

APLICAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA ESTIMATIVA DA VAZÃO DE CONSUMO DE ÁGUA NA IRRIGAÇÃO.

DANIEL JUNQUEIRA DE MORAIS MUNHOZ¹, MAURO JOSÉ ALIXANDRINI JUNIOR², LUANA MACHADO LYRA³

¹ Eng. Agrícola e Ambiental, Estudante de Mestrado no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPEC), Universidade Federal da Bahia (UFBA), (71) 3283-9880, djmmunhoz@gmail.com

² Prof. Doutor, PPEC. UFBA, mauro.alixandrini@ufba.br

³ Estudante de graduação Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, UFBA, luanalyra13@gmail.com

Apresentado no XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A gestão de recursos hídricos é um desafio histórico por se tratar de um recurso de difícil mensuração. Assim, o conhecimento da demanda hídrica do maior setor usuário de água (irrigação) proporciona maior capacidade para um planejamento eficaz na gestão das águas. Neste estudo parte-se da hipótese que a estimativa de evapotranspiração por sensoriamento remoto é uma ferramenta útil para estimar o consumo de água. Foram testadas dez equações que calculam o coeficiente da cultura (kc) a partir do NDVI para duas safras de soja (2018/19 e 2019/20), sob 12 pivôs centrais numa fazenda em Luis Eduardo Magalhães/BA. A partir da análise dos resultados uma equação Kc-NDVI foi escolhida para calcular a evapotranspiração (ET_{c_sr}) e consumo hídrico. Esses valores foram comparados com os dados dos relatórios de manejo. O experimento alerta aos órgãos gestores a potencialidade da utilização do SR na gestão dos recursos hídricos para auxiliar na implementação das outorgas sazonais - potencializando seu uso -, além de ser eficaz no monitoramento e fiscalização no uso da água.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficiente da cultura, NDVI, vazão de consumo na irrigação.

APPLICATION OF REMOTE SENSING IN THE ESTIMATION OF WATER PUMPED IN IRRIGATION

ABSTRACT: The management of water resources is a historic challenge because it is a resource that is difficult to measure. Thus, knowledge of the water demand of the largest water user sector, (irrigation), provides greater capacity for effective planning in water management. In this study it is assumed that the estimation of evapotranspiration by remote sensing (SR) is a useful tool to estimate water consumption. Ten equations were tested that calculate the crop coefficient (kc) from the NDVI for two soybean crops (2018/19 and 2019/20), under 12 central pivots on a farm in Luis Eduardo Magalhães / BA. From the analysis of the results, a Kc-NDVI equation was chosen to calculate evapotranspiration (ET_{c_sr}) and water consumption. These values were compared with the data from the management reports. The experiment demonstrated that the use of SR in the management of water resources to assist in the implementation of seasonal grants is one of the possibilities to help maximize its use, in addition to being effective in monitoring and inspecting water use.

KEYWORDS: crop coefficient, NDVI, water pumped

INTRODUÇÃO: O aumento da área irrigada na região oeste da Bahia - integrante do Matopiba - tem ocasionado o aumento no número de emissões de outorgas e consequentemente na sua saturação em algumas microbacias, para as águas superficiais. O Estado da Bahia desconhece a proporção da vazão outorgada que é consumida, assim, o uso do sensoriamento remoto para avaliar o consumo de água nas lavouras apresenta-se como uma

ferramenta simples e eficaz. A estimativa da lâmina de irrigação é baseada na evapotranspiração da cultura, que leva em consideração o coeficiente da cultura (K_c). Há inúmeros estudos que apontam a capacidade dos índices de vegetação para descrever a evolução temporal da cultura em termos dos K_c . As duas principais maneiras de estimar a ET pelo SR é com a utilização de imagens na faixa do termal e a que utiliza índices de vegetação NDVI para calcular o coeficiente de cultura (K_c) (MATEOS, GONZÁLEZ-DUGO, *et al.*, 2013). Entretanto, a maneira de estimar a ET calculada por modelos matemáticos a partir do balanço de energia são complexas e pouco operacionais (BARIANI, 2016). Já os modelos em que o cálculo da ET considera o K_c relacionado com índices vegetação (K_c -NDVI) é uma forma de contornar essa complexidade e a necessidade de muitos dados do método do balanço de energia. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi testar dez equações K_c -NDVI e escolher a mais adequada para estimar a vazão consumida pelos pivôs centrais.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo fica Bacia do Rio Grande, na microbacia do rio de Ondas, delimitada pela área de drenagem do Rio Borá.

