

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

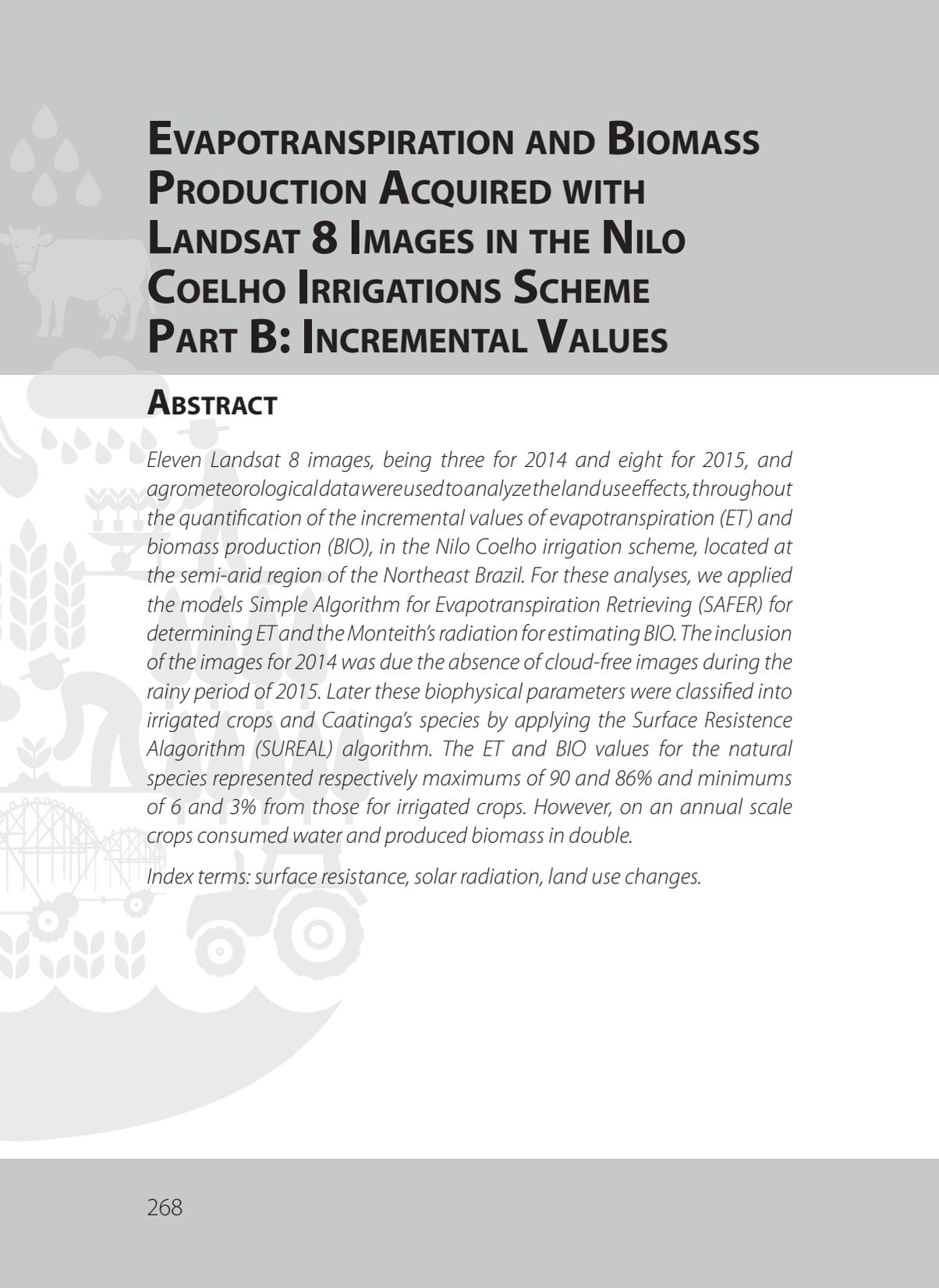
PARTE B: VALORES INCREMENTAIS

**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 para analisar os efeitos da mudança de uso da terra, através da quantificação dos valores incrementais da evapotranspiração (ET) e produção de biomassa (BIO), no perímetro de irrigação Nilo Coelho, localizado na região semiárida do Nordeste do Brasil. Para estas análises aplicaram-se os modelos Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER) na determinação da ET e da radiação de Monteith para as estimativas da BIO. A inclusão das imagens do ano de 2014 foi devido a ausência de imagens sem nuvens durante o período chuvoso de 2015. Posteriormente separaram-se os valores destes parâmetros biofísicos com a classificação em culturas irrigadas e espécies da Caatinga com aplicação do algoritmo Surface Resistance Algorithm (SUREAL). Os valores da ET e da BIO nas espécies naturais representaram máximos de 90% e 86% e mínimos de 6% e 3% daqueles para culturas irrigadas, dependendo das condições termo hidrológicas. Entretanto, na escala anual as culturas agrícolas consumiram água e produziram biomassa em dobro.

Termos para indexação: resistência da superfície, radiação solar, mudanças de uso da terra.



EVAPOTRANSPIRATION AND BIOMASS PRODUCTION ACQUIRED WITH LANDSAT 8 IMAGES IN THE NILO COELHO IRRIGATIONS SCHEME PART B: INCREMENTAL VALUES

ABSTRACT

Eleven Landsat 8 images, being three for 2014 and eight for 2015, and agrometeorological data were used to analyze the land use effects, throughout the quantification of the incremental values of evapotranspiration (ET) and biomass production (BIO), in the Nilo Coelho irrigation scheme, located at the semi-arid region of the Northeast Brazil. For these analyses, we applied the models Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER) for determining ET and the Monteith's radiation for estimating BIO. The inclusion of the images for 2014 was due the absence of cloud-free images during the rainy period of 2015. Later these biophysical parameters were classified into irrigated crops and Caatinga's species by applying the Surface Resistance Alagorithm (SUREAL) algorithm. The ET and BIO values for the natural species represented respectively maximums of 90 and 86% and minimums of 6 and 3% from those for irrigated crops. However, on an annual scale crops consumed water and produced biomass in double.

Index terms: surface resistance, solar radiation, land use changes.

INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Nordeste do Brasil, as culturas irrigadas vêm substituindo rapidamente as espécies da Caatinga. Esta mudança de uso da terra destaca a importância de desenvolvimento e aplicações de ferramentas para quantificação dos parâmetros de produtividade da água separando-se os diferentes ecossistemas que compõem os perímetros irrigados. Entre os principais perímetros de irrigação do semiárido brasileiro, destaca-se o Nilo Coelho.

O objetivo desta pesquisa foi combinar o algoritmo Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER) para o cálculo da ET com o modelo de eficiência do uso da radiação de Monteith para obtenção da produção de biomassa (BIO) no Nilo Coelho, classificando-se as culturas irrigadas e vegetação natural (Caatinga) através da aplicação do algoritmo Surface Resistance Algorithm (SUREAL) (TEIXEIRA et al., 2015).

Os resultados demonstram que todos estes três algoritmos, SAFER, Monteith's SUREAL, quando usados com imagens Landsat 8 e dados agrometeorológicos, são úteis para o acesso aos parâmetros da produtividade da em agroecossistemas mistos, irrigados ou na dependência de chuvas na escala de perímetros irrigados.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados de oito estações agrometeorológicas foram usados em conjunto com onze imagens do satélite Landsat 8 (L8). 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. 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 de acordo com Teixeira et al. (2015) como:

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

Em que: ARAF é a radiação fotossinteticamente ativa obtida pela combinação da radiação solar global (RG) e NDVI; ε_{\max} é eficiência máxima de uso da luz, a qual depende se as espécies são c_3 ou c_4 ; e 0,864 é um fator de conversão.

Para a classificação da vegetação em culturas irrigadas e vegetação natural, o algoritmo SUREAL foi aplicado em imagem representativa do período mais seco do ano:

$$r_s = \exp \left[c \left(\frac{T_0}{a_0} \right) (1 - NDVI) + d \right] \quad (3)$$

Em que: c e d são coeficientes de regressão, respectivamente 0,04 e 2,72 para as condições semiáridas do Brasil (TEIXEIRA et al., 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tomando-se a estação agrometeorológica na parte central do Nilo Coelho, os valores mensais da razão de P sobre ET_0 , tomada como indicador do balanço hídrico (BHr), e da radiação fotossinteticamente ativa (RAF), tomada como 44% de RG (TEIXEIRA et al., 2015), são apresentadas ao longo dos anos de 2014 e 2015 (Figura 1a e 1b, respectivamente).

