

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA QUANTIFICADAS COM IMAGENS LANDSAT 8 NO PERÍMETRO IRRIGADO NILO COELHO

PARTE A: VARIAÇÕES ESPACIAIS

ANTÔNIO HERIBERTO DE CASTRO TEIXEIRA;
JANICE LEIVAS FREITAS; GUSTAVO BAYMA-SILVA

RESUMO

Onze imagens Landsat 8, sendo três para 2014 e oito para 2015, e dados agrometeorológicos foram usados na modelagem da evapotranspiração (ET) e da produção de biomassa (BIO) em larga escala através da aplicação conjunta do algoritmo Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER) e do modelo da interceptação da radiação de Monteith, no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina, PE. A inclusão das imagens do ano de 2014 foi devido à ausência de imagens sem nuvens durante o período chuvoso de 2015. As maiores taxas para ambos, ET e BIO, bem como as mais elevadas variações espaciais ocorreram em janeiro, dentro da estação chuvosa, sendo as médias respectivas de $3,6 \pm 2,1 \text{ mm dia}^{-1}$ e $112 \pm 92 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Os valores mais baixos correspondentes foram de $1,4 \pm 1,7 \text{ mm dia}^{-1}$ e $34 \pm 53 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, nas condições mais secas atípicas do mês de dezembro de 2015.

Termos para indexação: demanda atmosférica, recursos hídricos, produtividade da água.



EVAPOTRANSPIRATION AND BIOMASS PRODUCTION ACQUIRED WITH LANDSAT 8 IMAGES IN THE NILO COELHO IRRIGATION SCHEME PART A: SPATIAL VARIATIONS

ABSTRACT

Eleven Landsat 8 images, being three for 2014 and eight for 2015, together with agrometeorological data were used for modeling evapotranspiration (ET) and biomass production (BIO) on large scale throughout applications of the Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER) and the Monteith's radiation model, in the Nilo Coelho Irrigation Scheme, in Petrolina, Pernambuco state, Brazil. The inclusion of images for the year 2014 was due the absence of cloud-free images during the rainy season of 2015. For highest both ET and BIO rates, as well as their largest spatial variations happened in January, inside the rainy season, with the respective mean values of 3.6 ± 2.1 mm day⁻¹ e 112 ± 92 kg ha⁻¹ day⁻¹. The corresponding lowest values were 1.4 ± 1.7 mm day⁻¹ and 34 ± 53 kg ha⁻¹ day⁻¹, under the unusual driest conditions of December 2015.

Index terms: atmospheric demand, water resources, water productivity.

INTRODUÇÃO

Nas condições de substituição da vegetação natural por culturas agrícolas na região semiárida do Nordeste de Brasil, são significativos os efeitos de estiagens nas taxas de evapotranspiração (ET) e de produção de biomassa (BIO). A utilização do sensoriamento remoto, conjuntamente com dados agrometeorológicos, permite a análises da ET e da BIO em larga escala nestas condições (TEIXEIRA et al., 2015). Poucas pesquisas têm sido realizadas com aplicação do satélite Landsat 8 (L8) para as análises em larga escala dos componentes da produtividade da água nas condições de alterações climáticas e de mudanças de uso da terra. Por meio da aplicação conjunta dos modelos Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER) e da radiação de Monteith, o presente trabalho associa essas ferramentas na determinação e análises destes componentes no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, situado na região semiárida da bacia do rio São Francisco, considerando os efeitos da escassez natural de água ocorrida no ano de 2015. Para estas análises, dados de uma rede de estações agrometeorológicas da Embrapa e imagens L8 foram usados em conjunto.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados radiação solar global (RG), temperatura do ar (T_a) e evapotranspiração de referência (ET_0) provenientes de oito estações agrometeorológicas foram usados em conjunto com parâmetros obtidos por sensoriamento remoto através de onze imagens do L8, permitindo. Três imagens foram do ano de 2014 e oito foram para 2015, sendo a razão de inclusão daquelas de 2014 devido à ausência de imagens livres de nuvens no período chuvoso de 2015. A normalização de acordo com a demanda atmosférica deste último ano permitiu as análises dos componentes da produtividade da água em diferentes condições termo hidrológicas.

Para o cálculo do albedo da superfície (α_0) por meio do satélite L8, foram usadas as reflectâncias das bandas de 1 a 7, com resolução espacial de 30 m, enquanto que para a temperatura da superfície (T_0) utilizaram-se as bandas termais 10 e 11, com resolução espacial de 100 m.