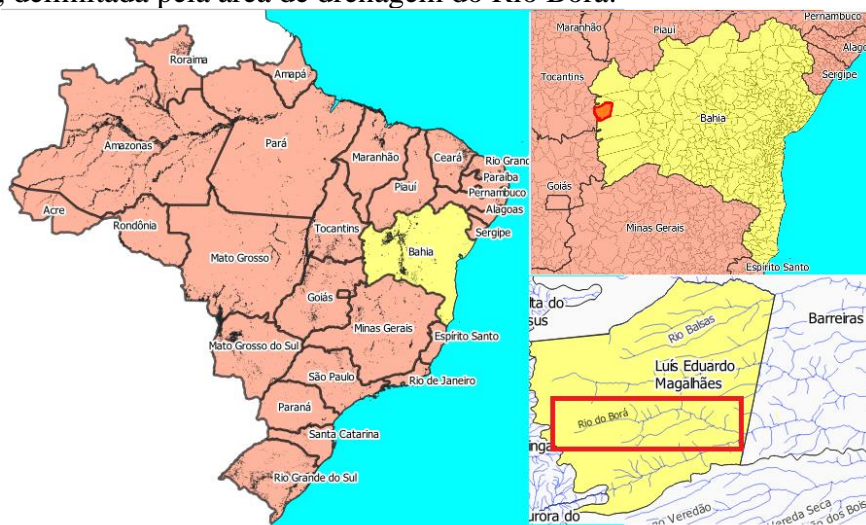


FIGURA 1. Área de estudo

Os dados constantes nos Relatórios de Manejo da Irrigação das safras soja de 2018/19 e 2019/20, em 12 pivôs, foram utilizados para comparar com os dados das evapotranspirações da cultura (ET_{c_sr}) e das lâminas de irrigação obtidos por sensoriamento remoto. Os dados meteorológicos de temperatura (máx., média e mínima), umidade relativa (%), velocidade do vento (m/s), radiação (w/m^2) e precipitação, obtidos da estação das Faz. Liberdade (-45,8263, -12,2317, altitude 726 m), distante 18,3 km ao sul da estação meteorológica do INMET em LEM, alimentaram o software Ref-ET para calcular a evapotranspiração de referência (ET_o) pelo método *Penman Monteith* FAO 56. As dez equações K_c -NDVI testadas foram:

TABELA 1. Relação das equações K_c -NDVI testadas.

Autores	Equações do K_c
(KAMBLE, KILIC e HUBBARD, 2013)	$K_c = 1,3558 \times NDVI - 0,0744$ (p/ irrig.) (1) $K_c = 1,4571 \times NDVI - 0,1725$ (soja/irrig) (2)
(KUKAL, 2017)	$K_c = 1,4178 \times NDVI - 0,0524$ (soja) (3) $K_c = 1,5286 \times NDVI - 0,0358$ (geral) (4)
(MUTHIBWA e IRMAK, 2013)	$K_c = 1,58 \times NDVI - 0,111$ (universal) (5)
(SINGH e KILIC, 2009)	$K_c = 1,215 \times NDVI - 0,033$ (soja irrig) (6)
(TASUMI, ALLEN e TREZZA, 2006)	$K_c = 1,18 \times NDVI + 0,04$ (7)
(RAFN, CONTOR e AMES, 2008)	$K_c = 1,1507 \times NDVI + 0,1167$ (8) $K_c = 1,063 \times NDVI + 0,29$ (9)
(SPILIOTOPOULOS e LOUKAS, 2019)	$K_c = 0,92 \times NDVI + 0,03$ (10)

A ETc_{sr} foi considerada a potencial (ETp), por se tratar de uma cultura irrigada que dificilmente passa por déficit hídrico, assim $Ks = 1$.

Logo,

$$ETc_{sr} = ETo \times Kc \times Ks \times Kl$$

$$ETp_{sr} = ETo \times Kc_{sr}$$

Em que:

ETo (mm/dia); Kc_{sr} = coef. da cultura obtido pela equação Kc -NDVI; Kc_{sr} = coef. da cultura calculado a partir do NDVI; Ks = coef. de estresse hídrico; Kl (coef. de localização) = 1.