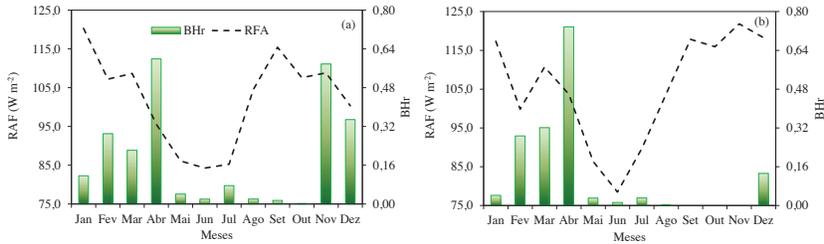


Figura 1. Médias mensais da razão precipitação para a evapotranspiração de referência ($BHr = P/ET_0$) e da radiação fotossinteticamente ativa (RAF), obtidos nos anos de 2014 a 2015, na estação agrometeorológica dentro do perímetro de irrigação Nilo Coelho, situado na região semiárida do Nordeste de Brasil.

Considerando RAF, os valores mais baixos ocorreram no período de maio a julho, coincidindo com condições de pouca ou ausência de chuvas, época do solstício de inverno no Hemisfério Sul, desfavorável a BIO. Neste último período os valores médios estiveram abaixo de 90 W m^{-2} , enquanto no período próximo de posição zenital do Sol, ficaram acima de 100 W m^{-2} . Considerando-se BHr como uma medida rústica do balanço hídrico, constata-se que no ano de 2015, com valor anual desta razão de 0,12, a precipitação atendeu apenas 12% da demanda atmosférica, enquanto que no ano mais úmido de 2014 as chuvas atenderam 19% da ET_0 ($P/ET_0 = 0,19$). O período com deficiência natural de água mais crítico para ambos os anos foi de agosto a outubro, quando a quantidade de chuvas chega a ser 0% da ET_0 , condição de maior necessidade de irrigação para as culturas agrícolas.

Na Figura 2, apresenta-se a variação espacial dos valores da resistência da superfície aos fluxos hídricos (r_s), juntamente com as médias, para cada dia do ano (DA) das imagens L8 em 2015, no perímetro de irrigação Nilo Coelho, região semiárida do Nordeste do Brasil.

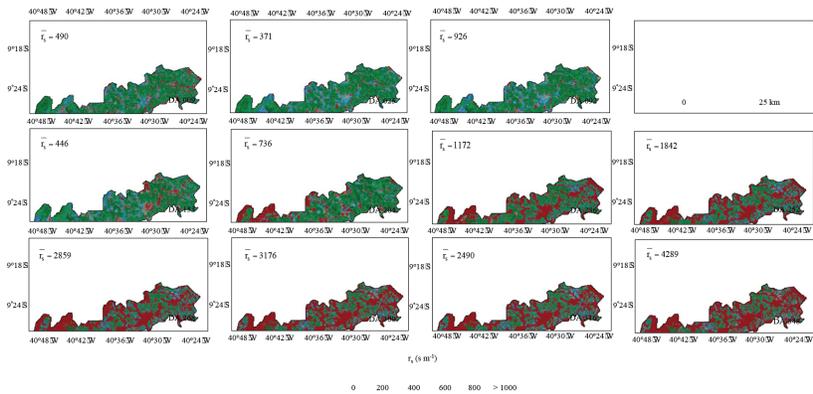


Figura 2. Variação espacial da resistência da superfície aos fluxos hídricos (r_s) juntamente com os valores médios, nos dias das imagens L8 para o ano de 2015, no perímetro de irrigação Nilo Coelho, região semiárida do Nordeste do Brasil.

Os menores valores de r_s aconteceram no primeiro semestre para os diferentes agroecossistemas, estando relacionados às boas condições de umidade na zona das raízes (ver Figuras 1 e 2). Ademais, a partir de julho (DA 204), as áreas mais secas de coloração marrom começam a aumentar, significando um incremento progressivo de r_s até um valor médio máximo acima de 4.000 s m^{-1} em dezembro (DA 348). Apesar do progressivo aumento de RAF no final do ano de 2015 (Figura 1), o baixo nível de umidade do solo, representados pelo indicador BHR e elevados valores de r_s , não favoreceu a BIO.