De posse de α_0 , T_0 e NDVI, os valores instantâneos das razões ET_r (ET/ET_0) foram multiplicadas pelas grades de ET_0 para estimativa da ET em larga escala:

$$ET_r = \exp \left[a + b \left(\frac{T_0}{\alpha_0 \text{NDVI}} \right) \right] \quad (1)$$

Em que: a e b são os coeficientes de regressão, os quais foram 1,8 e -0,008, respectivamente, para as condições semiáridas do Brasil (TEIXEIRA et al., 2015).

A produção de biomassa (BIO) foi quantificada como:

$$BIO = \sum \left(\epsilon_{\max} \frac{ET}{ET_0} \text{ARAF } 0,864 \right) \quad (2)$$

Em que: ARAF é a radiação fotossinteticamente ativa absorvida obtida pela combinação de RG e NDVI, ϵ_{\max} é eficiência máxima de uso da luz, a qual depende se as espécies são c3 ou c4 e 0,864 é um fator de conversão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como os componentes da produtividade da água são influenciados pelas condições energéticas e hídricas, tomando-se como referência a estação agrometeorológica na parte central do Perímetro Irrigado Nilo Coelho, os valores mensais de P, ET_0 e RG, ao longo dos anos de 2014 e 2015 são apresentados na Figura 1.

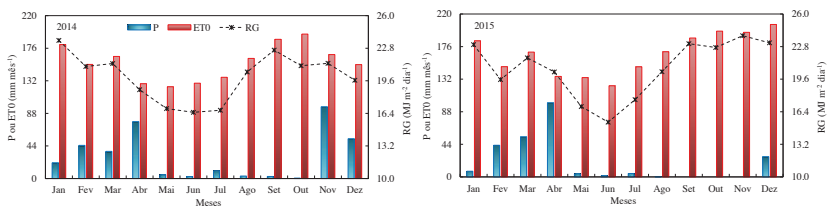


Figura 1. Médias mensais dos totais de precipitação (P), evapotranspiração de referência (ET₀) e radiação solar global (RG), obtidos nos anos de 2014 a 2015, na estação agrometeorológica dentro do Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina, PE.

Considerando P, ocorreram períodos de concentração das chuvas de nos meses de janeiro a abril e de novembro a dezembro, com as quantidades respectivas representando 93% e 96% dos totais anuais, os quais foram 354 mm e 242 mm em 2014 e 2015. Com relação à demanda atmosférica, embora as amplitudes anuais sendo inferiores às de P, os valores mais baixos, tanto de ET_0 como RG, ocorreram no período de maio a junho, coincidindo com condições de pouca ou ausência de chuvas, época do solstício de inverno no Hemisfério Sul. Neste último período os valores de ET_0 e RG estiveram abaixo de 130 mm m^{-1} e $18 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente, enquanto no período próximo de posição zenital do Sol, ficaram acima de 150 mm m^{-1} e $20 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente. Devido à necessidade do uso de imagens de 2014 para cobertura de todas as condições termo hidrológicas de 2015, para as análises dos valores mensais da ET neste último ano houve a necessidade de utilização de imagens de 2014 em associação com os dados de ET^0 de 2015.

Na Figura 2, apresenta-se a variação espacial dos valores diários da ET, juntamente com as médias e desvios padrões, para cada dia do ano (DA) das imagens L8 em 2015, no Perímetro Irrigado Nilo Coelho.

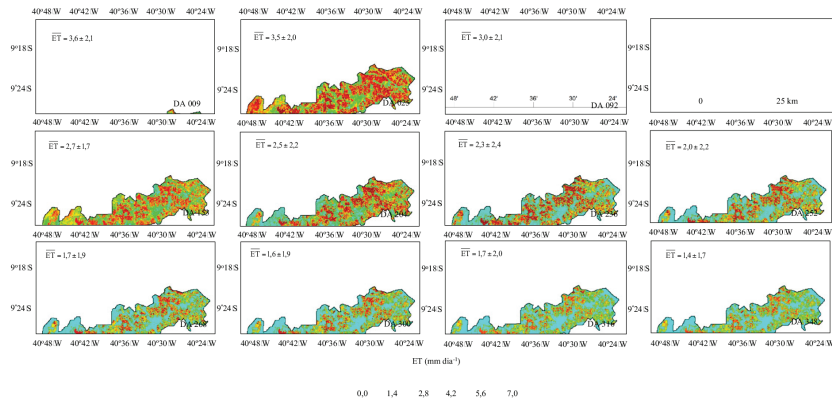


Figura 2. Variação espacial da evapotranspiração (ET) diária juntamente com os valores médios e desvios padrões, nos dias de aquisição das imagens L8 para o ano de 2015, no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina, PE.