Os valores do NDVI médio foram calculados para cada pivô, recortados quando necessários para tirar sombras e nuvens. Na safra 2018/19 utilizou-se 8 imagens e na 2019/20, 18 imagens. Entre essas imagens (datas) o NDVI foi interpolado linearmente. A ETc_{sr} foi calculado diariamente a partir da data do plantio até depois de 120 dias e a lâmina de irrigação até 110 dias. Acumulou-se cinco dias as lâminas da ETc_{sr} e da precipitação (ppt). Quando o acumulado da ppt foi maior que Capacidade Real de Água no Solo (CRA), de 25,2 mm, igualou-se a ppt ao valor do CRA ($ppt5d \leq CRA$).

$$LB(mm) = \frac{\sum ac(ETc_{sr} - ppt)}{Ea}$$

$$Q_{sr} \left(\frac{m^3}{mês} \right) = 10 \times LB(mm/mês) \times área(ha)$$

Os valores da ETp_{sr} , LB e Q_{sr} foram comparados com os valores constantes nos relatórios de manejo da irrigação, e plotados as diferenças.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A equação Kc -NDVI que mais se ajustou para a soja, na região de estudo, foi ade número 4.

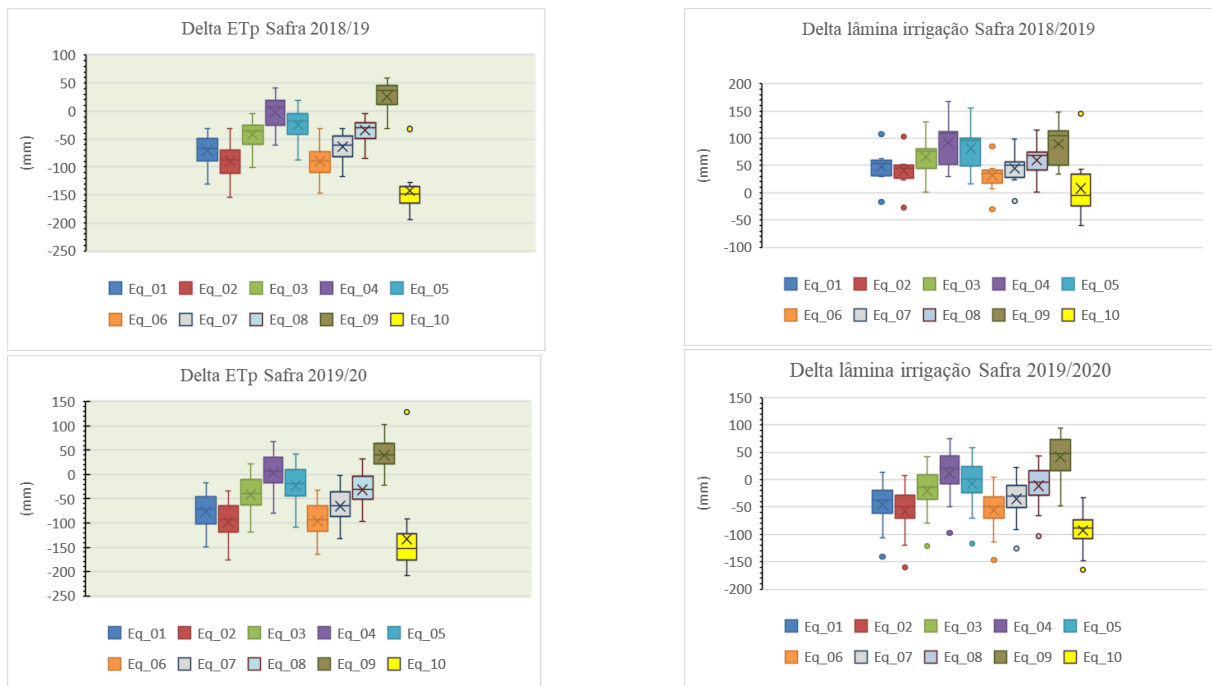


FIGURA 2. Gráfico *Box Plot* da ETp e das lâminas de irrigação.

