



INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS SOBRE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA CIDADE DE JAGUARUANA

Francisco Hugo Graciano da Silva¹, Joaquim Branco de Oliveira², Efraim Martins Araújo²,
Wanderleia Idelfoncio de Vasconcelos³

RESUMO: Determinar corretamente o consumo de água das culturas é fator crucial para o correto manejo da irrigação. Uma das metodologias utilizadas para a estimativa do consumo hídrico é baseado nos elementos meteorológicos. Com o objetivo de analisar a sensibilidade dos elementos meteorológicos pelo modelo de Penman-Monteith utilizou-se de uma série histórica de 48 anos da cidade de Jaguaruana. Os dados de temperatura máxima e mínima do ar umidade relativa, insolação e velocidade do vento foram submetidos a acréscimo e decréscimo de +5%, +10%, +15%, +20%, +25%, +30%, +35%, +40%, -5%, -10%, -15%, -20%, -25%, -30%, -35%, -40% e a análise de sensibilidade. Os elementos que se mostraram mais sensíveis ao modelo foi a temperatura máxima e umidade relativa, que foram precedidas da insolação, velocidade do vento e temperatura mínima.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de sensibilidade, Penman-Monteith, Semiárido.

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL ELEMENTS ON EVAPOTRANSPIRATION OF REFERENCE IN JAGUARUANA CITY

ABSTRACT: Determining crop water consumption correctly is a crucial factor in the correct management of irrigation. One of the methodologies used for the estimation of water consumption is based on meteorological elements. In order to analyze the sensitivity of the meteorological elements by the Penman-Monteith model, a historical series of 48 years of the city of Jaguaruana was used. The data of maximum and minimum temperature of the air relative humidity, insolation and wind velocity were submitted to increase and decrease of + 5%, + 10%, + 15%, + 20%, + 25%, + 30%, +35 %, + 40%, -5%, -10%, -15%, -20%, -25%, -30%, -35%, -40% and sensitivity analysis. The elements that were most sensitive to the model were the maximum temperature and relative humidity, which were preceded by sunshine, wind speed and minimum temperature.

KEYWORDS: Sensitivity analysis, Penman-Monteith, Semi-arid.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é caracterizado pela má distribuição de chuvas e por conter uma evapotranspiração maior que a precipitação. Assim a agricultura irrigada vem tornando-se cada vez mais frequente na produção de alimentos.

A irrigação agrícola consiste na aplicação de água as culturas, através de meios artificiais, promovendo a disponibilidade da água no sistema radicular da planta, sem que haja

¹ Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal do Ceará, CEP 63503-790, Cajazeiras, Iguatu, CE. Fone (88) 9927-8493. e-mail: fernandeshugo745@gmail.com

² Prof. Doutor, Instituto Federal do Ceará, IFCE, Iguatu, CE.

³ Estudante, Instituto Federal do Ceará, IFCE, Iguatu, CE



déficit ou excesso, pois ambos são prejudiciais, para tanto é importante que se tenha um adequado manejo da irrigação (Schmidt & Valiati, 2006).

Para um manejo eficiente é necessário que se conheça a demanda hídrica exigida pelas culturas. Esta demanda pode ser obtida através de métodos diretos ou indiretos, porém as medidas diretas tornam-se muitas vezes inviáveis por possuírem um alto custo de implantação, sendo assim os métodos indiretos são uma das possíveis saídas, pois tornam-se práticos e de fácil viabilização (Cavalcante Junior et al, 2011).

Entre os métodos indiretos destaca-se o modelo de Penman-Monteith recomendado pela FAO (Food and Agriculture Organization), que é considerado como padrão para a estimativa da Evapotranspiração de referência. (Allen et al, 1998).