Percebem-se claramente as variações espaciais e temporais da quantidade de água transferida para atmosfera ao longo do ano de 2015, nos diferentes agros-ecossistemas do Perímetro Irrigado Nilo Coelho. Os maiores valores de ET aconteceram no mês de janeiro (DA 009), com vários pixels acima de $5,0 \text{ mm dia}^{-1}$, nas áreas com culturas irrigadas. Por outro lado, o menor valor médio da ET aconteceu atipicamente no mês de dezembro (DA 348), com vários pixels com ET zero nas áreas de vegetação natural. Os três primeiros meses do ano (DA 009 a 092), devido às chuvas, apresentaram valores médios acima de $3,0 \text{ mm dia}^{-1}$, enquanto que no período naturalmente mais seco a partir de setembro (DA: 268-348) as médias caíram para abaixo de $2,0 \text{ mm dia}^{-1}$ com menores variações espaciais, de acordo como os desvios padrões.

A razão da menor variação espacial da ET neste último período deve-se ao fato da homogeneidade da umidade na zona das raízes das espécies da Caatinga, que representa a maior área dentro do perímetro irrigado.

Na Figura 3, mostra-se a variação espacial dos valores diários da BIO, juntamente com as médias e desvios padrões, para cada dia do ano (DA) das imagens L8 em 2015, no Perímetro de Irrigado Nilo Coelho.

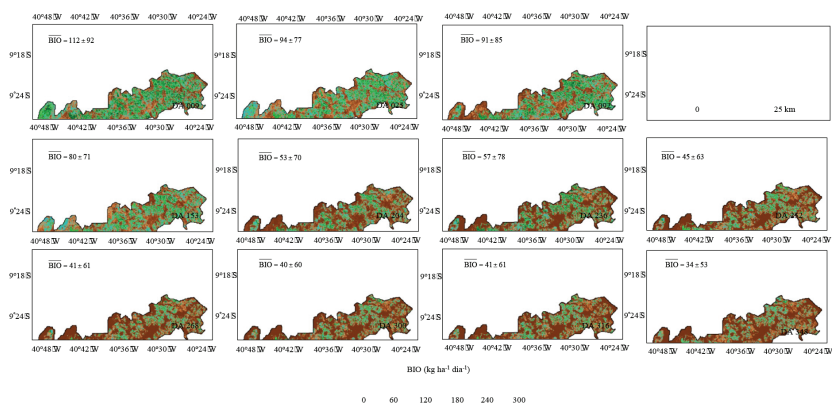


Figura 3. Variação espacial da produção de biomassa (BIO) diária juntamente com os valores médios e desvios padrões, nos dias de aquisição das imagens L8 para o ano de 2015, no Perímetro de Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina, PE.

Os pixels com maior BIO ocorreram durante o primeiro semestre do ano (DA: 009 a 153), com os valores nas áreas irrigadas situando-se acima de $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. No segundo semestre as taxas caíram progressivamente até as médias dos pixels ficarem abaixo de $35 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ nas áreas de vegetação natural. As menores variações espaciais da BIO também ocorreram no segundo semestre, devido à predominância das condições de baixa umidade na zona das raízes das espécies da Caatinga. Apesar de nesse último período haver um incremento nos níveis de RG e $ET_{0'}$, a deficiência de chuvas promoveu baixos valores da BIO (ver Figuras 1 e 3).

Os valores da ET e da BIO tanto para os ecossistemas naturais como para condições de irrigação são sensíveis à distribuição espacial de P e da umidade do solo, entretanto nas culturas irrigadas, as diferenças aumentam com a variação dos níveis de adubação e com os estágios fenológicos. Maiores valores da BIO e menores da ET favorecem a produtividade da água.

CONCLUSÕES

O uso conjunto de imagens do satélite Landsat 8 e estações agrometeorológicas permitiu a quantificação e análises da evapotranspiração e produção de biomassa ao longo do ano de 2015 envolvendo diferentes condições termo hidrológicas e agros-ecossistemas no Perímetro Irrigado Nilo Coelho. Os maiores valores médios para ambos os componentes da produtividade da água aconteceram no primeiro semestre, enquanto que as menores médias ocorreram no segundo semestre.

REFERÊNCIAS

TEIXEIRA, A. H. DE C.; HERNANDEZ, F. B. T.; SCHERER-WARREN, M.; ANDRADE, R. G.; LEIVAS, J. F.; VICTORIA, D. de C.; BOLFE, E. L.; THENKABAIL, P. S.; FRANCO, R. A. M. Water productivity studies from earth observation data: characterization, modeling, and mapping water use and water productivity. In: PRASAD, S. T. (Ed.). **Remote sensing of water resources, disasters, and urban studies**. Boca Raton: CRC Group, Taylor and Francis, 2015. p. 101-126.