

COMPARAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA ESTIMADA PELO MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH UTILIZANDO DADOS DE ESTAÇÃO METEOROLÓGICA CONVENCIONAL E AUTOMÁTICA¹

Carolina Malala Martins², José Espínola Sobrinho³, Celsemy Eleutério Maia⁴, Welka Preston Leite Batista da Costa⁵, George Bezerra Ribeiro⁶

ABSTRACT - The objective of this work was to compare daily estimates of ETo of the year 2003 calculated by the combined Penman-Monteith method using data supplied by conventional and automatic meteorological stations. Both stations were located at Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM, RN, Brazil. Regression analysis of data was carried out using SAEG, and for comparison of models the mean squared deviation (MSD) was used. The comparison showed a good agreement ($R^2 = 0,8837$) between data from the two stations. The use of regression equations obtained from monthly data of automatic station gave better estimates of ETo.

INTRODUÇÃO

Dos processos dinâmicos que acontecem no sistema solo-planta-atmosfera, um dos mais importantes é o de transferência de água do solo e da planta para atmosfera. A evapotranspiração é um dos componentes básicos do ciclo hidrológico, afetando o balanço de água desde o momento em que a água cai na superfície da terra até a água remanescente atingir o oceano. A estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) é de grande importância para o manejo da água de irrigação assim como para se ter uma idéia do dimensionamento dos sistemas, o que exige avaliações, estudos e ajustes para sua correta definição. Segundo OLIVEIRA (2003), apesar das estações automáticas fornecerem com melhor caracterização das condições meteorológicas, em virtude da aquisição de dados, elas ainda não se encontram tão acessíveis, existindo a necessidade da utilização dos dados de estações convencionais e da adoção do modelo de Penman-Monteith para estimativa da ETo. Em virtude disto, este trabalho objetiva comparar os dados diários do ano de 2003 da ETo fornecida por um Estação Meteorológica Automática e Convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados obtidos do ano (2003) nas Estações Meteorológicas Convencional (EMC) e Automática (EMA), da Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM - Rio Grande do Norte, localizada a 5° 11' S de latitude, 37° 20' W de longitude e 15 m de altitude.

Os dados meteorológicos utilizados foram: pressão atmosférica (ECA e EMA), temperatura máxima, mínima e média do ar (ECA e EMA), velocidade média do vento a 10m (EMC) e a 2m (EMA), umidade relativa do ar (ECA e EMA), insolação (EMC)

e radiação solar global (EMA). Os dados da Estação Automática foram coletados e armazenados por um Datalogger (Campbell Scientific, modelo 23X) com registros de leitura a cada segundo e médias a cada hora. A Estação Convencional está em operação há 34 anos e executa as observações meteorológicas de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Foram utilizados dados diários de evapotranspiração de referência, para as duas estações (EMC e EMA). Para a estimativa da ETo o método utilizado foi o combinado de Penman-Monteith e utilizou-se a expressão apresentada por (ALLEN et al., 1998)

$$ETo = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 275} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1.1)$$

em que: ETo = evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; Rn = saldo de radiação na superfície da cultura, MJ m⁻² d⁻¹; G = fluxo de calor no solo, MJ m⁻² d⁻¹; T = Temperatura média diária, °C; V₂ = velocidade do vento à 2m de altura, m s⁻¹; e_a = pressão de saturação de vapor, kPa; e_d = pressão de vapor, kPa; (e_a - e_d) = déficit de pressão de vapor, kPa; Δ = declividade da curva de pressão de vapor, kPa °C⁻¹; e γ = constante psicrométrica, kPa °C⁻¹.

Para a comparação de dados obtidos nas estações convencional e automática, os modelos foram avaliados pela metodologia proposta por Gauch et al. (2003). Esta metodologia propõe a decomposição do quadrado médio dos desvios (MSD) em três componentes: desvio (SB), declividade não unitária (NU) e falta de correlação (LC), pelas equações 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5. Assim, MSD = SB + NU + LC.

O SB está relacionado com o intercepto da reta ajustada, o NU com a declividade da reta e o LC com a correlação entre os dados observados e estimados pelos modelos e que, quanto menor o valor do MSD melhor a relação.

$$MSD = \frac{\sum (X_n - Y_n)^2}{N} \quad (2.1)$$

$$SB = (\bar{X} - \bar{Y})^2 \quad (2.2)$$

¹Trabalho desenvolvido pelo Departamento de Ciências Ambientais da Escola Superior de Agricultura de Mossoró -ESAM, RN, Brasil.

²Aluna de Graduação do curso de Eng. Agrônoma, ESAM.

³Departamento de Ciências Ambientais, ESAM, Dr. Professor Adjunto IV.

⁴Departamento de Ciências Ambientais, ESAM, Dr. Professor Substituto.

⁵Aluna de Graduação do curso de Eng. Agrônoma, ESAM.

⁶Tecnologista Sênior, INPE.

$$NU = (1-b)^2 \cdot \left(\frac{\sum (X_n - \bar{X})^2}{N} \right) \quad (2.3)$$

$$LC = (1-r^2) \cdot \left(\frac{\sum (Y_n - \bar{Y})^2}{N} \right) \quad (2.4)$$

$$MSD = SB + NU + LC \quad (2.5)$$

em que: X, \bar{X} – Valores observados e médios, respectivamente; Y, \bar{Y} – Valores estimados e médios, respectivamente; N – número de pares do modelo r – coeficiente de correlação.