As condições hídricas representadas pelos valores de r_s nos diferentes agros-ecossistemas geram diferentes taxas de transferência do vapor d'água para a atmosfera. Os valores de r_s da imagem de DA 316 foram usados para a classificação em áreas irrigadas e de Caatinga. Quando estes foram abaixo de 800 s m^{-1} e NDVI acima de 0 foram considerados culturas irrigadas, enquanto entre 1.000 s m^{-1} e 20.000 s m^{-1} foram tomadas como vegetação natural (TEIXEIRA et al., 2015).

Na Figura 3, apresentam-se os valores médios da ET e da BIO para culturas irrigadas (IRR) e espécies da Caatinga (CAT), juntamente com os

valores incrementais (INC) resultantes da substituição da vegetação natural por culturas agrícolas, ao longo do ano de 2015, no perímetro de irrigação Nilo Coelho, Nordeste do Brasil.

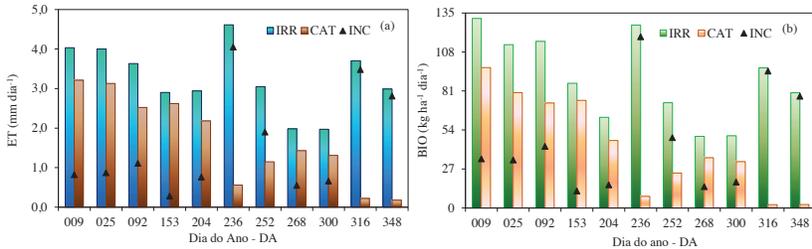


Figura 3. Valores médios dos componentes da produtividade da água nas culturas irrigadas (IRR) e nas espécies da Caatinga (CAT), e incrementais (INC), no perímetro de irrigação Nilo Coelho, região semiárida do Nordeste do Brasil, no ano de 2015. (a) evapotranspiração (ET) e (b) produção de biomassa (BIO).

Claramente podem-se ver que na Caatinga (CAT) os maiores valores da ET ocorrem em janeiro enquanto que nas culturas irrigadas (IRR) acontece mais um pico em agosto em DA 236 (Figura 3a). Entretanto, as taxas da ET, na escala anual, em CAT chegaram a 90% daquelas em IRR, após o período chuvoso em junho (DA 153), esta percentagem caiu para 6% no final do ano (DA 316 e 348). Na escala anual, o ecossistema IRR consumiu duas vezes mais água que o CAT, uma quantidade extra de 1,7 mm dia⁻¹. Como existe uma relação entre a BIO e a ET (TEIXEIRA et al., 2015), os períodos de pico ao longo do ano foram os mesmos, com os valores em CAT chegando a 86% de IRR no DA 153 e caindo para 2% a 3% no final do ano (DA 316 e 348). Na escala anual, o ecossistema IRR também produziu o dobro de biomassa quando comparado com CAT, representando um valor de INC de 46 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Percebe-se então que diante dos cenários de escassez hídrica, com redução da vazão do rio, maiores cautelas para o manejo racional da irrigação devem ser tomadas no período após as chuvas para que se evitem conflitos entre os setores agrícolas e outros usuários da água na região semiárida da bacia hidrográfica do Rio São Francisco.

CONCLUSÕES

O uso conjunto de imagens do satélite Landsat 8 e estações agrometeorológicas permitiu a quantificação e análises dos valores incrementais da evapotranspiração e da produção de biomassa ao longo do ano de 2015 no perímetro de irrigação Nilo Coelho.

As análises podem subsidiar um melhor entendimento da dinâmica destes componentes da produtividade da água em larga escala, aspecto importante nos atuais cenários de escassez hídrica e mudanças climáticas.

Os maiores valores incrementais de ambos os componentes aconteceram após as chuvas, no mês de junho, enquanto que os menores foram no final do ano. Enquanto as taxas de evapotranspiração e produção de biomassa na vegetação natural chegaram 90% e 86% daquelas para culturas irrigadas nas condições naturais mais úmidas, estas ficaram em torno de 6% e 3% no final do ano.

Para todo o ano de 2015 as culturas irrigadas consumiram água e produziram biomassa em dobro quando comparadas com as espécies da Caatinga. Maiores cautelas com irrigação devem ser tomadas no período logo após as chuvas para que se evitem conflitos entre os setores agrícolas e outros usuários da água.

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.