O conhecimento dos elementos meteorológicos é de grande importância na determinação da evapotranspiração de referência (ET_o), pois uma variável em falta ou estimada incorretamente afetaria diretamente na ET_o. No entanto a estimativa da ET_o pelo modelo de Penman-Monteith torna-se algumas vezes limitada em razão da indisponibilidade de dados necessários. De tal modo tem-se a importância de analisar a sensibilidade dos elementos meteorológicos para avaliar o impacto dos mesmos na estimativa da ET_o.

O estudo teve como objetivo analisar a sensibilidade da evapotranspiração de referência pelo modelo de Penman-Monteith FAO aos diferentes elementos meteorológicos de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e insolação nas condições climáticas do semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado para cidade de Jaguaruana, localizada na Microrregião do Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará, situada a 04° 50' 02" de latitude sul, 37° 46' 52" de longitude oeste e altitude de 12 metros. Segundo a classificação de Köppen é descrita como Aw; Clima tropical com estação seca de inverno.

Os elementos meteorológicos de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa, insolação e velocidade do vento, foram obtidos através da estação climatológica convencional, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados foram convertidos em médias mensais, utilizando um período de 48 anos, de 1969 a 2016.

Para o cálculo da evapotranspiração e para a verificação dos possíveis efeitos das alterações dos elementos climáticos na evapotranspiração, utilizou-se o modelo Penman-Monteith parametrizado pela FAO como descrito por Allen et al (1998a).



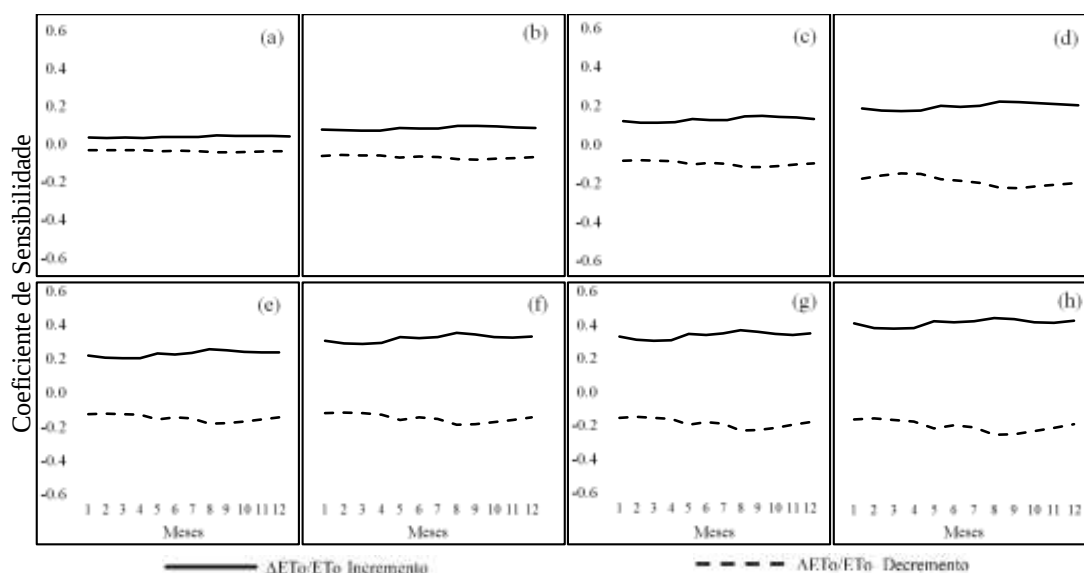
Buscando aferir o efeito dos elementos meteorológicos de entrada no modelo de Penman-Monteith FAO sobre os resultados adquiridos, foi realizado a análise de sensibilidade do modelo para os diferentes elementos do clima, temperatura máxima (T_x), temperatura mínima (T_n), umidade relativa (UR), insolação (n) e velocidade do vento (u_2).

