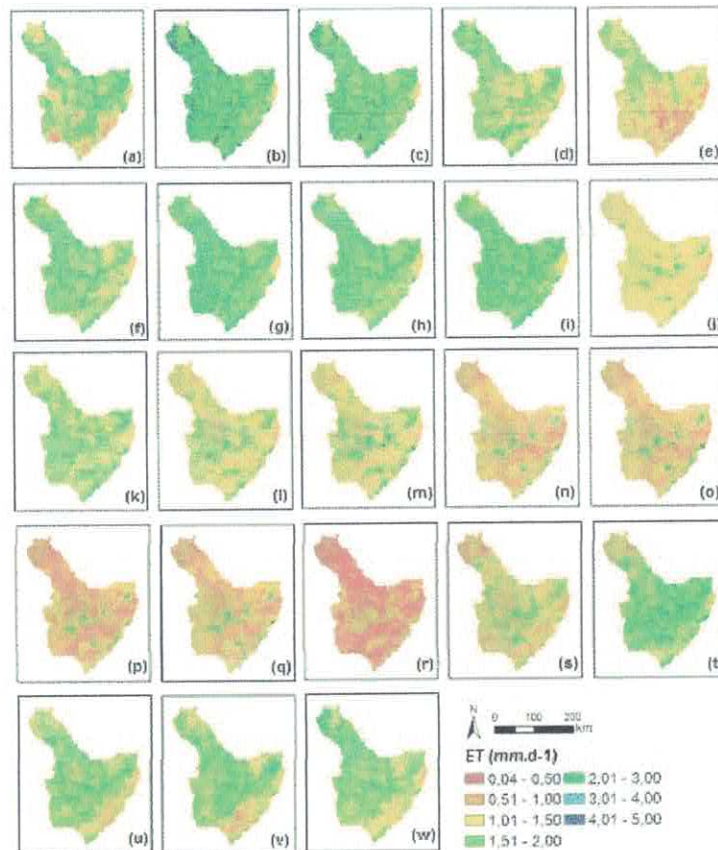


Figura 2 - Mapas de evapotranspiração real diária estimada por meio do SAFER para as seguintes datas: 1 de janeiro (a), 17 de janeiro (b), 2 de fevereiro (c), 18 de fevereiro (d), 6 de março (e), 22 de março (f), 7 de abril (g), 23 de abril (h), 9 de maio (i), 25 de maio (j), 10 de junho (k), 26 de junho (l), 12 de julho (m), 28 de julho (n), 13 de agosto (o), 29 de agosto (p), 14 de setembro (q), 30 de setembro (r), 16 de outubro (s), 1 de novembro (t), 17 de novembro (u), 3 de dezembro (v), e 19 de dezembro (w) de 2011.

A variação espacial da evapotranspiração observada em cada um dos mapas pode ser explicada pelas diferentes superfícies presentes na bacia do rio Paracatu (cerrado, pastagem, áreas irrigadas com diferentes tipos de culturas, cursos d'água, etc).

Na região da bacia do Paracatu, as chuvas se concentram no período de outubro a abril, com destaque para o trimestre novembro, dezembro e janeiro como o mais chuvoso (Brasil, 1996). Isso ratifica o comportamento dos valores de evapotranspiração observados na Figura 2, ou seja, a evapotranspiração foi maior no período chuvoso e menor no período seco.

De acordo com os resultados obtidos, os valores médios de evapotranspiração variaram de $0,60 \pm 0,57 \text{ mm d}^{-1}$ (setembro) a $2,40 \pm 1,04 \text{ mm d}^{-1}$ (janeiro), com média anual de $1,50 \pm 0,76 \text{ mm d}^{-1}$. Além disso, ressalta-se que em alguns casos de áreas irrigadas foram observados valores de evapotranspiração superiores a $3,5 \text{ mm d}^{-1}$, sendo mais que o dobro do valor médio de toda a bacia.

Conclusões

De forma geral, a utilização do algoritmo SAFER com imagens MODIS mostrou-se relevante na estimativa da evapotranspiração em larga escala. Isso favorece análises de balanço hídrico regional auxiliando no planejamento e monitoramento espaço-temporal da demanda hídrica da agricultura irrigada, principalmente em bacias que apresentam conflitos ou riscos de perda de produtividade das culturas pela escassez hídrica regional.

Literatura citada

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D. et al. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. 1998. In: www.kimberly.uidaho.edu/water/fao56/fao56.pdf (acessado em 11 de Outubro de 2016).

Andrade, R.G.; Rodrigues, C.A.G.; Leivas, J.F. et al. Pecuária. In: Tôsto, S.G.; Rodrigues, C.A.G.; Bolfe, E.L. et al. (Eds.). *Geotecnologias e Geoinformação: o produtor pergunta, a Embrapa responde* (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). 1 ed. Brasília: Embrapa, 2014, v.1, p.149-169.

BRASIL. *Governo Federal. Minas Gerais; Governo do Estado*. Brasília: BR: Plano diretor de recursos hídricos da bacia do rio Paracatu, 1996. CD-ROM.

Rodriguez, R.G.; Pruski, F.F.; Novaes, L.F. et al. Estimativa da demanda de água nas áreas irrigadas da bacia do rio Paracatu. *Engenharia Agrícola*, v.27, n.1, p.172-179, 2007.

Teixeira, A.H.C.; Scherer-Warren, M.; Hernandez, F.B.T. et al. Large-Scale Water Productivity Assessments with MODIS Images in a Changing Semi-Arid Environment: A Brazilian Case Study. *Remote Sensing*, v.5, p.5783-5804, 2013a.

Teixeira, A.H.C.; Hernandez, F.B.T.; Lopes, H.L. et al. Modelagem espaçotemporal dos componentes dos balanços de energia e de água no Semiárido brasileiro. *Documentos: 99 - Embrapa Monitoramento por Satélite*, Campinas, SP. 2013b. 32p.

**IX SIMPÓSIO DE MEIO AMBIENTE
INOVAÇÕES SUSTENTÁVEIS**

ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS

Editor

Gumercindo Souza Lima

ISSN 2447-4789

**24 a 26 de outubro de 2016.
Viçosa – MG – Brasil**