Para as análises de regressão utilizou-se o software SAEG desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. Para análise de comparação de modelos, desenvolveu-se um software em linguagem Clipper 5.2, PAM – Programa Para Análise de Modelo MAIA (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se a tabela 1 e fazendo o MSD para cada mês, verificou-se que os desvios da EMA em função da EMC apresentaram-se baixos de janeiro a julho tendendo a crescer até dezembro. Isso provavelmente se deve a elevação das temperaturas, diminuição da umidade relativa do ar e uma maior intensidade de ventos. Fazendo a decomposição do MSD, verificou-se que no período de janeiro a julho os maiores valores foram de LC, ou seja, deficiência de correlação, porém com valores relativamente baixos. Ao contrário nos meses de agosto a dezembro a maior contribuição no MSD foi do SB, que se relaciona ao intercepto da reta. A figura 1 mostra a dispersão dos dados de ETo estimados através das Estações EMA e EMC, em torno da reta de regressão, observa-se uma boa relação entre ambos, com $R^2 = 0,8837$. Na figura 2, observa-se que há melhor resposta na estimativa da ETo(EMA) quando utiliza-se as equações de regressão obtidas de dados mensais (tabela 1).

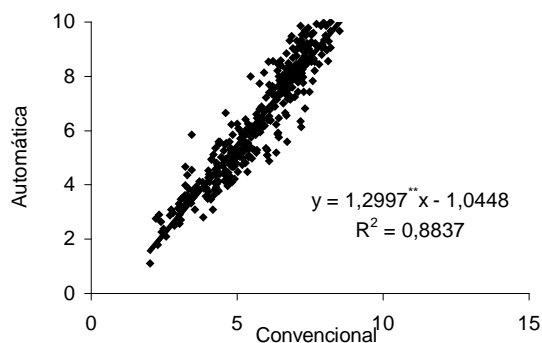


Figura 1. Relação entre dados diários de ETo (EMA e EMC) do ano de 2003.

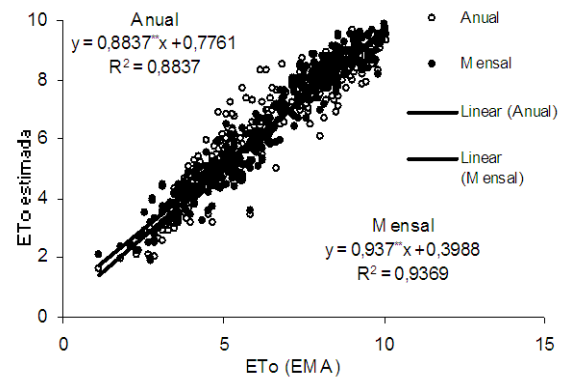


Figura 2. Comparação das estimativas de ETo utilizando as equações de regressão linear anual e mensal.

Tabela 1. Modelos mensais para estimativa da ETo Automática.

	a	b	R ²	MSD	SB	NU	LC
Jan.	-0,5894	1,1669**	0,9206	0,489	0,092	0,076	0,321
Fev.	1,1587	0,7886**	0,6847	0,425	0,011	0,054	0,351
Mar.	-0,0134	1,0405**	0,7182	0,457	0,026	0,002	0,429
Abr.	0,078	1,0428**	0,8123	0,272	0,068	0,002	0,202
Mai	0,9211	0,797**	0,8403	0,126	0,0001	0,032	0,094
Jun.	0,4004	0,9307**	0,6538	0,214	0,007	0,002	0,205
Jul.	1,3092	0,7507**	0,7167	0,327	0,008	0,071	0,255
Ago.	1,262	1,0393**	0,5123	2,573	2,292	0,0004	0,281
Set.	1,048	1,0724**	0,5583	2,718	2,453	0,002	0,264
Out.	1,3326	1,0154**	0,6167	2,338	2,094	0,0001	0,245
Nov.	1,1645	1,0227**	0,6561	2,052	1,753	0,003	0,299
Dez.	2,4735	0,7926**	0,4947	1,374	1,113	0,017	0,245

REFERÊNCIAS

- Allen, R. G. Daily reference evapotranspiration in arid and humid environment. In: NATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN EVAPOTRANSPIRATION. Chicago, 1985. Proceedings. St. Joseph, ASAE, 1985. p. 4-12.
- Gauch, G.H., Hwang, J.T.G., Fick, G.W. Model evaluation by comparison of model-based predictions and measured values. *Jornal Agrônomo*, v.95, p.1442-1446, 2003.
- Maia, C. E. Modelos Matemáticos para estimativa da geometria do volume de bulbo molhado por irrigação por gotejamento superficial no agropolo Assú-Mossoró - Campina Grande: UFCG, 2005.127f.
- Oliveira, A. D. Comparação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência utilizando dados da estação meteorológica convencional e automática: Jaboticabal, 2003.70f.
- Santiago, A. V. et al. Evapotranspiração de referência medida por lisímetro de pesagem e estimada por Penman-Monteith (FAO-56), nas escalas mensal e decenal. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.10, n.1, p.57-66.2002.
- Machado, R. E. et al. Avaliação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.8, n.2, p.193-197, 2000.