A análise da sensibilidade teve suas variações dispostas entre $\pm 40\%$, um elemento por vez, sendo acrescentado $\pm 5\%$ em cada elemento analisado, tornando inalteráveis o restante dos elementos meteorológicos, dispostos entre $+5\%$, $+10\%$, $+15\%$, $+20\%$, $+25\%$, $+30\%$, $+35\%$, $+40\%$, -5% , -10% , -15% , -20% , -25% , -30% , -35% , -40% (Hupet & Hanclooster, 2001).

Para verificar o impacto de um intervalo de valores de um parâmetro de entrada sobre os resultados adquiridos com o modelo, foi realizado o cálculo dos coeficientes de sensibilidade para T_x , T_n , n , UR, u_2 , como sugerido por McCuen (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos elementos meteorológicos revelou que entre as alterações de $\pm 5\%$ à $\pm 15\%$ não houve variações de sensibilidade relevantes, entretanto, a partir das alterações de $\pm 20\%$ a sensibilidade teve um maior impacto ao modelo, destacando-se a variação de $\pm 40\%$. Os meses de maio a dezembro apresentaram alterações ao longo do ano, tendo sempre uma maior ETo em relação aos quatro primeiros meses do ano, de janeiro a abril (Figura 1).



**(a) $\pm 5\%$; (b) $\pm 10\%$; (c) $\pm 15\%$; (d) $\pm 20\%$; (e) $\pm 25\%$; (f) $\pm 30\%$; (g) $\pm 35\%$ e (h) $\pm 40\%$.

Figura 1. Variação média da ΔETo para os acréscimos e decréscimos dos elementos meteorológicos para cidade de Jaguaruana.

Os resultados equiparam-se aos resultados encontrados por Lemos Filho et al (2010) quando analisaram a influência dos elementos meteorológicos sobre a ETo estimada pelo modelo de Penman-Monteith.

A Figura 2 apresenta flutuações médias mensais da sensibilidade dos elementos climáticos ao longo do ano. Os valores próximos de zero implicam em um menor impacto no modelo, não tendo tanta influência na ETo, por outro lado quanto mais distante de zero maior a sensibilidade ao modelo.

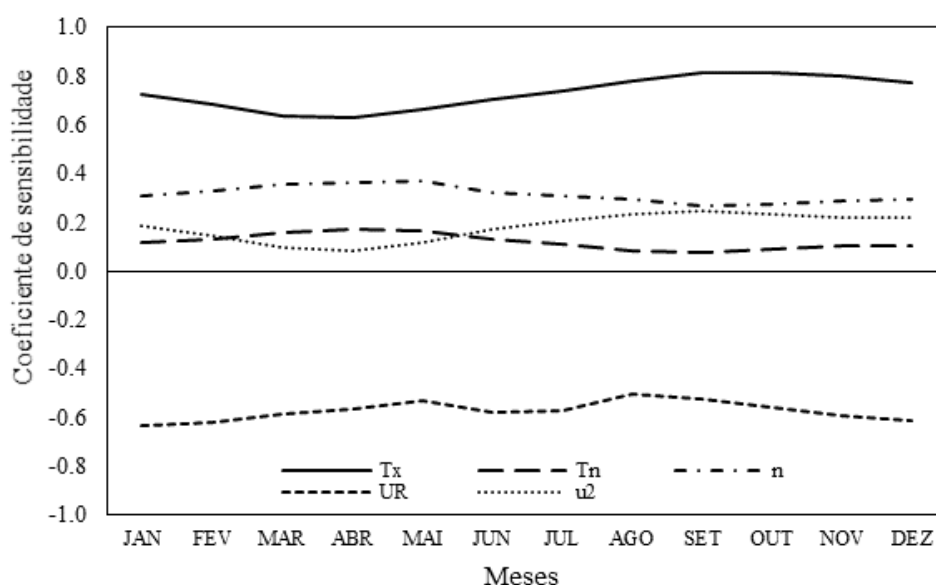


Figura 2. Variação média mensal dos coeficientes de sensibilidade de temperatura máxima (Tx), temperatura mínima (Tn), insolação (n), umidade relativa (UR) e velocidade do vento (u2) na cidade de Jaguaruana-CE.