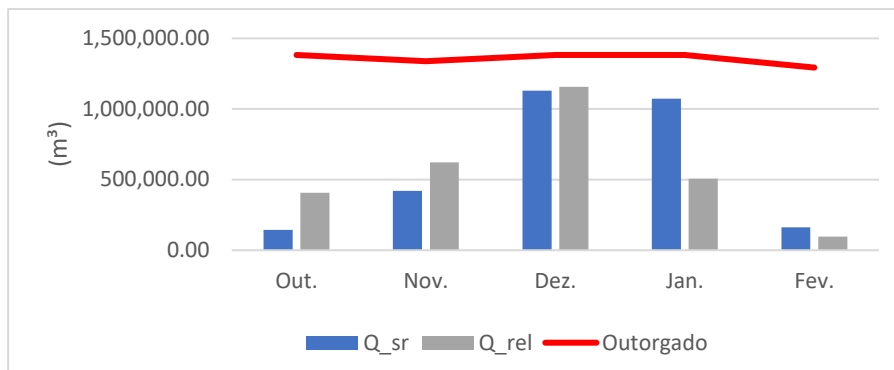


FIGURA 3 – Sazonalidade do consumo de água nos pivôs centrais na safra soja 2019/20.

CONCLUSÕES: É nítido que ocorre excedente de água outorgada que não é utilizada pelos irrigantes. Isso deve-se ao modelo de outorga adotado pelo estado. Assim propõem-se a aplicação do SR no gerenciamento e planejamento da gestão dos recursos hídricos a fim de evoluirmos para a concessão de outorgas sazonais e outorgas coletivas. Nas outorgas coletivas se concede um volume para uma determinada microbacia, assim os próprios irrigantes fazem a alocação negociada (regulamentado pelo Estado). Desse modo combinam os turnos de regas, as variedades, culturas e a área a ser semeadas por cada irrigante, maximizando o uso da água, resultando num maior aumento da área irrigada, aumentando a produção. A água é um bem econômico e social, precisa ser utilizada de forma responsável mas, com o compromisso de gerar bem estar social. É necessária uma ampliação do estudo para comprovar a extrapolação do resultado para a região oeste, mas é possível perceber que o sistema de outorga atual compromete a utilização otimizada da água, haja vista a não contemplação da sazonalidade.

AGRADECIMENTOS: Ao consultor de irrigação Aldo Alberto Fagundes Narici pelas suas contribuições e à fazenda SAMA pela disponibilização dos relatórios de manejo da irrigação.

REFERÊNCIAS:

- BARIANI, C. D. M. V. COMBINAÇÃO DE MODELOS DE BALANÇO HÍDRICO NO SOLO E SENSORIAMENTO REMOTO PARA O MONITORAMENTO DE ÁREAS IRRIGADAS. **Tese**. Santa Maria, 2016. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Teses/CASSIANE-JRAYJ-DE-MELO-VICTORIA-BARIANI.pdf>>.
- KAMBLE, B.; KILIC, A.; HUBBARD, K. Estimating crop coefficients using remote sensing-based vegetation index. **Remote Sensing**, New York, p. 1588-1602, Março 2013.
- KUKAL, A. . I. S. . K. A. Long-Term Spatial and Temporal Maize and Soybean Evapotranspiration Trends Derived from Ground-Based and Satellite-Based Datasets over the Great Plains. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 143, n. 9, Setembro 2017.
- MATEOS, B. L. et al. Monitoring evapotranspiration of irrigated crops using crop coefficients derived from time series of satellite images. I. Method. **Agricultural Water Management**, 125, Julho 2013. 81-91.
- MUTIIBWA, D.; IRMAK, S. AVHRR-NDVI-based crop coefficients for analyzing long-term trends in evapotranspiration in relation to changing climate in the U.S. High Plains. **Water Resources Research**, v. 49, n. 1, 24 Janeiro 2013.
- RAFN, E. B.; CONTOR, B.; AMES, D. P. Evaluation of a Method for Estimating Irrigated Crop-Evapotranspiration Coefficients from Remotely Sensed Data in Idaho. **J. Irrig. Drain Eng.**, v. 134, p. 722-729, 2008.
- SINGH, R.; KILIC, A. Estimation of Crop Coefficients Using Satellite Remote Sensing. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Outubro 2009.
- SPILIOTOPOULOS, M.; LOUKAS, A. Hybrid Methodology for the Estimation of Crop Coefficients Based on Satellite Imagery and Ground-Based Measurements. **Water**, v. 11, n. 1363, p. 1-22, Junho 2019. Disponível em: <www.mdpi.com/journal/water>.
- TASUMI, M.; ALLEN, R. G.; TREZZA, R. **Calibrating Satellite-Based Vegetation Indices to Estimate Evapotranspiration and Crop Coefficients**. A USCID Water Management Conference. Boise: The Rivers Institute at Hanover College. Janeiro 2006. p. 103-113.