É notável que a temperatura máxima e a umidade relativa tiveram maior influência na ETo, pois as mesmas mostraram uma maior sensibilidade, seguida da insolação, velocidade do vento e temperatura mínima (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficientes médios mensais de sensibilidade para os elementos meteorológicos de temperatura máxima, temperatura mínima, insolação, umidade relativa e velocidade do vento.

Mês	Tx	Tn	n	UR	u2
JAN	0.728696	0.118016	0.308913	-0.63465	0.186793
FEV	0.682582	0.132283	0.328397	-0.61829	0.145272
MAR	0.638375	0.158750	0.358719	-0.58503	0.100438
ABR	0.627025	0.169500	0.366500	-0.56518	0.085900
MAI	0.665650	0.163825	0.369725	-0.52818	0.120425
JUN	0.707476	0.133990	0.321800	-0.57695	0.173101
JUL	0.739615	0.108269	0.308125	-0.57214	0.207212
AGO	0.779519	0.083774	0.295841	-0.50296	0.235745
SET	0.817548	0.074663	0.270168	-0.52514	0.248438
OUT	0.813594	0.088884	0.275982	-0.55879	0.230446
NOV	0.798287	0.101574	0.285787	-0.59141	0.218727
DEZ	0.775875	0.105925	0.298625	-0.61318	0.218700



A temperatura máxima apresentou maior sensibilidade entre os meses de maio a janeiro e maior alteração ao longo do ano. O fato pode ser explicado pela ausência de chuvas pois o intervalo dos referidos meses é quando ocorre o período seco. A umidade relativa foi o segundo elemento mais sensível, porém com valores negativos, contribuindo para uma maior ETo. Seguida da insolação, velocidade do vento e temperatura mínima.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ndiaye et al (2017), ao estudarem os elementos climáticos do país de Burkina Faso, onde o mesmo afirma que a sensibilidade das variáveis é mais sensível durante a estação seca.

CONCLUSÕES

Os elementos meteorológicos revelaram-se mais sensíveis no período seco, destacando-se a temperatura máxima e umidade relativa do ar. Estes elementos climatológicos precisam ser medidos ou estimados com maior precisão, pois, um erro grosseiro teria um enorme impacto na evapotranspiração de referência.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. **Reprint**. Rome: FAO, 1998. P. 1-15.

HUPET, F.; VANCLOOSTER, M. Effect of the sampling frequency of meteorological variables on the estimation of the reference evapotranspiration. **Journal of Hydrology**, v. 243, n. 3-4, p. 192-204, 2001.

CAVALCANTE JUNIOR, E. G. C.; OLIVEIRA, A.D.; ALMEIDA, B. M.; SOBRINHO, J. E. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para as condições do semiárido Nordeste. **Semina**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1699-1708, 2011

LEMO FILHO, L. C. A.; CARVALHO, L. G.; EVANGELISTA, A. W. P.; JUNIOR, J. A. Análise espacial da influência dos elementos meteorológicos sobre a evapotranspiração de referência em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.12, p.1294-1303, 2010.

McCUEN, R. H. A sensitivity and error analysis of procedures used for estimating evapotranspiration. **Water Resources Bulletin**, v. 10, n. 3, p. 486-498, 1974.

NDIAYE, P. M.; BODIAN, A. DIOP, L.; DJAMAN, K. Sensitivity Analysis of the Penman-Monteith Reference Evapotranspiration to Climatic Variables: Case of Burkina Faso. **Journal of Water Resource and Protection**, 2017, 9, 1364-1376.

SCHMIDT, É. W.; VALIATI, M. I. Avaliação do manejo de irrigação para a Cultura de feijão (*phaseolus vulgaris*) irrigada por Pivô central na agrícola wehrmann em Cristalina-GO. **Campo Dig**, Campo Mourão, v.1, n.1, p.23-31, 2006.